

# Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> 成分を多く含む高津川支流の津和野川の 河川水について

西 山 勉\*

## Water of the Tsuwanokawa River Containing High Concentration of Components Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> as a Tributary of the Takatsukawa River

Tsutomu NISHIYAMA

### Abstract

The Takatsukawa River is a river having its estuary in Masuda City, Shimane Prefecture, and is famous as one of the rivers with little pollution representing the Chugoku District. There are tributaries, the Tsuwanokawa River and the Hikimikawa River, that flow into the Takatsukawa River. The tributary Hikimikawa River that merges at Yokota has highly transparent water, and the total ion concentration in the river water is also very low. On the other hand, the tributary Tsuwanokawa River that merges at the more upstream Nichihara has water with the high total ion concentration, especially the concentration of components Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>. This paper reports on why the total ion concentration became high in the tributary Tsuwanokawa River, which affects the total ion concentration of the Takatsukawa River to a considerable degree.

### 1. はじめに

高津川は鳥根県の益田市を河口とする河川で、中国地方を代表する汚染の少ない河川の1つとして知られている。高津川に合流する支流に津和野川と匹見川がある。これまでの調査で次のことが分かっている。横田にて合流する支流匹見川は極めて透明度が高く、河川水中の総イオン量も極めて低い。一方それより上流の日原で合流する支流津和野川は、総イオン量が高く、特にNa<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>値が高いのが特徴である(西山, 2002)。今回、高津川の総イオン量を大きく左右する支流津和野川について、津和野駅前から和田にかけての

---

\* 東洋大学自然科学研究室 〒351-8510 埼玉県朝霞市岡 2-11-10  
Natural Science Laboratory, Toyo University, 11-10, Oka 2, Asaka-shi, Saitama 351-8510, Japan

調査をして、津和野川の総イオン量がどのような理由で高くなるかを明らかにしたので報告する。なお、今回の調査は東洋大学特別研究「個人研究」(平成15年度)によっている。

## 2. 採水地点と分析方法

調査・採水日は2003年7月24日である。採水場所は図1に示した。採水は各地点の橋の上から流水のほぼ中央あるいは最流速部で行った。採水は2回行い、試料を平均化した。水温とpHはその場で測定した。採水試料は実験室に持ち帰り、濾紙とメンブランフィルター(0.2 $\mu$ m)による濾過後、イオンクロマトグラフにて陽・陰イオンの定量分析を行った。分析した陽イオンはLi<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, 陰イオンはF<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>である。なお、詳しくは西山(1992)と同じである。また以降のイオン種の表記はイオン電荷を省略した。

## 3. 津和野川のNa, Cl成分を多く含む水質について

中国地方を流れる6河川(高津川, 錦川, 日野川, 高梁川, 市川)水系, 計31箇所の河川水を1999年11月と2000年5月に調べたが, 分析成分の合計濃度が最も高かったの

