龍山火山周辺の湖沼について

(挿図 1~5)

加 藤 武 雄

On the lakes in the vicinity of the Ryūzan Volcano
(Yamagata Prefecture)

By Takeo Katō

1. は し が き

龍山火山は、蔵王火山 (Zaō proper), 屏風火山および青麻^{あおせ}火山とともに蔵王火山群に属する 1 火山である。かつて、これは現在の蔵王温泉地帯を主に火山活動の中心とした。この火山の基盤岩は花崗岩、第三系であり、これを火山灰、火山礫、橄欖石複輝石安山岩、集塊岩などが被うている (市村, 1957)。

この火山の周辺には、多くの湖沼が分布しているが、地理的地質的にみると 3 群に分けられる。いま、これらの分布図を図 1 にかかげよう。さて、このうちの第 I 群はいわゆる^{かんろう}神尾爆裂火口の押し出した泥流上に水をたたえるもので、龍山火山の西方斜面に散在する。第 II 群は高湯爆裂火口底にある湖沼群で、第 III 群は龍山火山と蔵王火山との中間地域にある湖沼群である。これらの湖沼は、いずれも受水面積せまく、注入河川の目立つものも少ない。夏季および秋季には、湖水位のいちじるしく低下するものもある。

これまで、これらの湖沼については、まとまった報告はなされていない。筆者は 1953~1955 年の間に、これらについて水質を中心とした調査を行なつたので、得られた成果を報告したいと思う。

2. 主な湖沼の湖盆形態

筆者の調査した 13 の湖沼のうち、第 I 群に属する代表的な湖沼 4 つについて湖盆形態の実測を行なつた。すなわち、羽竜沼^{はりゅう}、三本木沼^{さんぽん}、太手沼^{たて}およびうきす沼の湖盆実測図をそれぞれ、図 2, 3, 4, 5 にしめす。また、それぞれの湖沼について、図より求めた計測結果を表 1 にまとめておく。

この地域の湖沼では、羽竜沼が最も大きく、三本木沼がこれに次ぐ。その他の湖沼は、大体太手沼程度である。さて、計測した湖沼の湖岸の形態をみると、太手沼が最も円形に

図2 羽 龍沼

図3 三本木沼

図4 太手沼

表 1. 湖 盆 形 態 計 測 表

湖 沼 名	羽 竜 沼	三 本 木 沼	太 手 沼	う き す 沼
測 定 年 月	1953. V	1953. V	1953. V	1955. IV
湖岸線の長さ(m)	1560	1090	352	268
湖 表 面 積 (m ²)	8.54×10^4	7.26×10^4	0.823×10^4	0.449×10^4
容 積 (m ³)	1.73×10^5	1.23×10^5	0.943×10^4	1.11×10^4
肢 節 量	1.50	1.14	1.09	1.13
最大深度 (m)	6.00	3.80	2.20	3.40
平均深度 (m)	2.02	1.69	1.14	2.43

図 5 う き す 沼

近いことがわかる。すなわち、肢節量がほぼ 1 に近い。三本木沼、うきす沼も円形に近い方である。羽竜沼の肢節量は 1.50 で、形状は複雑で北東部に突出した部分がみとめられる。深度は、いずれも浅く、6.00m が鍾測にて得られた最大値にすぎない。これらの湖沼は泥流の窪みに出来た湖だからであろう。残りの湖沼についての湖盆形態は、いずれ筆者らによつて明らかにされるはずである。

3. 湖水の化学的性質

龍山周辺の湖水の化学的性質を知るために、次のような化学分析を行なつた。その方法を略記しよう。採水は、なるべく湖心部をえらび、深度約 20cm の水を試料とした。先ず、pH は比色法、蒸発残渣、酸度、メチルオレンジアルカリ度は常法によつた。溶存酸素は WINKLER 法にしたがい、酸素飽和度は TRUESDALE 等の表 (1955) をを用い、高度補正を行なつて計算した。また、化学的酸素消費量 (COD) は過マンガン酸カリウム法、塩素イオンは MOHR 法、硫酸イオンは重量法、珪酸は DIÉNERT-WANDENBULKE の比色法、酸可溶性鉄分の分析はチオシアン酸アンモニウムによる比色法を採用した。アルミニウムイオンは $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ をもとめた値から鉄の部分を差し引いて求めた値である。また、カルシウムイオンは蔞酸カルシウムとして沈澱をつくり、後に過マンガン酸カリウムで滴定したものである。マグネシウムイオンはオキシシ法、マンガンイオンは過ヨウ素酸カリウムを用いる比色法、カリウムイオンは過塩素酸法にしたがつた。ナトリウムイオンは $(\text{NaCl} + \text{KCl})$ を測定した後に、カリウムイオンの分を差し引いて計算した。

