

## 日本における温泉化学の系譜

—東京大学を中心にして—

綿 拔 邦 彦<sup>1)</sup>

## Historical Approach on Hot Spring Chemistry in Japan

—Refer to the Persons Belonging the University of Tokyo—

Kunihiko WATANUKI<sup>1)</sup>

### Abstract

History of spring chemistry is described mainly referring to person belonging The University of Tokyo from Meiji era. The research is going to qualitative to quantitative and analysis major component to minor one, including gas and radioactive materials. The analysis of isotopes such as hydrogen, oxygen and sulfur clarify the source of hot spring water.

Key words : History, Person, Hot Spring Chemistry, Japan

### 要 旨

明治以降, 日本における温泉化学を人脈を辿りつつ, どのように進歩発展してきたのか述べてみた. 人脈は東京大学を中心とした. 温泉水などの定性的研究から微量成分や放射性物質の定量へと進み, さらに, 水素, 酸素, 硫黄などの同位体による解析から水の起源の推定へと発展した.

キーワード : 歴史, 人物, 温泉化学, 日本

### 1. はじめに

わが国における温泉化学がどのように発展して来たのかを人脈をたどりつつそこで得られた成果を述べてみたい. 明治以前は科学史に譲ることにして, 明治10年(1877)東京大学が発足してからの流れを辿ることにする.

### 2. 創 世 期

化学科初期の教師として来日したダイヴァース (Divers, E., 1837-1912) から話を始めることにす

---

<sup>1)</sup> 東京大学名誉教授 〒242-0003 神奈川県大和市林間 1-20-20. <sup>1)</sup> Professor Emeritus, The University of Tokyo, Rinkan 1-20-20, Yamato-shi, Kanagawa 242-0003, Japan.

る。彼は明治6年から(1873年)に来日し、1899年帰国したが、1886年より帝国大学理科大学の教師となり、13年間その職にあった。亜硝酸の発見や亜硫酸とその反応生成物の研究で有名であるが、温泉の研究もある。医学部のベルツ(Balz, E.)の影響があったと思われるが、群馬県草津温泉を訪れ温泉水の分析を試みている。温泉中に硫酸塩や塩酸、燐酸が含まれている事や、硫化水素の存在、硫化ヒ素の沈殿物が微量であるが存在することを報告している。ダイヴァースの功績を称えるため、東京帝国大学名誉教授の称号が贈られ、1900年7月には胸像がつくられた。これはいまでも東京大学理学部化学教室に現存する。ダイヴァースを助けたのが、埴和爲昌(1856-1914)で彼の指導の下飯盛里安、柿内三郎、青木芳彦により1909年渋黒温泉(現在の秋田県玉川温泉)の北投石の分析がおこなわれた。飯盛の記録によると、埴和は北投石の分析に関し“この鉱物の分析は難物だよ、まず最初は、炭酸曹達の飽和溶液でよく煮沸してから、固体の塩化アンモンを良い加減加えて、ときどきよく振とうして、なるべく暖かい場所に放置しておけば、大概分解してしまうと思うからやってみたまえ”と指示したという。

埴和の後を継いだのが柴田雄二(1882-1980)で、最初有機化学を志したが、無機化学を担当するようにと命を受け、ライプチヒ大学のハンチ(Hantzsch, A.)の研究室で1年を過ごしたのち、1911年チューリッヒ大学のウエルナー(Werner, A.)の下で錯体の研究を行った。1913年ノーベル賞を受賞したウエルナーに貢献した。1913年パリ大学(ソルボンヌ)のユルバン(Urban, G.)の下に移り、当時最新の分光写真機を用いコバルト錯体の研究を行った。この吸収スペクトルの研究は柴田が帰国後この分光器を輸入して、スペクトルの研究を進展させ発光スペクトルによる微量元素の検出をおこなった。

1920年東洋産含希元素鉱物の化学的研究に着手した。1926年国民新聞に初めて“地球化学”の言葉を用いた。以下にその一部をしめす。

“生物体の研究が生理学に始まり、今日生化学の時代に入ったように、吾人がその上に安住する地球の研究も順序を踏んで進むのは当然であろう。誰でもまず物を手にすれば、とにかくその物理的性質を調べ、その成分の問題に入る。地球物理学(Geophysics)がまず興って地球化学(Geochemistry)がこれに続かなくては地球の研究は完全には行われぬ…”