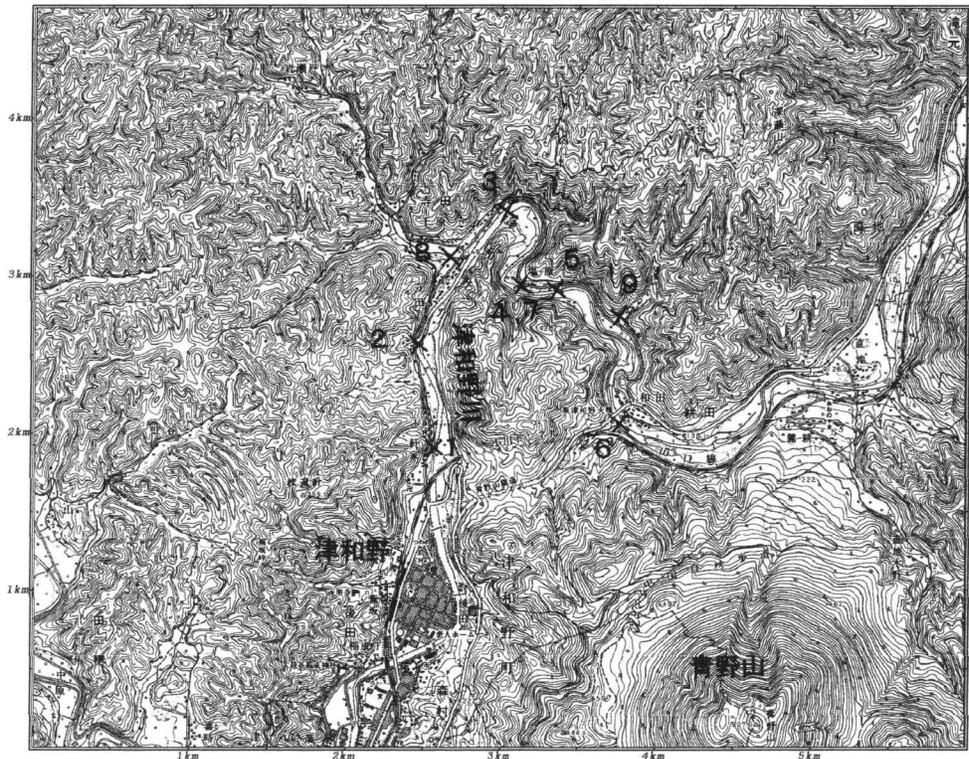


図1 津和野川を含む地形図と採水地点  
図中の×は採水地点を示し、番号は表1中のNo.に一致する。

は高津川支流津和野川の日原・宝泉橋での2000年5月試料であった。また2002年11月の調査で、その津和野川の高い濃度の水質起源が、日原より上流の青野山駅前と津和野駅間にあることを知った(西山, 2002)。そこで今回、その要因をさらに詳しく知るために青野山駅と津和野駅間の津和野川の河川水を調査採水した。

採水場所は図1に示した。採水試料のイオンクロマトグラフにて陽・陰イオンの定量分析を行った結果は表1に示した。表中のNo.は図1中の採水地点の番号と一致する。

津和野駅近くの今回の河川水中の総イオン量43.31 ppmは、1999年11月、2000年5月、2000年11月のそれぞれの76.63, 86.24, 86.52 ppmと比べると濃度は低く、約1/2であった。河川水は一般に降水量に応じて水量を増す。海水の空中飛散による影響を考えないと、降水は蒸留水に近く、降水中の無機質イオン量は極めて低く、河川水中のイオン量は降水によって希釈されるといってよい。今回の採水時の津和野川では水量が多かったことは採水時に撮影した採水付近の河川の写真を比較して明瞭であったが、国土交通省の水文水質データから和野観測所のデータを整理すると、本調査日の10日前からの津和野地方の降水量は7/14~17:0 mm, 7/18:127 mm, 7/19:30 mm, 7/20:10 mm, 7/21:59 mm, 7/22:1 mm, 7/23:8 mm, 7/24:0 mmとあり、前日までの一週間に235 mmもの降水があったことでデータの的にも裏付けられる。

表1に示した津和野川の採水地点での総イオン量を上流から下流に並べてみると、43.31, 53.36, 69.84(千原), 67.44, 66.80(塩ヶ原), 63.20 ppmとなり、千原—塩ヶ原において高い値となる。

塩ヶ原のバス停近くで河岸に下りると、川岸から小さな淀みを介して水が急な流れの津和野川に入っていた(写真1)。この淀みの水を分析すると総イオン量は538.88 ppmと前を流れる河川水の67.44 ppmの8倍もの高濃度であった。地元のタクシーの運転手に聞くとこの付近から鉱泉が出ていてかつてはそれを利用した施設もあったという。したがって今回採取した淀みの水はそのような鉱泉が湧出していた場所なのだろう。地名としてある塩ヶ原はそのような塩分の強い鉱泉が出る原(段丘)から名づけられたのだろう。この付近での鉱泉の染み出しは津和野川に高い総イオンをもたらしているといえる。

塩ヶ原と津和野駅との間に岩瀬戸川が寺田にて北側から流入する。この岩瀬戸川の総イオン量は67.98 ppmであった。その下流の千原での津和野川の69.84 ppmとあまり変わらない。岩瀬戸川の流入前の三軒家で津和野川は53.36 ppmであり、そのまた上流の津和野駅近くの津和野川で49.31 ppmであることから、津和野川は津和野駅から千原にかけて塩ヶ原で認められたような鉱泉が流入して総イオン量を高めたと類推でき、岩瀬戸川は水量も多くなか、それ自体の津和野川への影響は少ないといえるようだ。

和田と塩ヶ原との間で、北西の谷合から津和野川に流れ出る沢の水は、総イオン数が40.23 ppmと低い。この値は津和野駅近くの津和野川の49.31 ppmに近かった。この地域で特に鉱泉の影響を受けない地表水中の総イオン量はこのような値なのだろう。

これまで河川水中の総イオン量にて議論してきたが、総イオン量の場合濃度の高いイオン種の影響が大きく出る。そこで複数のイオン種を同等の質を持たせようとイオン種それぞれの濃度の順位をもって表現する平均順位数(西山, 2004)で、今回の津和野川の河

表 1 津和野川とその支流の河川水の水質

表中の No. は、図 1 中の番号と一致する。また試料番号は採水月日と採水番号を示す。  
たとえば 03072409 は 2003 年 07 月 24 日 09 番を意味する。

