地下水の pH ならびに Eh の地域性^{*}近 藤 忠 三^{**}

Regional Division by pH or Eh of Groundwater.

Chuzo KONDO

Abstract

One area can be divided into several sections, matching to those of country rocks, by pH or Eh of groundwater.

The author introduced three examples, the above was true.

1) The Yumoto valley in Ikaho spa, Gumma Pref. is clearly divided into two by the reduction rate of pH at cooling and the value of Eh of thermal waters. (Fig.1 and Fig. 2)

2) The Hebino river basin in Gumma Pref. is divided into five pH sections. And the Quaternary lacustrine deposits area is distinguished from the area of base rocks, consisting of green tuffs and andesites of Miocene period, by low values of pH and high values of Eh of groundwaters. (Fig. 3)

3) The Atsumi hot springs district, Yamagata Pref. is divided into four, i.e., northeastern mountains, northwestern mountains, alluvial plain and southern mountains, all which are related to the country rocks respectively, by the values of Eh of groundwaters.

In conclusion, the author proposes the significance of Eh measurement of groundwater.

ま え が き

地下水の pH は、それが遍歴中に接した鉱物の性質によって、一つの地点では時期によってちがいが、地域性を持ち、その測定が比較的容易なところから、古くから地下水についての観測事項の一つとなっている。また、自然電位は岩石の組成鉱物の種類とそれぞれの量によって地中水の pH がちがうことと関連があり、筆者が「岩石および鉱物の溶脱水の電位および pH」に注目してきた理由もここにある⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

一方、地下水の Eh (酸化還元電位差) は存在箇所によってちがいが、巨視的には pH の低いものが Eh が高い傾向を示すが、必ずしも負の相関関係を示さず、Eh は pH とはまたちがった挙動を示し、地域性の点では pH よりも優れている場合がある。

ここに地下水 (温泉水を含む) の pH ならびに Eh が地質に対応した地域性を示した 3 例について紹介したい。

1. 群馬県伊香保温泉湯元の場合 (1961年調査)⁽⁴⁾⁽⁵⁾

伊香保温泉 (含食塩重炭酸土類石膏泉, 最高温 63.9°C) は榛名火山の東山腹にあり、湯元付近は旧期のフツウキセキ—シソキセキ安山岩類とこれをおおう新期のカクセンセキ—シソキセキ安山岩質角礫岩からなるが、この地の自然電位地図ははっきり南・北二つの「自然電位区」に分たれ、北区に三つ、南区に二つの温泉井があり、それらはほぼ一直線状に並ぶ。

温泉水の pH は 6.15~7.85 であるが、南・北両地区の温泉水は、pH 値においては明確に区別す

* 1968年5月2日、日本地下水学会春季講演会 (東京) において講演

** 秋田大学

ることができず、概して南区のものが値の高い傾向がうかがえる程度である。しかし、pH と温度との関係 (Fig. 1) においては、両地区のものははっきり系統別ができ、南区のものが pH の温度低下による減率が大きい。

さらに、Eh の実験室値では、一層明瞭な識別ができ、北区のものは +210~+240mV (較差 30mV) であるに対して、南区のものは +150~+160mV (較差 10mV) で、一段と低く、Eh は HCO_3^- 含量とよく相関関係を示している。(Fig. 2)

2. 群馬県蛇野川流域の場合 (1964年調査)⁽⁶⁾

蛇野川は群馬県吾妻郡中之条町西部にある利根川水系吾妻川の小小小支川で、流域には沢渡温泉 (含食塩石膏泉、水温 55.6°C, pH 7.4~7.7), 岩花鉱泉 (水温 17.4°C, pH 4.45) および大岩鉱泉 (水温 17°C, pH 6.3) がある。

この地方27ヵ所で地下水について調べた結果の一部は表1のとおりで、pH および Eh と地質との関連、したがってそれらの地域性がうかがえた。

pH においては、表1および Fig. 3 のごとく、五つの「pH 区」に分けることができ、第I区暮坂峠火山噴出物 (主としてフツウキセキ安山岩質)・斜長流紋岩および流紋岩地域の地下水は酸性、

Fig. 1 Relation between pH and temperature of thermal water at Yumoto Ikaho spa, Gumma Pref.

Fig. 2 Eh and HCO_3^- contents of thermalwaters in Ikaho spa, Gumma pref.

Fig. 3 pH sections and Eh sections of groundwaters in Hebino river basin, Gumma Pref.

