名水を訪ねて (134) 山梨県・都留の名水

内山美恵子*

Visit to valuable Water Springs (134) Valuable springs in Tsuru, Yamanashi

Mieko UCHIYAMA*

1. はじめに

都留市は山梨県の東部 N35° 33' 5.6", E138° 54' 19.9" に位置し、面積161.63 km²、人口29,511人 (2021年4月1日現在: 都留市, 2021)、城下町の面影を残す小都市である。本市は北から時計回りに、山梨県大月市、上野原市、道志村、山中湖村、忍野村、富士吉田市、西桂町と接する。都留市は古来より関東圏と富士北麓を結ぶ交通の要衝であり、旧石器遺跡が2地点、縄文遺跡が57地点報告されており、太古より人々の営みが続いていることがわかる (都留市史編集委員会編 a, 1996; 都留市文化財審議会編, 1976)。江戸時代になると、将軍家御用のお茶を京都宇治から江戸まで運ぶお茶壺道中の中継地となり、江戸幕府の公式史書である「御実紀 (徳川実紀)」には、冷涼な気候によりお茶の一部を勝山城にて一夏預かり秋に届けた時期もあった、との記録もある (都留市立図書館HP)。産業は古くは養蚕が行われ、甲斐絹に代表される繊維工業が盛んであったが、現在は機械金属工業を中心とする製造業が主要な産業となり、観光産業や湧水を利用した水掛菜栽培などの農業も盛んである (写真1)。また、JR

東海のリニア中央新幹線実験線の拠点基地があることでも知られている。

市民が使用する水道水はすべて地下水でまかなわれている。都留市では「都留市地下水保全条例」を制定し、2018年10月1日からその運用を始めた。さらに地下水モニタリングのために市内8カ所に地下水位観測井を設置して、2019年4月より自記水位計による連続地下水位変動測定を実施している。2020年2月に水位計のメンテナンスが実施され、筆者は市の協力を得て地下水観測井の地下水を採水した。本論では、それら地下水試料と周辺の湧水試料の水質について紹介する。なお、正確には湧水は地下水が湧出したものであるが、本論では湧出したものを湧水、湧出する前の帯水層中にあるものを地下水と表記する。

2. 都留の自然環境

都留市は市内総面積の84%が森林 (都留市, 2013) であり、人々は主要な河川沿いに集落を作って暮らしている。標高は大月市と接する田野倉地区が約400 m、西桂町と接する桂町地区が約600 mであり、その差が大きい。市役所があ

* 都留文科大学教養学部学校教育学科 (〒402-8555 山梨県都留市田原3-8-1)
Department of Teacher Education, Faculty of Liberal Arts, Tsuru University

る500 m 地点での気温は、2018～2020年の平均値で、最低月平均値が1月の2.5℃、最高月平均値が8月の26.1℃、年間平均値が13.9℃である。降水量は年間1600 mm 程度、梅雨から夏季に豊水期、冬季に渇水期を迎える（都留市地域環境課、2021）。図1に都留市地名図を示す。

都留市の南部は標高1681 m の御正体山を始めとする道志山塊が占め、西部は標高1785 m の三ツ峠山などの御坂山地が占める。これら山地を浸食して、相模川（桂川）が市域の南西から北東方向に流動する。この河川は山梨県では古来より桂川の名称で親しまれているため、本論では以降、相模川を桂川と称する。富士北麓の山中湖周辺に端を発し西流する桂川は、忍野村を過ぎ富士吉田市に入ったあたりで北方向に向きを変え、道志山塊と御坂山地が対峙する桂川渓谷に入り北東方向へ流動する。都留市を流れる河川は、三ツ峠山を

水源とし、桂川に平行して東流する柄杓流川^{しやくながれ}、市域南部から北流する鹿留川^{しかどめ}、菅野川^{すげの}、朝日川、市域北部を東流する大幡川などが桂川に合流する。