No.	試料番号	地点	河川名	(ppm)												pH	水温(°C)	
				Li	Na	NH <sub>4</sub>	K	Mg	Ca	F	Cl	NO <sub>2</sub>	Br	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>			Σ
1	03072409	津和野駅近く	津和野川	0.02	12.76	0.05	1.22	2.18	7.99	0.00	17.99	0.00	0.00	1.52	5.59	49.31	6.76	19.9
2	03072408	三軒家	津和野川	0.04	19.21	0.03	1.24	1.61	7.20	0.00	17.36	0.00	0.00	1.39	5.27	53.36	7.05	20.3
3	03072406	千原	津和野川	0.05	21.24	0.03	1.49	2.05	8.22	0.00	30.03	0.00	0.00	1.28	5.44	69.84	6.72	19.8
4	03072404	塩ヶ原	津和野川	0.05	20.42	0.19	1.47	2.01	7.98	0.00	28.37	0.00	0.00	1.54	5.42	67.44	6.66	19.0
5	03072403	塩ヶ原(バス停)	津和野川	0.04	20.38	0.09	1.48	1.99	8.00	0.00	28.13	0.00	0.00	1.29	5.40	66.80	6.80	19.3
6	03072401	和田	津和野川	0.04	18.68	0.19	1.45	1.96	7.61	0.00	26.33	0.00	0.00	1.27	5.68	63.20	6.90	19.2
7	03072405	塩ヶ原	(鉱泉)	0.49	186.29	0.20	7.18	10.02	27.17	0.00	288.80	0.00	0.99	3.91	13.82	538.88	5.65	19.9
8	03072407	寺田	岩瀬戸川	0.07	21.35	0.06	1.49	2.41	7.54	0.00	28.85	0.00	0.00	0.50	5.71	67.98	6.47	20.0
9	03072402		(沢の水)	0.01	10.07	0.04	0.85	1.83	6.40	0.00	12.53	0.00	0.00	1.12	7.39	40.23		



(A)



(B)

**写真 1** 塩ヶ原付近の津和野川と鉱泉の湧出部

- (A) : 津和野川の塩ヶ原のこの付近では川幅が7 mほどと狭まり，流れも速い，試料番号 03072404.
- (B) : 写真 A の左手前の河岸は石ずり部となり，川岸に小さな淀みがあり津和野川に流れ出る（写真 B）．この淀みの河床の石は赤褐色，また河床から小さな泡が2，3箇所で上がる，試料番号 03072405.

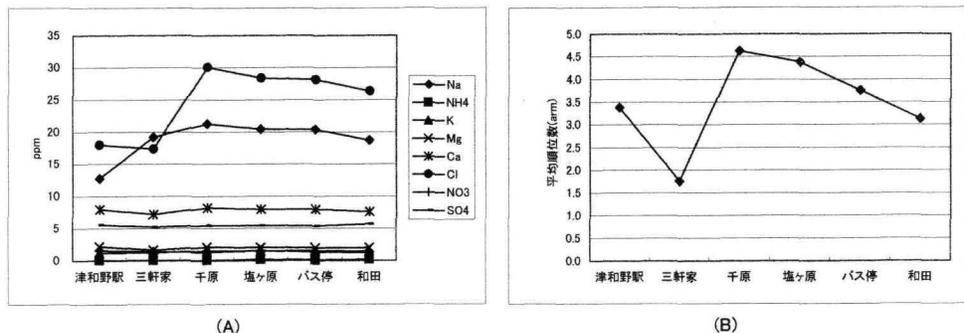


図 2 津和野川の河川水にみられる下流に伴うイオン濃度 (A) とその平均順位数 (arm) (B) の変化

川水をグラフ化して図 2 に示した。三軒家から千原の間で平均順位数が高く、この間で河川水に多くのイオンが流入したことが指摘でき、これまでに議論したことと整合している。

津和野市には津和野温泉がある。インターネットで検索すると、津和野温泉なごみの里の源泉は鹿足郡津和野町大字鷲原瀬戸イ 70 番地 4 にあり、その泉質は単純放射線冷鉱泉（低張性中性冷鉱泉）であって、1 kg 中の分量がナトリウムイオン；7.9 mg，カリウムイオン；2.4 mg，マグネシウムイオン；1.1 mg，カルシウムイオン；6.4 mg，塩素イオン；7.7 mg，硫酸イオン；4.1 mg，炭酸水素イオン；38.1 mg などとなっていた。今回確認した塩ヶ原での鉱泉水の水質とは大分異なるようである。

#### 鉱泉水の特徴

これまでに調査した本州の 48 河川で Li 濃度が 0.05 ppm を越えた河川水は、わずかに津和野川の日原 (0.23 ppm)，大和川支流の天見川の天見 (0.08 ppm)，姫川の平岩 (0.07 ppm) の 3 河川においてであり、津和野川で Li の濃度が異常に高いことが分かる。

