

## 温泉を活用した大学教育の一実践例

飯盛啓生<sup>1)</sup>, 飯盛和代<sup>2)</sup>

(平成 21 年 5 月 8 日受付, 平成 21 年 7 月 31 日受理)

### Education on Hot Springs for College Students

Hiroo ISAGAI<sup>1)</sup> and Kazuyo ISAGAI<sup>2)</sup>

#### Abstract

Almost students think that hot springs have a popular tourist attraction, and their knowledge about the scientific nature, such as chemical characteristics and origin of hot springs is very limited. This lack of knowledge may be caused by the fact that the students have not been formally educated on hot springs. Thus the class students on hot spring were conducted for the purpose of cultivating a scientific interest in hot-spring water. The lecture on this subject, which was prepared from the information collected in our studies, appealed to the students and proved to be an effective learning program. Further, the visual materials such as the photographs and figures used in the lecture enhanced the students' understanding of the subject. During the class, the students also performed the analysis experiment on hot-spring water samples. This experiment helped the students learn the chemical characteristics of hot-spring water. Moreover, the experiment gave a sense of achievement to the students and thus, increased their desire to study on hot springs.

Key words : Hot spring, University education, Educational resource, Learning effect

#### 要 旨

一般に、学生は温泉を「観光地」としてとらえており、その水質や成因などの科学的なことに関してはほとんど知らない。この理由として、これまで大学生は温泉に関する教育をほとんど受けていないためと考えられる。そこで、地域の温泉の啓蒙と科学的視点からの正しい知識を涵養することを目的として、温泉をテーマにした授業を大学生に対して行った。温泉をほとんど知らない学生の教育には写真や図などの視覚に訴える教材は効果的であった。また授業において著者らの研究内容を入れることにより学生の関心を深め、教育効果を高めることができた。さらに授業の中に講義のみでなく、温泉水を分析する実験をとり入れることにより、温泉の化学的性質を理解させ、学生の達成感や意欲を高めることができた。

<sup>1)</sup> 鹿児島大学理学部 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-35. <sup>1)</sup> Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35, Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan.

<sup>2)</sup> 西九州大学こども学部 〒840-0806 佐賀県佐賀市神園 3-18-15. <sup>2)</sup> Department of Children, Nishi-Kyushu University, 3-18-15, Kamizono, Saga 840-0806, Japan.

キーワード：温泉，大学教育，教育資源，学習効果

## 1. はじめに

温泉は学生にとって「観光地」として関心があるが、その水質や成因などの科学的なことに関しては、ほとんど知らない。「水」に対する学生の関心は非常に高く、河川水や飲用水については卒業研究のテーマにすることも多い。しかし、温泉については河川水や飲用水のように興味を示さない。そこで授業の一部に温泉に関する内容を入れ、学生の反応をみたところ、温泉に興味を持ち、さらに温泉に関してのテーマで卒業研究を行う学生がみられた。これらのことから学生は温泉に関する教育はほとんど受けていないものと考えられる。

1960年代の高度経済成長により、豊かな物質社会がつくられ、経済的余裕も出来、温泉の開発も盛んになった。利用の形式も湯治をするといった長期滞在型の施設から、レジャーを兼ねた日帰り型の施設が数多く開発され、これに伴って、温泉の枯渇の問題も生じた。マスコミでは多くの温泉が紹介されるようになり、身近な存在となった温泉について科学的視点からの正しい知識を持つことは大切であると考え。先に古田(2004)は「安全で快適な温泉利用には利用者の温泉についての正しい知識が必要である。しかし学校教育においては温泉を理解するために必要な学習内容は現行の学習指導要領への移行時にほとんど削除され、温泉の教育普及面においての衰退が見られる」と報告した。また、鈴木ら(2008)は、小学校での出前授業「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト」において温泉を教材にした取り組みについて報告している。