3. 都留の地質

地質学的に都留市は、南部フォッサマグナに属する。尾崎・杉山（2018）によると、南部フォッサマグナは新生代新第三紀中新世中期（およそ16Ma）から開始した、フィリピン海プレートの北西進に伴う伊豆弧との多重衝突によって特徴付けられ、新第三紀中新世後期（7Ma 以前）に衝突した丹沢地塊と、第四紀更新世（2.6Ma）に衝突した伊豆地塊が関東山地の南方に配列している。都留市には丹沢地塊の衝突に伴う新第三系中新統の西八代層群・丹沢層群が分布し、水中火山碎屑岩類と石英閃緑岩類の貫入岩体からなる（天

図1 都留市地名図

図中の□は図3の範囲を表す。地形図は地理院地図を使用。

野ほか, 2011)。図2に都留市の地質図(都留市史編集委員会編 b, 1996)に加筆)を示す。

これら新第三系の中央部に桂川溪谷が形成され、その溪谷内を富士山から供給された流下堆積物や溶岩流が流下し、さらに周辺山地部も含めてテフラ群に被覆される。都留市に分布する第四系は下位より、古富士火山が崩壊する前に形成されていた桂川(以降、本論では古桂川と称する)の河川堆積物である砂礫層、古富士火山の山体崩壊によりもたらされた岩屑なだれ堆積物、その後数回にわたって発生した土石流堆積物、テフラを挟んで新富士火山活動初期に噴出した玄武岩溶岩と、桂川などの河川により形成された段丘礫層、現河床堆積物である。岩屑なだれ堆積物と土石流堆積物はまとめて古富士泥流(町田, 2011)と命名されている。都留市夏狩地区の太郎次郎の滝で観察すると、柄杓流川の水面あたりに岩屑なだれ堆積物が分布するが、いくつものチャンネルを充填

するように分布するため、古富士泥流が流下する以前の古桂川は川幅が広く網状河川であったと考えられる(口絵写真B)。古富士泥流堆積物はこの古桂川の作った溪谷を約20 mの厚さで埋め尽くし、都留の市街地や田畑の土台を形成した。市内東桂地区(桂町から十日市場にかけての地区)で掘削されたボーリングコアを観察すると、古富士泥流と上位の溶岩の間には赤褐色のスコリアが約2 m堆積している。新富士火山活動初期の富士宮期には、割れ目火口より粘性の低い玄武岩溶岩が大量に噴出するが、都留市ではそのうちの2枚が確認できる。いずれも約1万年前頃(内山, 2020)に溶岩トンネルを形成して流動した長大溶岩で、下位より猿橋溶岩および桂溶岩(津屋, 1971)である。猿橋溶岩は桂川を流路として大月市猿橋に至った。東桂地区では桂川周辺は猿橋溶岩により埋積されたため、その後噴出した桂溶岩は相対的に低地である猿橋溶岩の北側を柄杓流川

(都留市史 資料編 地史・考古 付図を着色・一部変更)

図2 都留市地質図

都留市史編集委員会編 b (1996) に加筆・一部修正した。

に沿って流動し、東桂地区十日市場に到達した。

水文地質学的には基盤岩の新第三系は不透水層となっているが、断層とそれに伴う破碎帯を地下水が流動している。第四系では古富士泥流が難透水層となり、その上位の猿橋溶岩（写真2）と桂溶岩が不圧帯水層を、下位の古桂川堆積物の砂礫層が被圧帯水層を形成している。富士北麓ではこれら帯水層の透水係数について、不圧帯水層である富士宮期の溶岩は $1.6 \times 10^{-6} \sim 6.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ 、難透水層の星山期古期泥流（古富士泥流）は 10^{-6} m/s オーダー、被圧帯水層に対比される星山期の火山砂礫層は $1.1 \times 10^{-4} \sim 2.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ と見積もられている（内山，2020）。富士北麓の星山期火山砂礫層は火山山麓扇状地を形成するよう