それ以後、日本の火山、温泉などの地球化学的研究が推進された。また昭和初期から古文化財の化学的研究にも興味をしめした。1927年帝国学士院恩賜賞をうけた。1940年から、新設の名古屋大学理学部の学部長、1947年からは東京都立大学の総長として、大学の発展に尽力した。1962年文化功労者の榮譽を受け、1963年には日本学士院の院長になった。

### 3. 柴田門下

柴田門下は多士済済であるが、ここでは年代順に温泉化学に関係の深い人をあげる。( )内は東京大学理学部化学科の卒業年次である。

木村健二郎(大正9年)柴田の指導のもと、東洋産含希元素鉱物の研究を行い、地球化学と分析化学という新しい分野を開拓した。1925年からコペンハーゲン大学のボーア(Bohr, N.)の研究所に留学、ヘベシイ(Hevesy, G.)と共同でHfの化学的研究を行い、またX線スペクトルによる定量分析を学んだ。1927年帰国し、含希元素鉱物の研究など地球化学の研究やX線分析を続行した。1940年より理研で仁科芳雄らと核化学の研究を行い、放射化学という新しい学問分野が生まれた。X線分光器などを用いた新しい分析法は鉱泉などの希元素の分析を可能にした。1945年に“希元素の地球化学的研究および分析化学的研究”により帝国学士院賞をうけた。

また、ビキニ環礁における核実験が水素爆弾であることを示し、日本の放射化学、分析化学の実

力を世界に示した。1956 年東京大学定年後は日本原子力研究所の理事となり、東京女子大の学長をつとめた。国会 2 代会長。

太秦康光 (大正 11 年) 当時化学教室無機グループの中心的な研究課題は“火山の地球化学的研究”である。この流れの中、北海道大学で広く北海道の温泉の研究や調査をすすめた。渾名は“麻呂”で、彼が男爵であったからである。当時太秦研の助手は北野 康、三宅泰雄であった。麻呂の有名な著書に“Chemical investigations of hot springs in Japan”がある。

南 英一 (大正 12 年) 卒業研究は隕石の化学的研究であり、宇宙科学・地球化学を志向した。1924 年より鉱物学教室の講師として分析化学を講じた。1933 年ゲッチンゲン大学のゴールドシュミット (Goldschmidt, V.M.) のもとに留学した。ここで硫黄とセレンの存在比や、粘板岩中の希土類元素の分布に関する研究をおこなった。“Gehalte an seltenen Erden in europäischen und japanischen Tonschiefern”は現在でもその価値が認められる論文である。ゴールドシュミットは粘板岩を地球の平均組成を与えるものと考えていたようである。1938 年化学教室の分析化学講座に戻りリトロー型分光器を用いる近赤外発光分光分析法で、鉱石や温泉中の Cs など希アルカリの分析をおこなった。特に Cs を抽出して光電管を作り、天覧に供したこともある。戦時中研究室を蓼科に疎開し、周辺の鉄鉱石中のリンの分析を行うと共に温泉中の Cs の実用化を図った。戦後は火山化学の研究を主導し、地震研究所に併任となり、全国の火山の一斉観測を呼びかけたりした。温泉では玉川温泉の研究を進め、北投石の分析、生成実験を試みた。またイオン交換樹脂を用いる分析法を開発した。この方法は核分裂生成物の研究に大きな成果をあげた。1960 年東京大学定年後上智大学工学部の教授となり、上智大学の地球化学が始まった。国会 8 代会長。

ここで一言触れておきたいのが岡田家武 (大正 15 年) で、彼はどのような試料でも舌でテストしたという伝説を残している。昭和 5 年刊行の岩波講座、物理学および化学の中の一冊“地球化学”70 ページを一晩で書き上げたという。

下方鉱蔵 (昭和 7 年) 卒業研究は有機化学であったが、名古屋工業大学で、広く我が国の温泉のトリウム、トロンの研究を行った。国会 17 代会長。

野口喜三雄 (昭和 7 年) 南研究室の助教授から東京都立大学に移り、ここで火山と温泉の研究を進めた。浅間山、三原山を中心に火山噴気の濃度変化と火山活動の関係を研究した。東京大学地震研究所に併任の時代がある。わが国で広い地域の温泉の調査分析を行った。水試料を入れるのに現地調達一升瓶を利用した。定年後東邦大学に勤めた。国会 12 代会長。

