研究ノート

塩谷一内畑鉱泉群のイオン分析による比較水質調査

山本 勝博*・利安 義雄*・仲野 充**

1. 緒 言

和泉市南部の横山（よこやま）地区には、古くから『塩の湧く川』として東槇尾（ひがしまきお）川やその支流の1つである塩谷（しおたに）川の存在が知られている。この流域では昔から川の塩分濃度が高いため「農作物の成長が悪い」「ナメクジの害が少ない」などの興味ある話が伝わっている。また、実際にこの付近を調査してみると、河床から塩分と共に二酸化炭素や鉄分も出ていることが多い。古文書「和泉名所図絵」¹⁾においても、この地域に関して次のような記載がある。

「潮谷（うしほたに）…ニカ所あり。一は善正村（現東槇尾川に相当）、一は福瀬村（現塩谷川に相当）にあり。岩間より潮（うしほ）出る。故に名を呼。」平成6、7年に、この塩谷川を中心としたいくつかの泉源のイオン分析を行った。このときの調査結果では、多くの泉源が地理的にほぼ直線上に並んでおり、湧出してくる塩分は、その成分組成からみて、海水起源のものとは考えにくかった²⁾。

今回は、このときの調査に加え、鳥地獄（とりじごく）および岸和田市内畑（うちはた）地区の

調査を行い、塩谷一内畑鉱泉群のpHおよびEC測定、さらにイオン分析による比較水質調査を行ったのでここに報告する。

2. 調査地域の概要

大阪府南部における調査範囲を図-1（左上）に示す。約15km南には紀ノ川沿いに中央構造線が走っている³⁾。この地域を拡大したものを図-1（下）に示す。

この図-1に示された塩谷川は、川幅0.5m程度の小さな河川で、東槇尾川に合流している。

図-1で示したように、河内長野市には小塩（おじお）、汐滝（しおたき）があり、和泉市には東槇尾

図-1 和泉市・河内長野市・岸和田市における泉源と「塩」「汐」関連地名

* 大阪府教育センター Katsuhiko YAMAMOTO, Yoshio, TOSHIYASU

** 和泉市立和泉中学校 Mitsuru NAKANO

1999年6月26日受付

1999年8月25日受理

川や塩谷川の泉源がある。それぞれの泉源を結ぶと、ほぼ同一線上に並ぶ。

今回、新たに調査を行った和泉市横山地区の鳥地獄も、ほぼ同一直線上にあり、さらに岸和田市の内畑地区は、これらの延長線上にある。この内畑地区には内畑断層があり、東槇尾川―塩谷川は内畑―若樫（わかがし）断層から延びている九鬼（くき）断層が背後に迫っている。

また、かつては内畑地区を流れる牛滝（うしたき）川の泉源からラムネ工場があったほど、二酸化炭素が盛んに噴出していた。しかし、近年高速道路等の建設で二酸化炭素の噴出はほとんどみられなくなった。

〔調査地点とその様子〕

主な調査地点を写真1（次ページ）に示す。塩谷地区をA1～A6で、内畑地区をB1、B2で示した。

①塩谷川（A1、A2）：泉源付近の塩谷川で、川幅50cm程度の小河川である。鉄分を含むため河床は赤褐色に変色している。東槇尾川との分岐点より塩谷川の上流100m前後の所に塩谷―1（A1）および塩谷―2（A2）の泉源がある。泉源では、河床から二酸化炭素が発生している。

②東槇尾川（A3）：塩谷川と合流付近の東槇尾川である。この塩谷川との合流点より上流300mほどの所に多くの泉源（A3）がある。この泉源の塩分濃度は海水に匹敵するほどで、泉源群付近の河床から二酸化炭素が発生している。

③汐滝（A4）：石川水系の汐滝橋付近の泉源（A4）で、大きな岩の割れ目から二酸化炭素の発生がみられ、付近の岩肌には含まれている鉄イオン（II）が酸化して、析出した多量の酸化鉄（赤褐色）で覆われている。

④鳥地獄（A6）：泉源の中では、高台にあり、一辺が2～3mの井戸状に囲ってある（A6）。二酸化炭素の発生量は最大である。塩分および鉄分は比較的少ない。

⑤内畑―1（B1）：内畑地区のカラスの地獄谷付近の様子を示す。多量の鉄分が堆積して、辺り一面は赤褐色である。牛滝川の合流の手前で、特定の泉源は見あたらないが、山腹からのしぼり水が集まっている。