な砂礫層であると考えられるため、そのまま適応はできないであろうが、古富士泥流と溶岩の透水係数はオーダー的には同等であろうと推定できる。

4. 都留市の名水

都留市は水道水源のすべてを地下水に依存している。その中でも水量を誇るのが桂川溪谷内で湧水する十日市場・夏狩湧水群（口絵写真A・B）で、環境省の平成名水百選の一つに指定されている。十日市場・夏狩湧水群はその名のとおり、東桂地区の夏狩から十日市場にかけての湧水地帯で、数多くの湧水を観察することができる（図3）。湧

写真1 水掛菜
冬の水田で湧水を引き入れて栽培する。かつては冬の貴重なビタミン源であった。

写真2 田原の滝と猿橋溶岩
猿橋溶岩より湧水した水を右手手前のコンクリート柵に受けて配水している。溢れた水は川へ戻っている。河川水に接する部分は、景観に配慮して溶岩の柱状節理に似た護岸壁を施している。

写真3 永寿院湧水池
正面露頭の桂溶岩・古富士泥流境界部から湧水している。

写真4 永寿院水汲み場
桂溶岩の末端より大量に湧水している。

水は桂溶岩の末端から湧出しており、桂溶岩の側方北側と先端部で見られる。湧出メカニズムは、溶岩に浸透した富士山体の降水が流動経路の途中での降水も付加しながら古富士泥流との境界部をピストン流として流動し、溶岩の末端から湧水したものである（写真3～6）。その根拠は次節で述べる。その水文地質構造は、ボーリング調査結果より古富士泥流の上面が北に向かって傾斜する傾向にあり、そのため湧水地点が北側の桂溶岩末端に集中していることが推定される。

また、古富士泥流より下位の古桂川による河川堆積物中にも豊富な地下水が胚胎されており、この地下水が都留市東部地区の水道水源となっている。地下水は30 m以上被圧されており、桂川の氾濫原では放置された揚水管から自噴しているの

が観察できる（写真7）。

5. 水質の特徴

十日市場・夏狩湧水群のうち7地点、および市内8地点の地下水の帯水層区分と採水時に測定した水質、および主要イオン分析結果を表1に示す。イオン分析(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-})はイオンクロマトグラフ法により、 HCO_3^- は硫酸滴定法により求めた。

湧水・地下水の主要イオン分析結果をヘキサダイアグラムにして、それぞれ図3および図4に示す。地下水位観測地点は事情により地点の詳細を示せないの、地名図上に結果を示した。また、帯水層ごとのトリリニアダイアグラムを作成し、