Li 含量が津和野川で大きいのは、千原から塩ヶ原にかけて混入する鉱泉による。それは塩ヶ原で採水した鉱泉において Li は 0.49 ppm と高く、Na, Cl とほとんど同じ希釈率で津和野川の河川水に希釈移行している。

2000 年 5 月 27 日の日原で津和野川の Li が 0.23 ppm と高かったのも千原から塩ヶ原にかけて混入する鉱泉水によったと思われる。

さて、塩ヶ原で採水した鉱泉水を単純海水と組成濃度との比較を試みた。まず鉱泉水中の Cl を全て海水起源としたときと Br を全て海水起源とした場合の単純海水の組成濃度はほぼ一致し、鉱泉水中の Cl と Br の濃度比が海水の比と等しいことが分かる。次に鉱泉水と求めた単純海水の濃度とを比較すると Na と K は 8 割ほどが海水起源であるが、Ca は海水起源の 3.5 倍もの濃度が他の起源から加わっている。それは岩石からの溶解による取り込みであろう。Mg と SO<sub>4</sub> は海水起源の半分ほどが失われていることになる。沈殿物として溶液から落ちたか、岩石・土などにより吸着・吸収されたことになる。分析成分から海水性分を除いた陸生濃度が Mg と SO<sub>4</sub> でマイナスとなることは津和野川の日原試料ですでに指摘した (西山, 2002)。

同じことを河川水について行ったが、千原から和田までの津和野川と岩瀬戸川ではほぼ同じ傾向が認められ、すなわち Na は 3 割ほど、SO<sub>4</sub> は 3~5 割ほどが海水起源となり、Mg は殆どが海水起源である。K と Ca は海水起源の K では 1.5~1.8 倍 Ca では 12~13 倍もが他の起源によっている。千原より上流の津和野川と沢の水はこの傾向がさらに強くなり、K が 2 倍、Ca は実に 20 倍ほど、SO<sub>4</sub> は 1~3 倍が海水以外の起源となった。

すなわち津和野川の化学組成で、Na, Mg と Cl は多く地下からの鉱泉水の影響が大きく、K, Ca, SO<sub>4</sub> は岩石・土・生物・大気などからの影響を大きく受けているといえよう。

この付近の地層は島根県西部地域に分布している鹿足層群である。寺田・和田付近には石英閃緑岩が岩脈となって貫入していて露頭では細長く青白の岩石となっている(種子田・山田, 1948)。鹿足層群日原層は三疊系の上部ノーリアン以降となる片岩の地層で、さまざまな時代を示す外来岩塊(オリストリス)が泥質基質と混在した全体として大規模な海底地すべり堆積物(オリストストローム)と考えられると田中(1980)は述べている。すなわち津和野川流域には古い海成層があり、その地層には石灰岩もレンズ状に挟まれていて、石英閃緑岩を伴う火山活動の影響を受けているようで、鉱泉はこのこととの関係が津和野川で Ca 成分が高いことは既に考察した(西山, 2002)。塩ヶ原の南東約 3 km に青野山の典型的な円頂丘である青野山(907 m)がある(図 1)。青野山は青野火山群と呼ばれる中期更新世から後期更新世に活動した火山であって、青野火山群の名の元となっている。

#### 4. まとめ

津和野駅以降の津和野川で河川水中の総イオン量が特徴的に高い。塩ヶ原にて総イオン量の極めて高い水(鉱泉)が津和野川に流入していた。このような鉱泉が千原から塩ヶ原の地域で津和野川に影響を与え、それがそれより下流の津和野川で総イオン量が特徴的に高い要因となる。

鉱泉は鹿足層群に石英閃緑岩の火山活動が認められる地帯にあり、水質は Li, Na, Cl, Br などの含量が特徴的に高い。鉱泉が海水組成からの変質とすると、海水組成の Mg と SO<sub>4</sub> は減じ、Ca が付加されている。

#### 参考文献

- 西山 勉(1992) 河川水の化学組成についてのクラスター分析と因子分析. 東洋大学紀要教養課程篇(自然科学)(36): 39-51.
- 西山 勉(2002) 本州西部の中国山地にある高津川, 錦川, 日野川, 高梁川, 円山川, 市川について, 河川水中の化学組成の比較検討. 東洋大学紀要自然科学篇(46): 61-84.
- 西山 勉(2004) 日本の本州を流れる河川の下流に伴う河川水中の陰陽イオン濃度の変化とその整理分類について. 東洋大学紀要自然科学篇(48): 151-186.
- 田中和宏(1980) 島根県日原地域のオリストストローム, 鹿足層群, 地質学雑誌, 86: 613-628.
- 種子田祖定勝・山田 勝(1948) 青野火山群の地質並びに岩石について. 九州大学理学部研究報告, 地質学 2: 54-76.