したがって、温泉についての教育は必要であると考え。しかし、大学における温泉を教育資源とした教育・研究についての報告は見当たらない。そこで、今回、佐賀短期大学くらし環境学科において、「環境科学」と「社会地球科学」の中で温泉を活用した教育・研究を行なったので報告する。大学における温泉教育は温泉についての正しい知識を涵養し、将来、研究、行政、企業等の色々な場で温泉に関わる人材の育成にも繋がるものと考え。

## 2. 温泉教育の取り組み

### 2.1 温泉についての学生の意識調査

学生の温泉についての認識度を知り、授業内容を構築する際の参考にするため「環境科学」(15週実施2単位)の第12週目の講義の中の30分間を意識調査の時間に充てた。受講者数17名全員から回答を得た。それについて下記に記述した。

#### ① 温泉は好きか否か

「好き」と答えた学生は15名で「あまり好きでない」と答えた学生は2名であった。好きではない理由としては、「臭い」という回答であった。温泉の硫化水素臭が好まれていないようである。

#### ② 温泉水と風呂水との違いについてどのように考えているか

温泉水には何かの成分が含まれていると思うと答えた学生が17名全員であった。

#### ③ 温泉水に含まれる化学成分にはどのような成分があるか。

イオウが含まれる(15名)、マグネシウムが含まれる(1名)、知らない(1名)であった。

学生は温泉の化学成分を理解できていないことがわかった。

#### ④ 知っている温泉について

武雄、嬉野、伊万里、古湯、野田温泉などや七山、吉野ヶ里などの比較的新しく、日帰りで気軽に入浴できる佐賀県の温泉が多く、次いで大分県の由布院や別府温泉、鹿児島県の霧島温泉など九

州の温泉をあげた。学生は居住地近くの温泉はいくつか知っているが遠方の温泉はほとんど知らないことがわかった。

これらの調査はすべての学生についての意識を反映しているものではない。あくまでも筆者らが担当する「環境科学」や「社会地球科学」の授業を受講する学生の温泉についての認識度を知り、授業の参考資料としたものである。授業を展開する前にこのような簡単なアンケート（調査）を行うことは授業をスムーズに進めるために良い方法である。今回のアンケート（調査）からほとんどの学生は温泉水中に家庭の風呂とは異なる何らかの化学成分が存在することを漠然と意識しているものと考えられる。温泉の化学成分についてはイオウを含んでいると認識している学生がほとんどであった。その理由を尋ねたところ、2005年に秋田県泥湯温泉で起こった有毒ガス（硫化水素）による大事故の影響が大きいことがわかった。

## 2.2 授業の展開

### 2.2.1 「温泉」の導入を考慮した教育

大学においては学生の自主性と自己啓発力を育成するために大学独自の多彩なカリキュラムが用意され、各大学の特色を示す科目もある。各大学の教育理念に沿った教育目標を具現化する科目の設置もあり、担当教員の専門分野を講義するオムニバス形式の授業もある。そのため担当教員の研究成果を反映させた独創性を持った授業を提供することができる。

温泉についての導入部分の講義は佐賀短期大学くらし環境学科の「環境科学」の講義の中に2コマ（90分の2回）の時間を充て実施した。その際に用いた資料の一部を図1～図3に示す。まず、温泉水となることができる条件（図1）、温泉の分類（図2）についてそれぞれ話した。ほとんどの学生は、温泉水は水温が高いと認識しており、泉温が25℃以上でない場合でも含有される化学成分の量によって温泉水になることを知らなかった。

身近にある温泉を紹介する一手段として、それぞれの地域に湧出する温泉には色々な伝説が多いことから佐賀県の代表的な温泉である武雄温泉、嬉野温泉、古湯温泉について、それら温泉の歴史および温泉にまつわる伝説について話した（図3）。学生は伝説の中で言われている湯治の効果にも興味をもった。温泉には色々な効能があり、佐賀県の古湯温泉は近くの熊の川温泉とともに国民保養温泉地に指定されており、古湯温泉には温泉を利用した医療施設があることも話した。学生はさ