写真5 長慶寺前湧水池
正面露頭の水面付近より湧水している。時期には梅花藻が咲き乱れる。

写真6 溪山荘手前の湧水

写真7 禾生地区の被圧水
左の方に放棄された揚水管から自噴しているのが確認できる。橋梁を渡っているのは富士急電鉄、その奥はリニア中央新幹線の実験線。

写真8 富士吉田市より臨む富士山
十日市場・夏狩湧水群の涵養源

表1 分析結果

試料番号	地点名	試料の種類	帯水層	採水日	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)
1	溪山荘手前	湧水	桂溶岩	2017/8/31	16.0	7.4	20.7	7.89	5.63	n.a	15.52	71.39	9.48	1.74	6.62	16.15
2	長慶寺西	湧水	桂溶岩	2017/8/31	14.7	7.3	19.4	7.24	5.30	n.a	12.47	72.00	9.03	1.89	6.23	15.62
3	長慶寺東	湧水	桂溶岩	2017/8/31	13.9	7.3	19.2	6.29	4.96	0.56	11.64	75.05	8.95	1.80	4.80	18.44
4	熊太郎神社付近	湧水	桂溶岩	2017/8/31	13.9	7.4	16.7	4.31	4.64	0.50	9.21	65.90	6.83	1.38	4.39	15.71
5	文大小屋	湧水	桂溶岩	2017/8/31	13.7	7.1	19.4	5.83	5.20	0.58	11.91	76.27	8.65	1.65	4.90	18.90
6	永寿院	湧水	桂溶岩	2020/2/18	13.0	7.6	12.7	2.94	4.18	0.22	7.20	54.31	5.32	1.41	4.26	11.60
7	田原滝の下	湧水	猿橋溶岩	2020/2/18	12.0	7.7	11.4	2.13	3.72	0.24	6.02	51.87	4.64	1.25	3.90	11.28
8	桂町	地下水(不圧)	桂溶岩	2020/2/20	12.9	7.9	18.0	6.42	5.98	0.39	12.95	68.95	9.25	1.86	6.25	14.64
9	夏狩	地下水(不圧)	桂溶岩	2020/2/20	12.8	7.7	17.5	6.33	6.36	0.42	13.08	69.56	8.90	1.92	6.32	14.87
10	十日市場	地下水(不圧)	桂溶岩	2020/2/18	13.0	7.6	14.4	4.05	4.47	0.24	8.31	56.75	5.91	1.59	4.48	12.48
11	鹿留大野	地下水(不圧)	扇状地性堆積物	2020/2/20	12.8	9.2	12.8	1.53	0.10	n.a	2.09	73.22	5.92	0.84	3.83	13.59
12	法能	地下水(不圧)	扇状地性堆積物	2020/2/20	13.3	7.2	12.1	2.40	2.60	n.a	11.16	50.03	4.65	1.15	3.71	12.49
13	禾生	地下水(被圧)	古桂川砂礫層	2020/2/20	13.4	7.5	18.4	2.80	1.78	n.a	21.19	77.49	8.17	0.91	5.37	20.03
14	朝日馬場	地下水(不圧)	扇状地性堆積物	2020/2/20	9.0	7.5	10.4	1.33	n.a	n.a	3.90	52.48	3.78	0.31	2.70	11.88
15	大幡	地下水(不圧)	扇状地性堆積物	2020/2/20	13.4	7.5	14.5	2.25	4.28	n.a	13.93	60.41	4.94	0.65	4.83	15.57

図3 十日市場・夏狩湧水群の湧水地点とその水質
地形図は地理院地図を使用し、カシミール3Dを使用して加工した。

図5に示した。

これらより都留市の地下水は総じて炭酸-アルカリ土類型の領域にプロットされ、炭酸-カルシウム型であることがわかる。いずれも大きな違いは認められないが、各イオン濃度は被圧水である禾生地区の地下水が最も高い。この理由として、被圧地下水は深い深度を流動しているため、そこへ到達するまでに地下水と地層との接触時間が長くなること、さらに禾生地帯は朝日川との合流地点にあたり、朝日川の水源は海成層である基盤岩

からの地下水であることから、それらの影響も受けていることが考えられる。また、十日市場・夏狩湧水群の湧水については、若干ではあるが桂溶岩末端の永寿院と、猿橋溶岩からの田原の滝下のイオン濃度が低い。これについては、湧水量変動や水の酸素・水素安定同位体比なども用いて、別の機会に報告する。

主要イオン分析とは別に、十日市場・夏狩湧水群の起源を探る目的で、山梨県富士山科学研究所にICP-MSによる微量元素の分析依頼を行った。

図4 都留市内地下水の主要イオン濃度
地形図は地理院地図を使用。

その結果、永寿院湧水に $25\sim 28\mu\text{g/L}$ 、十日市場および夏狩の地下水に $30\sim 37\mu\text{g/L}$ の濃度でバナジウムが検出された。富士山麓の湧水や地下水には、湧水で約 $24\sim 47\mu\text{g/L}$ 、地下水で約 $51\sim 71\mu\text{g/L}$ のバナジウムを含むことが報告されている(小林・興水, 2005)。上記と同時に分析依頼した、禾生地域に近い基盤岩からの湧水試料(本稿では報告していない)のバナジウム濃度が $1\sim 6\mu\text{g/L}$ であったので、十日市場・夏狩湧水群の試料はバナジウム濃度が有意に高く、富士山体の地下水が多く含まれると考えることができる(写真8)。

