

この水、どこから来たの？

— 山梨県忍野村の調査事例 —

藪 崎 志 穂
(総合地球環境学研究所)

1. 忍野村の湧水と地下水

皆さんは“忍野八海”という名称を耳にしたことがあるでしょうか。これは山梨県南都留郡忍野村で湧き出している湧水のこと、日本で最も標高の高い富士山の一帯で涵養された水として知られています。忍野八海はその名のとおり八つの湧水池（出口池、お釜池、底抜池、銚子池、湧池、濁池、鏡池、菖蒲池）から成り、2013 年 6 月 26 日に世界文化遺産富士山の構成資産として認定されました。富士山の雄大な山容を背景に湧き出す清冽な湧水群を見るため、国内のみならず海外からも多くの観光客が忍野村を訪れ、賑わいを見せます。特に、冬の晴れた無風の早朝に冠雪の富士山を湧水池の水面に映す、いわゆる逆さ富士を眺めると、その美しさに暫く見惚れてしまいます（図 1）。

忍野村には忍野八海以外にも複数の湧水があり、また地下には豊富な水が蓄えられています。村の民家の多くは敷地内に井戸を持ち、水道設備が整った現在でもこの井戸水（地下水）を生活用水などに利用されている方々も多くいます。また、地下水は農業用水や食品加工などにも利用され、住民にとっては欠くことのできない大切な資源です。こうした豊富な地下水は、周囲を高い山に囲まれた地形的な条件と水を貯留しやすい地下の構造によりもたらされており、まさに自然の恩恵を受けているといえます。忍野村の南西部には富士山の裾野が広がり、北部から東部の周縁部は道志山塊と接しており、これらの山地で涵養された水が地下水となって忍野村の地下を流動していると考えられます。また上述したように異なる山塊に接していることから、忍野村の地下水の水質や流

動は場所により異なる特徴を有することが予想されます。言い換えれば、村内の地下水は場所によって水の起源が異なるということになります。

地下の水がどこから来たのかを知ることは、持続的な水利用や地下水保全、災害の対策などを考える際に重要な情報となります。本研究では、忍野村広域を対象として、地下水や湧水などの水質の特性や地下水流動について把握することを目的として地下水調査を実施しました。本稿では Yabusaki et al. (2023) の結果を元に、調査の概要について以下に説明します。

2. 忍野村の自然環境

忍野村は山梨県の南東部に位置し、周縁は標高 950～1,600 m ほどの山で囲まれ、中央部が低地となる盆地状の地形となっています。低地部の標高は約 930 m、村内の面積は 25.05 km² です。村の南西方向には標高 3,776 m の富士山が聳え、村の北部から東部は道志山塊の山と接しています。村内には、桂川が南から北に流れ、新名庄川が東から西に流れています。両河川は村の西部で合流して、桂川として富士吉田市方面に流下しています。また、忍野八海のうち七つの湧水は桂川と新名庄川の合流地点の近くに分布しており、残る一つの湧水（出口池）は南に約 900 m ほど離れた位置にあります。

地質の特徴として、村の中央付近の低地部には新生代第四紀完新世の非海成の堆積岩、北・東・南東の山地部には第四紀更新世～完新世の堆積岩（火山灰）、村の南西部には富士山から噴出した完新世の火成岩（玄武岩）がそれぞれ分布しています。



図 1. 冬の鏡池（2017 年 3 月撮影）

地質断面図によると、場所によりやや特徴が異なりますが、富士山に近い村の西部では地下 100 m 以上にわたり富士山起源の玄武岩質の溶岩や火山灰、スコリア（玄武岩質の黒っぽい色をした軽石。岩滓ともいいます）などが堆積しています。

忍野村の平均気温は 10.6℃、年降水量は 1,568 mm です（いずれも気象庁のアメダス観測地点「河口湖」の 1981～2010 年の平年値）。

土地利用では、村の周辺の山地部には森林が広がり、村の中央部の平地には住宅地や水田、畑が分布しています。また、忍野村ではトウモロコシが特産品となっており、春から夏にかけて栽培が盛んに行われています。

3. 調査方法

忍野村の広域調査は、2017 年 1 月 18～19 日、および 2017 年 8 月 8～10 日に実施しました。本研究では、地質の特徴により、井戸深度が 30 m 以下のものを浅層地下水（不圧地下水）、井戸深度が 30 m よりも深いものを深層地下水（被圧地下水）としました。1 月の調査では、浅層地下水は 49 地点、深層地下水は 11 地点、自噴井は 1 地点、湧水は 11 地点、8 月の調査では、浅層地下水は 53 地点、深層地下水は 28 地点、自噴井は 1 地点、湧水は 11 地点、河川水 2 地点、温泉水 1 地点で、それぞれ調査・採水を実施しました。浅層地下水は村内の住民のお宅の井戸が主体で、深

層地下水は自治体の観測井や水源井、工場の井戸などが対象となっています。湧水は忍野八海とその他の湧水を調査しました。なお、自噴井とは地下水が自然に地表に湧き出す井戸のことを指し、湧水とは地下の水が自然に地表に湧き出していることを意味しています。