温泉法に基づく温泉	
1. 温度-----	季節に関係なく25℃以上
2. 溶存物質-----	1 kgの水の中に1 g以上あること
3. 特殊な化学成分を含む----	遊離炭酸, リチウム, ストロントチウム, バリウム, 鉄, 臭素, ヨウ素, フッ素, 総ヒ素, 硫黄, ホウ酸, 炭酸水素ナトリウム など

温泉として認定されるには温泉法で決められた条件を満足  
(どれか一つでよい)

図1 温泉法に基づく温泉の定義

<p><b>物理化学的性質で分ける</b></p> <p>1. 温度----普通の地下水と同じ水温(25°C未満)の場合は冷鉱泉と呼ばれる</p> <p>2. pHで分ける----酸性, 中性, アルカリ性</p> <p>3. 浸透圧の大きさを分ける(含まれている溶存物質の量) ----低張性, 等張性, 高張性</p> <p><b>療養泉の泉質で分ける(含有する化学成分に基づいて分類)</b></p> <p>1. 塩類泉---ナトリウム塩化物泉, 炭酸水素塩泉, 硫酸塩泉</p> <p>2. 単純温泉---泉温25°C以上で溶存物質量が1 kg中に1 g未満</p> <p>3. 特殊成分を含む---酸性泉, 鉄泉, 放射能泉, 炭酸泉(二酸化炭素泉), 硫黄泉</p>
---

図 2 鉱泉分析法指針に基づく温泉の分類

**温 泉 と 伝 説**

<p>1. 武雄温泉</p> <p>発見者: 神功皇后が太刀の柄を岩に突きさして湧き出た。 豊臣秀吉が朝鮮出兵の際、負傷兵を治療した。</p> <p>2. 嬉野温泉</p> <p>発見者: 神功皇后が川の中で羽を癒していた白鶴を見た。 負傷兵の傷がすぐに癒えたので“あな嬉しや”といわれた。</p> <p>3. 古湯温泉</p> <p>発見者: はるばる中国から不老長寿の薬を探しに来た徐福が、 苔むす岩の間から温泉が湧出しているのを発見。 鶴が脛を浴して元気に飛び去った。</p>
---

図 3 佐賀県内における温泉と伝説

らに温泉について学ぶ意欲を示した。地域の温泉の紹介には写真を用いた。温泉をほとんど知らない学生の教育には写真や図などの視覚に訴える教材は効果的であり、温泉教育への導入に効果があったものとする。

近年、化石燃料の使用によって、地球環境に大きな影響を与えることが指摘されることから、色々なエネルギー利用の提言がなされている。温泉熱の利用もその中の一つである。地熱を利用した花卉栽培、佐賀県の嬉野温泉の温泉豆腐は温泉水中の化学成分が関係していることなどについても説明した。温泉の講義後の評価は「温泉について知ることができてよかった」、「温泉について今までと見方が変わった」、「温泉から地球の不思議を感じた」、「温泉に行きたい」などの意見があった。時間的制約があり「温泉」の概要を講義したのみで十分な内容であったとはいえないが、温泉の啓蒙と温泉を科学的に理解するための導入教育という目的で実施した今回の取り組みは、学生の

評価から一応の教育効果があったものと受け止めている。

### 2.2.2 専門教育科目の中での「温泉」をテーマにした教育

筆者らは佐賀短期大学くらし環境学科の「社会地球科学」(講義)の中においても「温泉」についての講義および実験を展開した。講義の中で「温泉」の講義に充てた時間は3コマ(90分の3回)である。その主な内容について下記に示した。

#### ○九州の温泉

学生の居住地である九州の温泉と佐賀県の温泉の特徴について講義を行った。九州の温泉は大山火山帯や霧島火山帯に沿って分布している。このことを図4によって説明した。主な内容は大山火山帯には地熱発電所があり、別府温泉、雲仙温泉、九重地域の温泉など湯量が豊富で泉温が高い温泉が存在する。霧島火山帯には霧島温泉や人吉温泉など大山火山帯の温泉と同様に、泉温が高く、湯量が多い温泉が湧出している。学生はこれら九州の温泉は火山帯との関係が密接であり、泉温はマグマ熱の伝達に起因し、湯量が豊富で高温の温泉が湧出するのが特徴であることを理解した。