⑥内畑―2（B2）：牛滝川左岸の河床端にある泉源である。わずかに鉄分と二酸化炭素の発生がみられる。B1地点より200m程度下流に位置する。同様の泉

源が左岸に数カ所みられる。

なお、小塩（A5）は、旧錦溪（きんけい）温泉（河内長野市三日市町）の源泉井戸として使われていた。

3. 方法

3.1 pHおよびEC（電気伝導度）測定

主な鉱泉のpHおよびECをそれぞれ携帯型メーターを用いて、現地で測定した。

3.2 イオン分析

塩谷川の泉源―1、2および東槇尾川の泉源、汐滝（石川水系）については原子吸光法⁴⁾、鳥地獄および内畑についてはイオンクロマトグラフ法でイオン分析を行った。ただし、小塩の錦溪温泉⁵⁾については保健所のデータを用いた。

4. 結果および考察

4.1 pHおよびEC（電気伝導度）測定の結果

塩谷地区（A1～A5）では、pH6.4～6.9程度の弱酸性を示した。これは湧き出してくる鉱泉に二酸化炭素が溶解していると考えられる。なお、泉源よりも上流では、一般河川と同様のpH7.3～7.8を示した。さらに、湧き出した直後の源泉水はきわめて透明であるが、下流では空気に触れて褐色になっている。これは、泉源には多量の鉄イオンを含んでいるが、地中においては無酸素状態であるため湧き出した直後は透明な2価のイオンで、空気酸化により褐色の3価の鉄イオンに変化する（この現象は、内畑地区の鉱泉でも同様である）。

A1～A5の塩谷地区のECは、12100～20000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以上で非常に高い値を示した。塩分濃度の高い東槇尾において最高値となった。鳥地獄（A6）は、pH5.2、EC200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ でかなり酸性が強く、二酸化炭素でほぼ飽和されていると考えられる。

内畑地区（B1、B2）は、pH6.8～7.2とほぼ中性であった。鉱泉は二酸化炭素を含んでいるが、 Ca^{2+} も多く炭酸カルシウムが生じるためと考えられる。ECは、1050～1450 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であった。

4.2 イオン分析の結果

今回のイオン分析結果を、表1に示す。比較のため標準海水のデータも示し、以下、特徴的なデータについて考察する。

Na^{+} は、全般的にみて塩谷地区の方が高く（鳥地獄の8.29 mg/lを除く）内畑地区が低い。その中で、東槇尾の泉源からの湧水が7370 mg/lとほぼ海水の

①塩谷川 (A1, A2)

②東槇尾川 (A3)

③汐滝 (A4)

④鳥地獄 (A6)

⑤内畑一 (B1)

⑥内畑二 (B2)

写真1 調査地点の様子

11050 mg/lに匹敵する高濃度である。しかし、後に示す結果よりこの湧水起源は化石海水とも考えにくい。鳥地獄の湧水は、逆に8.29 mg/lと低濃度であり、ほとんど雨水起源と考えられる。この位置は高台で他に比較して標高も50~100m程度高く、周辺の塩

谷・東槇尾・汐滝とは異なり二酸化炭素のみが噴出し、深層の Na^+ に富んだ水はほとんど上昇してこないと考えられる。

K^+ は、全般的にみて塩谷地区が高く(鳥地獄の11.5 mg/lを除く)内畑地区が低い。高濃度のものは東槇尾の581 mg/lが目立っている。

Ca^{2+} は、全般的にみて内畑地区が330.6~367.7 mg/lと陽イオン中での割合が高い。塩谷地区はバラ

表1 塩谷一内畑鉱泉群のイオン分析結果 (mg/l)

	Na	K	Ca	Mg	Cl	Br	SO ₄	Mg/Ca	SO ₄ /Cl
塩谷一	747	48.3	212	53	1870	1.6	11.1	0.25	0.0059
塩谷二	1780	116	104	123	4240	1.99	1.4	1.18	0.00033
東横尾	7370	581	1142	330	14600	1.48	4.4	0.29	0.0003
汐滝	2030	96.6	214	57.4	3930	3.44	14.3	0.27	0.036
小塩	1918		384	142.9	3114			0.37	
鳥地獄	8.29	11.5	63.9	2.85	6.99		0.4	0.045	0.057
内畑一	74.7	19.4	367.7	124.6	40.8		95.2	0.34	2.33
内畑二	63.7	5.39	330.6	122.8	13.9		289.6	0.37	20.8
海水	11050	416	422	1326	19870	68	2650	3.14	0.13

ツキが大きく、東横尾は1142 mg/lと高いが他は全般的に低い（鳥地獄は63.9 mg/lと極端に低い）。

Mg²⁺は、Ca²⁺と全く同じ傾向で、全般的にみて内畑地区が122.8～124.6 mg/lと高い。塩谷地区はバラツキが大きく、東横尾は330 mg/lと高いが他は全般的に低い（鳥地獄は2.85 mg/lと極端に低い）。

Mg²⁺/Ca²⁺は、塩谷一2の1.18が海水の3.14に比較的近い値を示しているが、他は0.25～0.37の範囲で一定している（鳥地獄の0.045を除く）。塩谷と内畑地区での差はほとんど認められない。