6. おわりに

都留市は東京方面から第一級の観光地である富士山に向かう手前の市域である。富士山よりおよそ 30 km 離れ、深い渓谷中に位置するため富士山が望める場所は限られているが、水をとおして富士山の豊かな恵みを感じることができる。その水は地域の人々の暮らしを支え、豊かな自然と動植物を育み、それがこの地域の風土を形作ってきた。また、桂川から離れると、大地はかつての海底火山で形成された岩盤からなり、その熱源は温泉をも生み出している。様々な過程により形成された地下水であるが、都留市内の地下水はいずれもイオンバランスの取れた飲み易く、産業にも利

図5 都留市名水の水質

ダイアグラム内の番号は表1中の資料番号を示す。NO₃⁻は検出したものののみ表示した。

用し易い水であるといえよう。しかしこの水環境は正しく保全をしなければ維持できない。地域の人々にとっては恵まれていると気がつかないほど、あって当たり前の湧水である。都留市だけでなく上下流域の人々の関心を水環境に向け、流域ぐるみで水環境の保全に取り組めるよう、今後とも教育活動・普及活動に取り組む必要性を改めて強く感じている。

謝 辞

地下水調査を行うにあたって、永寿院ならびに長慶寺のみなさま、都留市役所地域環境課のみなさまにご協力をいただきました。水質分析を行うにあたって、山梨県富士山科学研究所にお世話になりました。本稿をまとめるにあたって、同研究所の内山 高博士と精読者の山梨大学の中村高志

博士には、有意義なご意見をいただきました。ここに記して深謝申し上げます。

なお本調査にあたっては、都留文科大学地域交流研究センターの地域交流研究教育プロジェクト研究費、都留文科大学学術研究費を使用した。

引用文献

- 天野一男・松原典孝・田切美智雄 (2011): 富士山の基盤: 丹沢山地の地質-衝突付加した古海洋性島弧-, 富士火山, 日本火山学会, 59-68.
- 内山 高 (2020): 富士火山北麓および富士五湖の水文地質構造と水文学的特徴. 地学雑誌, 129, 697-724.
- 尾崎正紀・杉山雄一 (2018): 身延地域の地質. 地域地質研究報告5万分の1地質図副解説書, 東京 (8) vol.69, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 170p.

- 小林 弘・輿水達司 (2005) : 地下水・湧水中のリンおよびバナジウム濃度関係を元に推定された河川水における人為的影響によるリン濃度. 地下水学会誌, 47, 97-115.
- 津屋弘達 (1971) : 富士山の地形地質. 国立講演協会編, 富士山－富士山総合学術調査報告書, 富士急行, 151-209.
- 都留市文化財審議会編 (1976) : 都留市の先史遺跡 (上). 都留市教育委員会, 138p.
- 都留市史編集委員会編 a (1996) : 都留市史 通史編. 都留市, 1073p.
- 都留市史編集委員会編 b (1996) : 都留市史 資料兼 地史・考古 (付図). 都留市, 537p.
- 都留市 (2013) : 都留市森林整備計画. 80p.
- 都留市 (2021) : 広報「つる」. No. 728, 30p.
- 町田 洋 (2011) : 富士山と周辺の火山. 日本の地形 5 中部, 東京大学出版会, 45-57.
- 都留市地域環境課 (2021) : 地下水位観測の報告 令和2年版. 都留市, 内山美恵子監修, 13p. https://www.city.tsuru.yamanashi.jp/material/files/group/7/tikasui_2020.pdf. (2021.5.5閲覧).
- 茶壺道中 (2002) : 都留の歴史 近世. 都留市立図書館, <https://www.lib.city.tsuru.yamanashi.jp/contents/history/another/kinsei/tyatubo.htm>. (2021.5.5閲覧).
- (受付 : 2021年6月3日, 受理 : 2021年6月14日)

山梨県・都留の名水

A 十日市場湧水群（永寿院入り口）

B 夏狩湧水群（太郎次郎の滝下流）

（写真提供：内山美恵子）