#### 4. 木村門下

三宅泰雄 (昭和 6 年) は、東京教育大、気象研究所を通じ海洋化学、放射体化学の分野で広く活躍した。没後子弟が集まり地球化学研究協会を設立、協会賞 (三宅賞) を創設された。

岩崎岩次 (昭和 8 年) は、東京工業大学で分析化学の講座を担当し、火山、温泉の地球化学的研究を行った。著書に“火山化学”がある。この中の第三章に温泉の記述がある。玉川温泉を詳細に研究し多くの事実を明らかにした。定年後は東邦大学に移り、ここに温泉化学の流れを作った。国会 24 代会長。

黒田和夫 (昭和 14 年) 温泉に就いて幅広い調査、研究を行い、昭和 23 年“温泉の化学”という本を著した。温泉の放射性の定量を行っている。その後アメリカに渡り、アーカンソー大学に勤め、放射体の研究を進めた。天然原子炉の存在を予言し、この予言は、オクロで発見され実証された。その後環境放射能の研究をおこなった。

斎藤信房 (昭和 15 年) は、東京大学で木村の後の無機化学講座を担当した。また、放射体化学を

中心に研究を進め、北投石の生成速度を放射化学的に解析するなど、温泉の放射性沈殿物を研究した。1963年IAEA（ウイーン）のアイソトープ部長を2年間務め、放射化学を発展させた。東京大学定年後、東邦大学理学部長を務め、また日本分析センターにも関係した。1979年紫綬褒章を受章した。本会21代会長。

鳥居鉄也（昭和18年）は、有機化学の飯村富士郎が合成した試薬がCoに特異的に反応することを確かめ日本の多くの温泉中のCoの分析をおこなった。千葉大学に勤め、日本の南極観測が開始されると、第一次観測隊に参加し、その後、数次にわたり参加し、隊長も務めた。後に千葉工業大学に移り、日本極地研究振興会を創設し、極地の研究に協力した。特に自らが中心になり、日本、アメリカ、ニュージーランド三国共同研究、ドライバレー掘削プロジェクト（DVDP）を推進した。本会34代会長をつとめ、その後、監事として本会の発展に尽くした。

村上悠紀雄（昭和18年）は、鳥居に協力し温泉熱水の研究を行い、東京都立大学で温泉のRnの定量を行い、放射化学、アイソトープの研究を発展させた。また本会事務局を担当した。本会31代会長。

池田長生（昭和23年）は、箱根、奈須の火山、温泉を広く研究しノダック（Naddack, W.）の元素賦存の法則を温泉にも試みるために、多くの元素を定量した。たとえば、Sn, In, 希土類元素などやポリチオン酸などである。東京教育大でアイソトープの研究へと進んだ。

一國雅巳（昭和28年）は、東京都立大で野口に協力し、温泉化学、地球化学の研究を進めた。東北大学、東京工業大学教授を歴任した。東京工業大学では、環境化学分野の研究を行った。日本化学会奨励賞を受賞した。本会40代会長。

## 5. 南 門 下

南門下は火山、温泉の研究に何らかの関係のある者は多いが、ここでは、主な研究者をあげる。

酒井 均（昭和28年）は、硫黄の同位体を用いて火山噴気の研究を行い、岡山大学温泉研究所では、金で内張りしたポンプを用いて熱水の研究をおこなったりした。同位体を用いる温泉水の解析から有馬型、玉川型熱水のホットスポットの存在を示した。東京大学海洋研究所、山形大学で研究を発展させた。

綿抜邦彦（新制修士34年）は、玉川温泉、八幡平の温泉の研究から始まり、秋田鉱山高等専門学校の三浦彦次郎に協力して、草津温泉万座温泉の研究をおこなった。玉川温泉では佐藤 弦と共に温泉水中のAs, Pb, の定量をおこなった。第六次南極観測に参加、またDVDPにも参加した。北投石の研究も、南より引きついだ。草津温泉の季節変動、経年変化をしらべた。東京大学定年後は立正大学で環境経済学を担当した。本会41代会長。