九州の温泉の湧出機構については資料を参考に説明した。雲仙岳周辺の温泉については太田(1984)、鹿児島県の桜島近郊の温泉については鹿児島県教育地質調査団(1981)、さらに鶴見岳火山と温泉(別府温泉)の関係については京都大学理学部(1986)の資料をそれぞれ参考にし、講義で説明するための資料を作成した。これらの資料を図5(a)1~5(c)に示した。学生はそれぞれの温泉の湧出機構が異なることを資料から理解した。文章で書かれた資料を配布するより、図解することによって学生の理解度を増すことができた。

#### ○佐賀県の温泉

学生のほとんどが居住する佐賀県の温泉について詳しい説明をおこなった。佐賀県の温泉の湧出

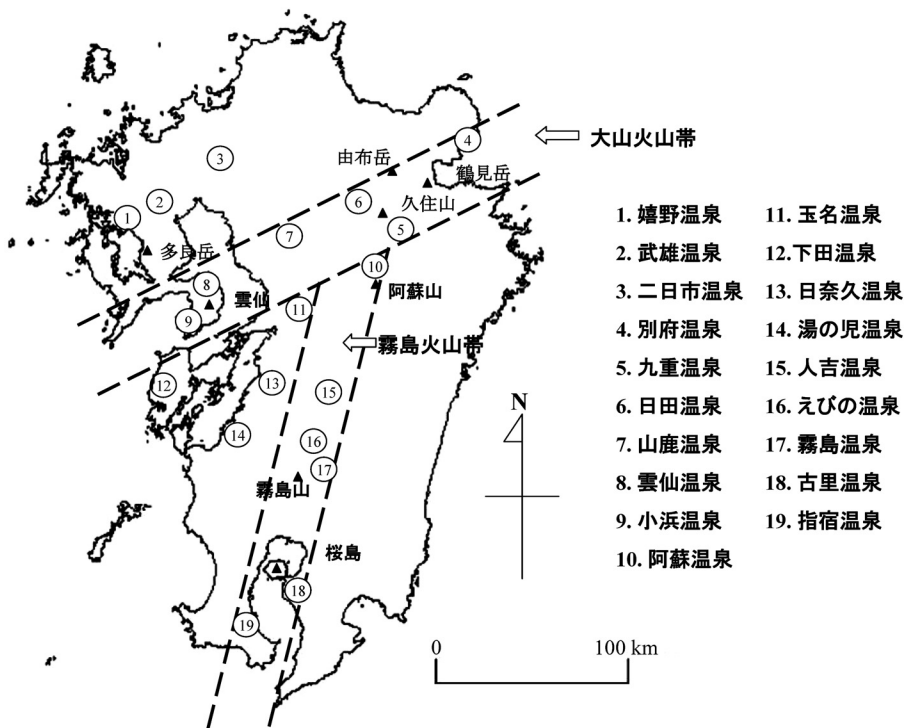


図4 九州の温泉

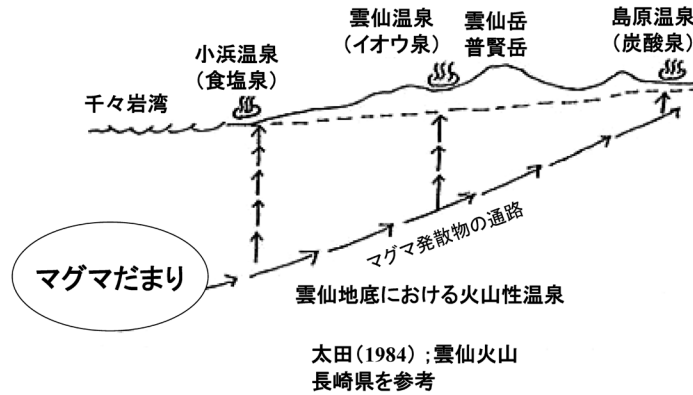


図 5 (a) 雲仙岳周辺の温泉の湧出機構

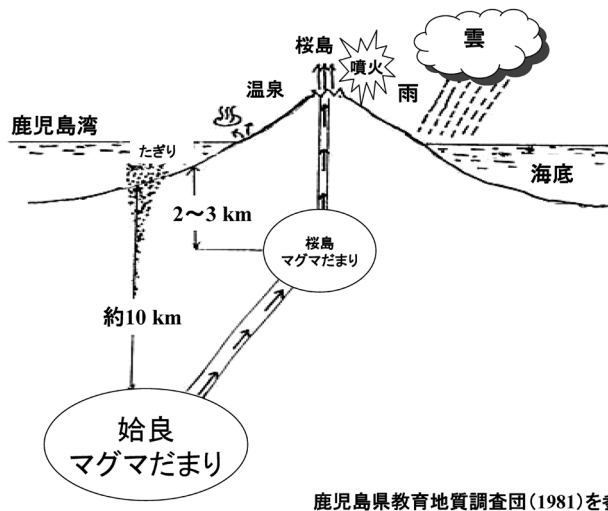
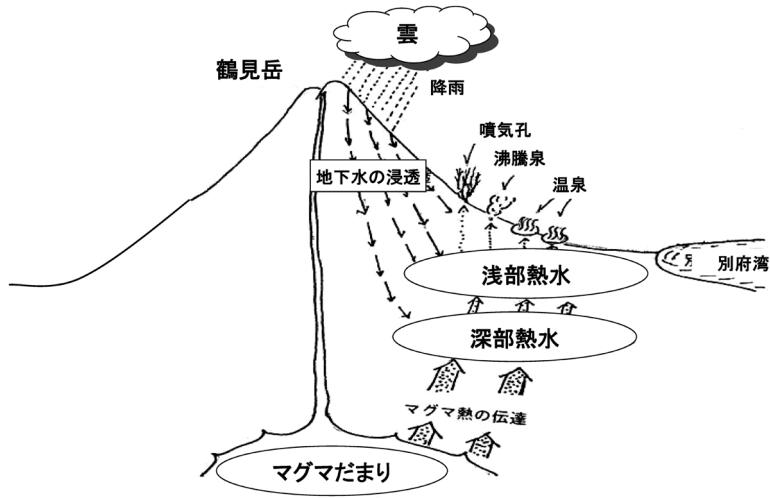