現地では EC（電気伝導率）、pH、水温、ORP（酸化還元電位）を測定、可能な地点では地下水位を計測し、加えて水質分析用の採水をおこないました。水質分析に関しては、陰イオン（ F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} ）および陽イオン（ Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} ）はイオンクロマトグラフ（ICS-3000, Thermo Fisher Scientific）、 HCO_3^- は pH4.2 アルカリ度滴定法、酸素と水素の安定同位体比（ $\delta^{18}O$, δ^2H ）は CRDS 法（L2130-i, Picarro）、微量成分（51 元素）は ICP-MS（7500cx, Agilent）で測定しました。

4. 忍野村の水質の特徴

忍野村の水質の特徴の概要を図 2 にまとめました。浅層地下水の水質（ $Ca-HCO_3$ 型で、 Mg^{2+} と SO_4^{2-} の割合も高い）と深層地下水の水質（ $Ca-HCO_3$ 、 $(Ca+Na)-HCO_3$ 、 $(Ca+Mg)-HCO_3$ 、 $Na-HCO_3$ 型を示す）は異なっており、それぞれ異なる帯水層の水であることは明らかなです。また、忍野八海などの湧水の水質（ $Ca-HCO_3$ 型で、 Mg^{2+} と SO_4^{2-} の割合も高い）は湧水の近くに位置する浅層地下水の水質組成と近似しており、地下水が湧水に流入など相互関係があると思われます。また、浅層地下水では 1 月と 8 月に溶存成分濃度に差異が生じる地点がありましたが（夏季に NO_3^- が高い値を示す地点があり、農業活動の影響と予想）、深井戸や湧水では季節変化は殆ど認められませんでした。また、浅層地下水や深層地下水の水質は、村の東部と西部では特徴に差異が生じる傾向があり、地下水流動と関係していると考えられます。特に、P（リン）や V（バナジウム）は富士山を涵養域とする水に多く含まれていますので、これらの元素濃度は富士山起源の水とその他

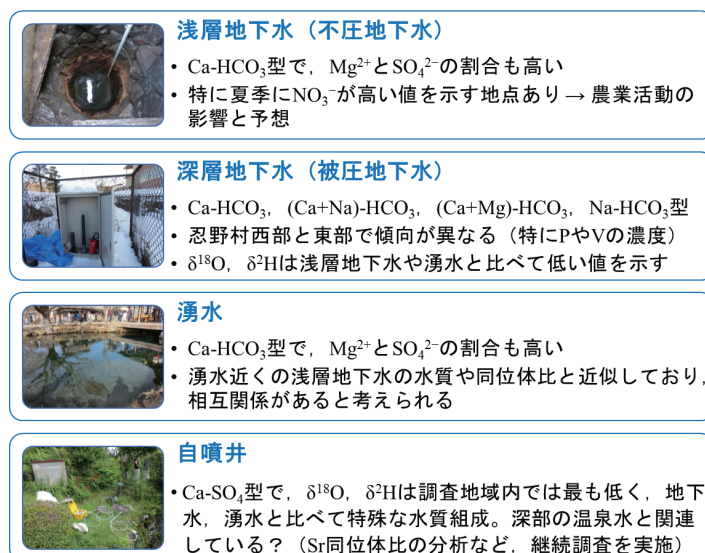


図 2. 忍野村の水質の特徴

の起源の水を区分する際に活用することができます。本調査地点においても P や V の濃度に差異が認められ、特に村の西部の深層地下水でこれらの濃度が高くなる傾向が認められました。

深層地下水の安定同位体比（δ¹⁸O や δ²H）は、浅層地下水や湧水の同位体比と比べて相対的に低い値を示しており、同位体比が有する高度効果¹⁾の特徴により、深層地下水は浅層地下水や湧水よりも標高の高い場所で涵養された水であると考えられます。

また、村の北部に位置する自噴井のみ Ca-SO₄型の水質組成を示し、δ¹⁸O と δ²H が調査地点内で最も低く、明らかに忍野村の他の調査地点（浅層地下水や深層地下水、湧水）の特徴とは異っており、不思議な水です。δ-ダイアグラムの結果から、この自噴井の水は天水（降水）起源であることは示せましたが、仔細はまだ明確にはなっていません。自噴井の水の起源がどこにあるのか、可能性の一つとして温泉水の混入が考えられ、微量成分や Sr（ストロンチウム）安定同位体比の結果を用いて現在検討を進めているところです。

5. 忍野村の地下水流動

水質の特徴から、忍野村の浅層地下水や深層地下水には異なる地下水流動系があることが予想さ

れました。地下水流動を明らかにするために、2017 年 1 月と 8 月の調査時に測定した地下水位を元に地下水流線を作成して、地下水流動をそれぞれ求めました。その結果の概要を、浅層地下水は図 3 に、深層地下水は図 4 にそれぞれ示しました。