Cl⁻は、Na⁺と全く同じ傾向で、全般的にみて塩谷地区が高く（鳥地獄の6.99 mg/lを除く）内畑地区が低い。その中で、東横尾の泉源が14600 mg/lとほぼ海水の19870 mg/lに匹敵する高濃度であった。

Br⁻は、内畑地区ではイオンクロマトグラフの結果には現われず、小塩もデータがないので不明である。塩谷地区の1.48～3.44 mg/lの結果は、海水の68 mg/lと比べてあまりにも少ないことは、化石海水でない1つの論拠である。

SO₄²⁻は、全般的にみて内畑地区の特徴がよく現われており、95.2～289.6 mg/lと極めて高い値を示している。塩谷地区は1.4～14.3 mg/lと極端に低い（鳥地獄は0.4 mg/lとさらに極端に低い）。

SO₄²⁻/Cl⁻は、それぞれの水質をはっきりと現している。海水の0.13に対して、塩谷地区では0.0003～0.0059、鳥地獄は0.057、内畑地区では2.33～20.8となった。いずれも、起源が化石海水ではないと考えられる。

4.3 主な鉱泉のレーダーチャートによる比較

各泉源から湧出する鉱泉のNa⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻、Cl⁻のレーダーチャートを作成した（塩谷一2と内畑一を除く）。全体的にいえることは、塩化ナトリウムを主成分とする塩谷地区の鉱泉

（塩谷一1、塩谷一2、東横尾、汐滝、小塩）は、濃度差はあるがほぼ同形のチャートになった（図一2の①、②、③、④）。これらを海水（図一2の⑦）と比較してみると、Na⁺とCl⁻はよく似ているが、Mg²⁺とSO₄²⁻がほとんど含まれていないことが分かる。

次に塩谷地区と内畑地区を比較してみると（たとえば図一2の①と⑥）、濃度は大きく異なるが、チャートは全く違ったものとなる。塩谷一1では、Na⁺、Cl⁻が主成分で内畑一2では、Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻が主成分であることが分かる。

最後に鳥地獄のチャート（図一2の⑤）は、Ca²⁺が幾分含まれるものの、全体的に非常に濃度が薄く、A1～A5の塩谷地区およびB1、B2の内畑地区とも全く異なった形状となった。

5. まとめ

A1～A5は、それぞれの泉源ごとにイオン濃度の絶対値は異なるが、相対的な比率はよく似ており、同一起源の食塩泉と考えられる。しかもそれぞれの泉源を結ぶと同一直線上になることから、この辺りに走っている断層とも考え合わせて同一起源のものであることを示唆している。標準海水のイオン組成と比較して、Ca²⁺が多く、Br⁻・SO₄²⁻が少ない。海水からのずれは、Ca²⁺で5～10倍多く、Br⁻は10分の1程度でSO₄²⁻は痕跡程度である。これからも日本のほとんどにみられる海水起源の食塩泉とは異なっていることが推定される。

また、鳥地獄は、地理的には塩谷地区に属するが高台にあり、その泉源水についてすべてのイオン量が少ないことから、その起源は雨水であろうと考えられる。噴出しているのは、岩間のクラックを通じて上昇してきた多量の二酸化炭素で、泉源水は、溜

まっても流れ出すような状態ではない。

内畑地区は、塩化ナトリウム量は少なく、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} が多い。外見は、塩谷地区と同じように鉄分を含む湧水であるが、その起源は、地下花崗岩帯の岩質の違いによるものと考えられる。

日本全国の温泉の内、食塩泉の99%は海水起源であるが、海水に由来しない食塩泉は、全国で数カ所だけである。その1つが、河内長野市の石仏（いしほとけ）地区の鉱泉群である。その他には、有馬・

宝塚地区と長野県の南アルプスの山間部にある鹿塩（かしお）地区が知られている。今回の塩谷地区は、石仏地区の鉱泉群に地理的に非常に近い。また、河内長野地区、有馬・宝塚地区、長野県鹿塩地区も中央構造線上の西南日本内帯に属し、その内部側での食塩泉でもあるので、この起源は、地下深部の領家花崗岩帯の変成に関連しているものと考えられる²⁾。

参考文献

- 1) 秋里雛嶋編：「和泉名所図絵」（寛成8 1796）復刻版 柳原書店（1976）
- 2) 利安義雄：「地域と学校をつなぐ地域自然環境を題材とした環境教育教材の開発と指導法」平成6，7年度文部省科学研究費補助金（一般研究C）研究成果報告書（1996）
- 3) 日本の地質『近畿地方』編集委員会：「近畿地方」共立出版（1987）
- 4) 市原実：「大阪とその周辺地域の第4紀地質図について」アーバン・クボタ30（1991）
- 5) 富田林保健所：「コウヤミネラルフーズ社の水質検査書」（1991）