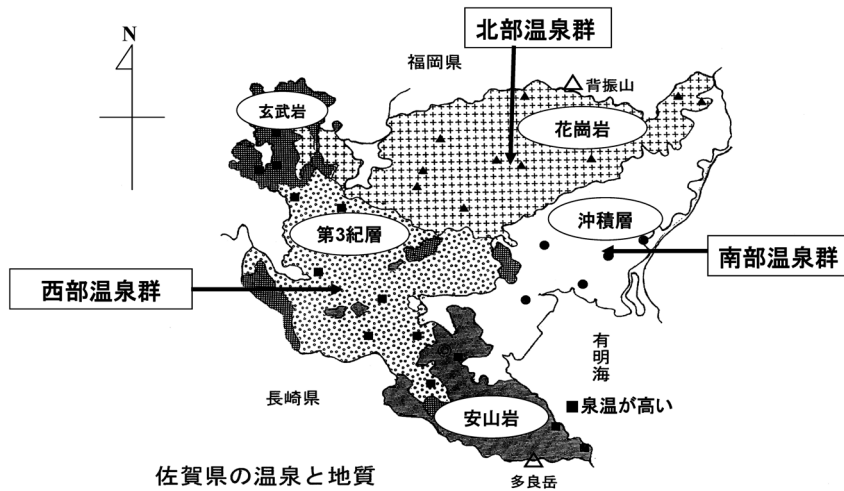
図 5 (b) 桜島周辺の温泉の湧出機構

地を図 6 に示した。佐賀県の温泉は自噴する温泉は少なく、ほとんどが掘削である。また、佐賀県の温泉は大きく三つに分けて考えられ、それぞれに特徴がある(飯盛・飯盛, 1997; 飯盛, 1983; Isagai and Isagai, 1988; 飯盛ら 1987, 2005)。この概要は図 7 に示した。九州に湧出する温泉であっても各地域によって水質が異なる温泉が湧出することを理解させるために、佐賀県の温泉と鹿児島県の温泉の特徴を図 8 (露木, 1992; Isagai, 2008a) において比較し、説明を行った。ここでの比較は代表的な事項のみにし、詳細についての説明は行っていない。鹿児島県と佐賀県の大きな違いは火山の有無によることである。鹿児島はシラス台地に湧出する温泉が多い。佐賀県の特徴は最近の掘削技術の進歩により有明海干拓地の軟弱地盤と言われるところに掘削された温泉が湧出することである。鹿児島県と佐賀県を比較した理由は、筆者らの過去の研究成果を教育に生かすためである。実際に研究した成果に基づき、講義すると内容が豊富であり、学生を魅了する力が大きいことがわかった。



京都大学理学部(1986)を参考

図 5 (c) 大分県鶴見岳周辺の温泉(別府温泉)の湧出機構



佐賀県の温泉と地質  
飯盛・飯盛(1997);飯盛ら(2005)を参考

図 6 佐賀県の温泉の湧出地と地質

○化学成分

温泉水には化学成分が溶解しており、温度や圧力の変化を受けてスケールが生成する。このスケールについては実物を見せ説明を加えた。学生はスケールを手にとって観察し、ノートにそれを写生し、記録した。スケールの化学成分について学習し、温泉の送水管に付着すれば温泉水の供給に影響がでること、湯船中のスケールの破片によって怪我をする場合もあることなどを学んだ。実物や視覚に訴える教材は学生に感動を与え、理解度を深め、教育効果を高めることができることがわかった。時間が許せば現地見学を入れた授業がさらに教育効果を高めることができると考える。



### <佐賀県の温泉の概要>

泉源の自噴は少なく掘削が多い。南部温泉群, 北部温泉群, 西部温泉群に大別することができる。

**南部温泉群:** 有明海干拓干潟地の佐賀平野(軟弱地盤)に湧出する温泉群  
この地層は砂質と粘土質の互層からなる。深度が深い。泉温は 25~58.7℃。(白石、諸富、牛津等)

**西部温泉群:** 多良岳の火山活動に由来するもの(安山岩地帯)と第3紀層に由来する(堆積岩地帯)ものがある。(塩田、平谷、鹿島、嬉野、武雄等)  
安山岩地帯に湧出の泉温80℃以上、堆積岩地帯に湧出20~50℃

**北部温泉群:** 佐賀県北部と福岡県との県境、花崗岩地帯に湧出する温泉でありラドンが含まれている。泉温は16.0~36.0℃。(古湯、熊の川、仁比山、七山等)

図 7 佐賀県の温泉の概要

### 温泉の水質は湧出地域によって異なる (一例)

#### 鹿児島県

- 火山起源のイオウの多い温泉で、泉温が高い。
- 含有成分が多く、硫酸酸性の温泉が多い。
- ほとんどが自噴である。
- シラス台地に湧出

#### 佐賀県

- 非火山性の温泉が多く花崗岩地域の温泉はラドンが含まれている。
- 泉温が低い温泉が多い。
- ボーリングして汲み上げが多く自噴が少ない。
- 最近是有明海干拓地にも掘削

図 8 鹿児島県と佐賀県の温泉の特徴

### 2.2.3 実験

社会地球科学においては講義のみでなく簡単な実験を取り入れた。この実験は1コマ半(135分)をあてて行った。今回実験を取り入れた教育の目的は学生が温泉に興味を持ち、さらに科学的な知識を少しでも得ることができればと考えて実施した。