深層地下水と浅層地下水にはやや違いがありますが、全体的にみると概ね同じ特徴を有しています。忍野村の西部では、南から北に向かう地下水流動が認められ、これは富士山で涵養された地下水が忍野八海方面に向かう流れに相当します。この地域には村の水源井も含まれており、村内の水道は富士山起源の水を利用していることが調査の結果でも明らかになりました。一方、村の中央から東部では、東から西に向かう地下水流動が認められ、これは道志山塊で涵養された地下水が村の西側に流動する流れに相当しています。また、浅層地下水については、東から流れてきた地下水が村の中央付近で北側の新名庄川に向けて流動する地下水の流れがあります。2019 年 8 月および 2020 年 1 月、3 月、10 月に実施した河川流量調査（未公表データ）の結果において、上記の地下水流動が河川と交わる付近で河川流量が増加する傾向が認められ、従って地下水が河川に流入し河川流量が増加している可能性が示唆されました。これは本調査の結果と矛盾がありません。

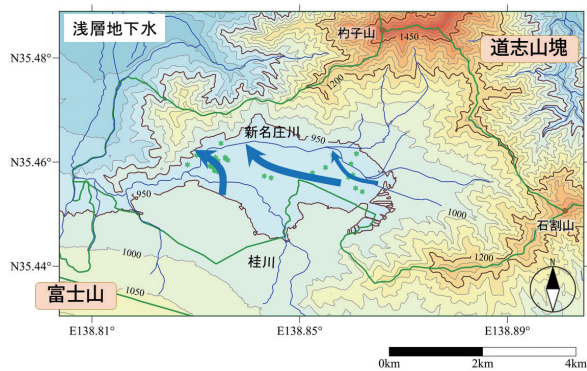


図 3. 忍野村の地下水流動（浅層地下水）

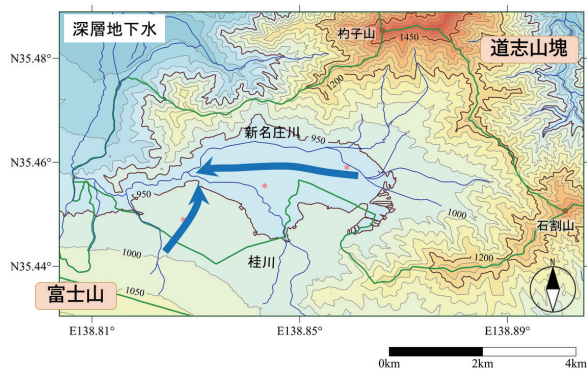


図 4. 忍野村の地下水流動（深層地下水）

6. まとめ

忍野村広域を対象とした調査の結果、浅層地下水や深層地下水、湧水などの水質の特徴を把握し、さらに地下水位観測から地下水流動を推定することができました。その結果、忍野村では村の西部と東部で地下水流動が異なり、特に村の西側の地下水（井戸水）は富士山の影響を強く受けた水（富士山で涵養された水）であることを把握しました。また村の中央から東部では、東側に連なる道志山塊で涵養された地下水が流れていると考えられます。涵養域の山体の規模や地質の特徴を考えると、忍野村ではおそらく富士山起源の地下水のほうが涵養量は多く、比較的多くの水を利用することができるのではないかと考えられます。しかしながら、涵養量以上の水を使ってしまうと、地下水位の低下や湧水の枯渇および湧出量の減少を招くことに繋がりますので、地下水の利用には注意が必要です。本調査で明らかとなった地下水流動に加え水収支の情報などを複合的に用いることで、今

後の持続可能な水利用に役立てることができると期待されます。

謝辞

本調査を行うにあたり、忍野村役場 企画課の皆さま、忍野村の天野多喜雄村長、および職員の皆さまに大変お世話になりました。また、井戸の調査や情報提供にご協力いただきました住民のみなさまにも深く御礼申し上げます。

注釈

- 1) 降水の酸素および水素の安定同位体比は標高と負の相関を持ち、標高の高い地点で降る降水ほど同位体比が低くなります。この特徴を同位体の高度効果と呼んでおり、地下水や湧水の涵養域（涵養標高）を推定する際に活用されています。

文献

Yabusaki S, Taniguchi M, Tayasu I, Akimichi T, Ohmori N, Gotou K, Watanabe H, Watanabe S, Furuya S (2023) Water quality characteristics and dynamics of groundwater and spring water revealed by multi-tracers in Oshino, Yamanashi, Japan. *Geochemical Journal*, 57 (1), 28–41.
<https://doi.org/10.2343/geochemj.GJ23003>

著者情報



藪崎志穂 筑波大学大学院 博士課程 生命環境科学研究科を修了。2016年4月より総合地球環境学研究所に所属。専門は同位体水文学、地下水学。各地の降水の同位体長期観測や、地下水・湧水の水質の特徴把握、福島県や仙台市の沿岸域の地下水調査、忍野村の地下水流動観測などを行っています。

（2023 年 3 月 31 日掲載）