第Ⅳ区地域の緑色凝灰岩類および優緑色侵入岩類（フツウキセキ玢岩・キセキ類安山岩・変朽安山岩等よりなる）地域の地下水は中性或いはそれに近い。第Ⅱ区の水のpHが比較的高いのは大岩鉱泉、また第Ⅲ区の低値は黄鉄鉱の鉱染等の岩石の変質および岩花鉱泉の存在によると考えられる。

表 1

pH区	地 質	pH	Eh(mV)	備 考
I	暮坂峠火山噴出物・斜長流紋岩および流紋岩	5.4~5.8		
II	流紋岩	6.3~6.7		
III	変質流紋岩および優緑色侵入岩類	4.2~5.6	+20~+370	
IV	緑色凝灰岩類および優緑色侵入岩類	6.1~7.2	+180~+440	沢渡温泉を除く
V	高位段丘堆積物	5.6~6.0	+220~+240	

次に、Ehについてみると、pHとはまたちがった地域性を示し、pH区のⅠ・ⅡおよびⅢにおいては、概してEhが低いのに対し、沢渡温泉の存するpHⅣ区およびpHⅤ区には値の極めて高いものがある。

注目すべきは、pHⅤ区の高位段丘堆積物は基盤上の湖盆に堆積したものであるが、その包蔵する地下水は基盤岩類中の地下水とpHにおいても区別されたが、Ehにおいてよりよく区別されることである。

すなわち、pHⅤ区は湖盆堆積物分布範囲の一部に当るが、EhではpHⅤ区全域とその北西pHⅣ区の一部、湯峯にわたる湖盆堆積物分布地、においては+300mVをこえ、+400mVをこえた場合も少くない。これに対して、その周辺部の西・南・東の低所、pHⅣ区の大部分を占める基盤岩類中の地下水はEhが+140~+220mVで低く、北側の水も+260mVに止まった。

しかも、pHⅣ区の8ヶ所の試料の実験室でのEh測定値は、野外で値の高かったものも低くなり、ほとんどが+130~+140mV（較差10mV）で、例外は+220~+230mVを示したただ二つ（豆腐屋井および湯峯東沢）だけで、それらが温泉水に関係ありそうであるということも注目をひく。

3. 山形県温海温泉地方の場合（1967年調査）

温海温泉（石膏含有弱食塩泉，最高水温72℃，pH 6.8~7.2）は山形県西田川郡温海町湯温海にあり，日本海に注ぐ温海川の氾濫平野に湧出するが，この地方の地下水の性質にはほぼ地質に対応した地域性がある。

したがって，地域を北西山地・北東山地・平野部および南山地の4「地下水区」に分けることができる。

北西山地は堆積岩類を主とし夾炭層を含む五十川層^{イラカワ}，北東山地は粗面岩質ないし粗面安山岩質溶岩を主とする温海岳層，南山地は五十川層上部と温海岳層中部からなり，温海岳層に安山岩類の介在することによって特徴付けられ，平野部は第四系におおわれている。

この地方の地下水で，pHにおいて地域性のみとめられるのは北西山地だけで，その南端のものを除けば酸性のものがなく，pH 7.3~7.7，またpHの試料の実験室値と現地値を比較した場合すべて前者が高い。

ところが，Ehについてみると，地質に対応した地域区分ができる。すなわち，北側山地の地下水は現地値では北東山地南西端のもの（温高寮上），実験室値では北西山地東南端のもの（庄内交通車庫裏）を除けば，Ehが+200mVをこえない。

これに対して、南山地の地下水は現地値では $+200\text{mV}$ 未満のものが多く、 $+300\text{mV}$ というものもあり、実験室値は総べて $+200\sim+240\text{mV}$ (較差 40mV) である。

しかして、両地区の中間の平野部の地下水は現地値が $+170\sim+185\text{mV}$ (較差 15mV)、試料の実験室値は総て $+200\text{mV}$ であった。

したがって、実験室値については、ほぼ北側山地山裾に沿う $+200\text{mV}$ の区界線がひける。

しかして、同じ北側山地にあっても、北西山地は東南端の一つを除けば実験室値が $+190\sim+200\text{mV}$ (較差 10mV)、北東山地は実験室値が全部 $+160\sim+190\text{mV}$ (較差 30mV) であって、両地区は区別される。

なお、この地方では、粗面岩質ないし粗面安山岩質溶岩類を主とする温海岳層地域の地下水が最も Eh が低く、この地域の河水が水道水として利用されている。また、第1例伊香保温泉湯元の場合と反対に、この地方では HCO_3^- の比較的多いものが Eh の低い傾向がある。

む す び

以上述べたように、 Eh は pH よりも地域性の識別において優れている場合があり、その測定も地下水に関する不可欠の観測事項に加うべきものと考えられる。

Fig. 4 Observed points of groundwaters in Yuatsumi, district, Yamagata pref.

参 考 文 献

1. 近藤忠三 (1956) : 温泉地及鉱泉地の自然電位異常について 秋田大・学芸・紀要, 6 輯
2. 同 (1957) : 岩石体の示す SP について 秋田大・学芸・紀要, 7 輯
3. 同・土田敏道 (1960) : 鉱物および岩石溶脱水の示す電位ならびに pH 秋田大・学芸・紀要, 10 集
4. 同 (1963) : 群馬県伊香保温泉地質調査ならびに電気探査報告 秋田大・地下資源研・報告, 27
5. 同 (1968) : 伊香保温泉湯元における自然電位分布と温泉水の性質との関連について 秋田大・教育・紀要, 18 集
6. 同 (1965) : 群馬県沢渡温泉付近地形学・水文地質学ならびに地球物理学的研究 秋田大・地下資源研・報告, 33