試料として佐賀県内の温泉水、地下水、河川水、を用いた。これらの試料中から温泉水を選び、選んだ理由について述べるように指示した。指導者は学生が温泉水の特徴を見分けやすいように考慮して実験試料を用意した。今回は佐賀県北部に湧出する pH、アルカリ度および電気伝導率が高い温泉を試料とした。学生が自分でそれぞれの試料から温泉水を選ぶことにより、温泉水について興味を持つことを期待した。

実験は筆者らが担当の環境基礎分析実験(主な内容は河川水の分析)において pH メーター、電気伝導率計、滴定などの実験の基礎はすでに学習しているため、スムーズにおこなうことができた。測定する成分は pH、電気伝導率、アルカリ度とし、カルシウムイオン、マグネシウムイオンについては既に分析しておいた測定値を参考値として示した。測定項目は教育の目的を十分に得られること、さらに限られた講義時間内で実験が終了することを考慮して選定した。今回の測定項目は環境基礎分析実験において既に河川水の分析を通して学習しているが、学生の習熟度には差があり、得



意とする者ばかりではなく、十分に理解していえるとは言い難い。そのため、pH、電気伝導率、アルカリ度、岩石の風化などの地球化学的な意味について再度基礎的内容からの説明を行った。アルカリ度 (pH 4.8) の測定はメチルレッド-ブロムクレゾールグリーン指示薬を加え、0.02 M HCl 標準溶液を用いて行った。今回は得られたアルカリ度の測定値から炭酸水素ナトリウムを求めるにあたって、計算式を与え、これに数値を入れることにより算出させることにした。試料水を  $V$  ml、消費した酸標準溶液量を  $A$  ml とすると、炭酸水素ナトリウムの濃度  $B$  mg/L は

$$B = 0.02 \times \frac{1000}{V} \times A \times 84 \quad \text{であらわすことができる。}$$

上記の式から得られた値を温泉法で決められた値と比較した。学生は自分で分析した値とすでに報告された佐賀県の温泉の化学成分の値と比較し、結果をレポートにまとめた。全ての学生が温泉水と他の試料 (河川水、地下水) とを区別することができた。レポートにおいて、「電気伝導率が高く溶解化学成分の値が高い。アルカリ度が高く温泉水になることができる ( $\text{HCO}_3^-$  の濃度の基準値以上である。)」と述べ、自分で温泉水と判定したことで満足した様子がうかがえた。この講義についての学生の主な評価は「温泉水と他の水を区別することができて嬉しかった」、「座学より実験をとって自分で考えることができたので温泉についてこれからは成分表を見るようにしたい」「温泉とは水の温度だけで決めていると思っていたが実験を通して、溶けている化学成分が違うことを知ることができた」などであった。講義に実験を取り入れた今回の試みは、学生の評価から「学生が温泉に興味を持ち、さらに科学的な知識を少しでも得る」という教育目的を果たすことができたと考えられる。

### 2.3 温泉と環境教育

今回は社会地球科学の中での講義であることも考慮し、「温泉と環境」についての学習も実施した。温泉は風光明媚な自然環境に恵まれた地域からの湧出が多い。環境問題が取沙汰される昨今において温泉排水についても気配りが必要になった (酒井, 2003)。温泉排水についてはそれに含まれる金属の問題があり、2003年には「水生生物の保全に関する環境基準」が制定され、全亜鉛が環境基準となった。筆者はこれまでに鹿児島県のシラスへの金属の吸着について亜鉛、銅の基礎的研究を行い (Isagai, 2008a)、さらに霧島の温泉排水の環境への影響について研究を行った (Isagai, 2008b)。そこで、これらの研究の一部を講義に用い、温泉排水中の亜鉛はシラスに吸着されるが、その自然界における吸着する力 (吸着能) もいつかは限界があるかもしれないということを説明した。このことから、環境へ配慮した生活は温泉排水も例外ではないと考えられるということを伝えた。

講義の最後に、温泉掘削時の火災事故、利用施設での事故も起こっていること (西村, 2008) を話し、温泉利用に関しては現場の情報や注意事項に留意する姿勢が必要なことを伝えた。