南研では不破敬一郎は阿部修治、高木伸二とCaFのバンドスペクトルを用い回転電極で発光分光分析によりフッ素の定量し、温泉や石灰質沈殿物中のフッ素の定量をおこなった。佐々木行美は斉藤信房と北投石中の放射性核種の研究を行い、結晶の成長速度を求めた。

小坂丈予、南が地震研究所併任のときの助手で浅間火山の調査研究をおこなった。南が上智大学に移ったとき小坂知子を助手として採用し、小坂丈予は上智大学で地球化学の講義を非常勤でおこなった。これが上智大学の地球化学研究のスタートとなった。綿抜が草津を案内したのも思い出の一つである。その後草津白根火山に東京工業大学の火山観測の施設ができ、小坂は火山の現場の調査、研究で火山の専門家として活動された。温泉で、熱水と岩石との相互作用を鉱物間で解析した。その後玉川大学に移った。本会39代会長。

## 6. 新しい時代を

順不同で新しい時代の温泉研究に触れることにしよう。東京大学で綿抜のもとに色々なご縁で集まった人々がいる。野口、一國のもとで玉川温泉の Ba を定量した高野穆一郎のデータは始めて信用できる値であり、綿抜の所にあったテフロンポンプを改良して北投石の微量成分の分析を可能にした。アメリカ留学で鉱山廃水中のポリチオン酸の定量をてがけて帰国し綿抜の所に保存してあった試料を分析し多くの知見を得た。特にポリチオン酸の濃度変化が火山活動に関係することが明らかになった。この結果は、酸性の火口湖を持つ火山の活動の判定の手段として役立った。北投石の関係で綿抜研の一員になったのが東京大学鉱物化学出身の佐々木信行で北投石と玉川温泉の研究を続けている。

南研の仲間 中村忠晴（早稲田大学）の紹介で綿抜研の大学院に加わったのが大沢信二（京都大学）で広く温泉に興味を持ち、京都大学地殻熱学研究施設で化学と地学を融合し新しい分野を開拓している。南極の研究で綿抜研に加わり南極や熱水や地熱地帯の有機物の分析、解析しているのが井上源喜である。

東北大学時代一國が育てたのが、鈴木勲子で酒井幸子と共に広く温泉や温泉沈殿物の研究をおこなった。

野口喜三雄の下、都立大学で育ったのが今橋正征で広く温泉の研究をおこなった。野口、岩崎が東邦大学に移ると東邦大学の化学に温泉研究が芽生えた。相川嘉正、高松信樹、加藤尚之がそだった。また吉池雄蔵も玉川温泉継続研究で知られている。

齊藤信房のもとでは放射性温泉沈殿物研究で佐藤 純（明治大学）がその伝統をついでいる。

村上悠紀雄のもとで Rn の研究を広く進めたのは堀内公子（大妻女子大）で貴重な放射性温泉の研究者である。

北海道の太秦研では赤岩英夫（群馬大学）、那順義和、那順（瀬尾）淑子（北海道教育大）がいる。酒井 均と共同で温泉の同位体の研究では松葉谷治（秋田大学）がいる。

小坂丈予に始まる上智大学の地球化学の流れは東京工業大学とともに、火山化学の平林順一へそして木川田喜一へと連なる。

## 7. おわりに

ここに述べてきたのは、日本における温泉化学とその進歩の一面であって、更に多くの人々とその努力により温泉化学が発展していった。貴重な人々を見落としているかもしれない。また不十分な点も多いと思われる。これらについては他の何方かが改めて記録してくださることを期待したい。東京大学理学部化学科は 2011 年に創設 150 周年を迎える。ここで新しい研究が発見されるかもしれない。今後に期待したい。

### 引用文献

日本温泉科学会（1973, 1985, 2008）：日本温泉文館目録，日本温泉科学会，東京。

日本温泉科学会（2008）：日本温泉科学会名簿，日本温泉科学会，東京。

東京大学理学部化学教室（1999）：東京大学理学部化学科，大学院理学系化学専攻名簿。

東京大学理学部化学教室雑誌会（2007）：東京大学理学部化学教室の歩み。