## 3. ま と め

温泉を資源とした今回の教育・研究の試みにより下記の結論を得た。

- 1) 一般教育科目における温泉の導入には、科学的 content から始めるより温泉にまつわる昔話や歴史を話すことから始めると学生がより興味を示し、教育効果を高めることができた。
- 2) 温泉をほとんど知らない学生の教育には写真や図などの視覚に訴える教材は効果的であった。
- 3) 講義のみでなく実験を取り入れた授業は、学生の達成感や意欲を高めることができた。温泉水を実際に分析することにより温泉の化学的性質を理解することができた。また、座学の授業形態に実験を取り入れた体験型授業を実施する場合は、講義時間内に終了するように、指導者の綿密な

準備が必要である。

4) 教育者の研究成果を入れて授業を展開することは学生の関心を深め、教育効果を高めた。

温泉は身近な存在であるが、その科学的なことについては一般的にほとんど知られていない。大学において近縁科目の 15 コマの中に 2~3 コマ導入することで地域の温泉の啓蒙と科学的視点からの正しい知識を涵養することができた。

今回、筆者が対象とした佐賀短期大学のくらし環境学科は平成 21 年度から学生の募集を行わないことになった(佐賀短期大学は西九州大学短期大学部に名称変更)。今後は同学園の西九州大学に新設されたこども学部の中の、「地球環境科学」、「地域環境演習」などの講義科目の中で今回の結果を参考に「温泉の教育」を実施したいと考えている。

## 引用文献

- 古田靖志 (2004) : 温泉はどのように理解されているか. 温泉科学, **54**, 65-74.
- Isagai, H. (2008a) : Adsorption of zinc in hot spring waters on Shirasu. *J. Hot Spring Sci.*, **58**, 73-80.
- Isagai, H. (2008b) : The basic study on the adsorption of zinc (II) and copper (II) on Shirasu (the phroclastic flow). *Analytical Sciences*, **22**, 395-399.
- 飯盛喜代春 (1983) : 佐賀県西部温泉群の地球化学的研究. 温泉工学会誌, **18**, No 1, 11-21.
- Isagai, K. and Isagai, K (1988) : Radon concentration in waters in some area of granite intrusion in various ages. *Japanese Journal of Limnology*, **49**, No. 4, 269-279.
- 飯盛喜代春, 飯盛和代 (1997) : 佐賀県温泉の地球化学的研究. 西九州大学・佐賀短期大学紀要, **27**, 203-208.
- 飯盛喜代春, 古賀昭人, 寺町貴弘, 藤永正弘, 飯盛和代 (1987) : 佐賀県温泉の水質特性と熱源の探索 嬉野温泉について. 温泉工学会誌 **21**, 14-27.
- 飯盛和代, 田中知恵, 飯盛喜代春 (2005) : 佐賀県南部低平地の温泉の化学組成. 温泉科学, **54**, 147-154.
- 鹿児島県教育地質調査団 (1981) : かがしま茶の間の地球科学 (第 1 編). 33, 南郷出版, 鹿児島.
- 京都大学理学部 (1986) : 京都大学理学部附属地球物理学研究施設要覧, 6, 京都大学, 京都.
- 西村 進 (2008) : 温泉法改正に伴う〇〇温泉の検討. 温泉科学, **58**, 111-113.
- 太田一也 (1984) : 国立公園「雲仙」指定 50 周年記念 雲仙火山 地形・地質と火山現象, 46, 長崎県, 長崎.
- 酒井幸子 (2003) : 温泉排水規制について. 温泉科学, **53**, 33-47.
- 鈴木隆広, 岡崎紀俊, 柴田智郎, 村山康司, 佐藤達也 (2008) : 温泉を使った小学校での出前授業—サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト—. 温泉科学, **58**, 40-47.
- 露木利貞 (1992) : 九州における温泉と地質—鹿児島の温泉を中心として—. 16-75, 徳田屋書店, 鹿児島.