いま、各湖沼の化学分析の結果を表 2 にしめす。これには参考までに、蔵王火山の火口

湖「お釜」の水質をも付記してある。次に、これらにもとづいて二、三の説明を試みよう。

筆者は、地形、地質的に龍山火山周辺の湖沼を3群にわけたが、表2からわかるように水質からも、そのまま3群に分けてよいように思われる。いま、こう推定した理由や、各群の特徴などを説明することにしてよう。

第I群は pH が 6.7~7.0 の中性の湖沼で、蒸発残渣は 37~63mg/l の範囲内にある。過マンガン酸カリウム消費量も割合に小さく、おおやつ沼の 21.6mg/l をのぞけば、すべて 10mg/l 以下である。塩素イオン、硫酸イオン濃度も小さく、それぞれについて、たかだか 8.4mg/l、3.6mg/l しかふくまれない。その他、多くのカチオンについても濃度が小で、とりたてて記すべきものがない。ただ、鉄分に 1.0mg/l をこえるものがあることだけである。これは試水をろ過せずに、そのままの状態に塩酸を加えて化学分析をしているからであろう。いわゆる酸可溶性鉄分を測つたからである。マンガンイオンを、ほとんどふくまないことも、第I群の特徴といえる。

第II群に属するものには、盃湖と鴨の谷地沼との二つがある。蒸発残渣はいずれも 100 mg/l を越し、それぞれ 156mg/l、105mg/l である。他の2群のほぼ2倍の値を示す。硫酸イオンも含有量がいちじるしく大きく、盃湖が 69.9mg/l、鴨の谷地沼が 28.7mg/l である。塩素イオンも、両者が 35mg/l 程度の値を示す。過マンガン酸カリウム消費量が 30mg/l を越し、カルシウムイオン濃度がほぼ 10mg/l かそれ以上であり、他の2群に比べていちじるしく大きい。この上、特記すべきことの一つは、マンガンイオンが第II群にふくまれることである。盃湖、鴨の谷地沼が、それぞれ 0.84mg/l、0.44mg/l の濃度をしめす。

このように第II群は、一般に溶存化学成分の濃度が他の2群に比べて大きい。この理由としては、これらの湖沼が高湯爆裂火口内にあり、しかも蔵王温泉(硫化水素含有強酸性緑礬明礬泉)に近い位置にあるからだと考えてよい。このような条件が湖水の水質に大きい影響を与えていることは疑い得ない事実である。又、鴨の谷地沼については、さらに祓川が注いでいることも見のがしてはならないであろう。これは、筆者の調査(1958)によれば pH=4.9 の河川で、塩素イオン 4.5mg/l、硫酸イオン 25mg/l、カルシウムイオン 7.35mg/l、酸可溶性鉄分 0.23mg/l なる分析値を与える。これらの諸数値と、表2中の鴨の谷地沼の分析値とが、ほぼ類似していることは、祓川が湖水に大きく影響をおよぼしていることを物語るものである。

おわりに第III群について説明を行なおう。pH は7に近く、蒸発残渣も 40mg/l 前後で第I群と似ておる。ただ第I群と異なることは、過マンガン酸カリウム消費量が 30mg/l 台で大きく、硫酸イオン濃度が 5mg/l 程度でやや大であり、ナトリウムイオンを約 8mg/l ふくむことである。この群は第II群と異なり、いわゆる火山活動の影響というものとは考えられない。地質環境からみても第I群と似ており水質も割合に類似している。

表 2 湖 沼 の 水 質 分

湖沼番号 (湖沼群)	1 (I)	2 (I)	3 (I)	4 (I)	5 (I)	6 (I)
湖 沼 名	うきす沼	太 手 沼	おおやつ沼	三本木沼	皿 沼	な し
採 水 日 時	IV-29, 11 ^h .25 ^m	IV-29, 10.20	VII-20, 15.15	VII-2, 09.25	VII-20, 13.10	V-30, 11.40
気 温 (°C)	15.6	15.0	30.0	27.0	23.2	22.1
水 温 (°C)	15.8	15.8	34.0	24.2	30.0	18.1
pH	6.7	6.7	6.7	6.9	7.1	6.7
酸 度 (me/l)	0.063	0.067	0.022	0.042	0.015	—
M.O. アルカリ度 (°)	0.38	0.34	0.23	0.22	0.20	—
溶存酸素 (mg/l)	4.48	4.65	5.78	6.66	6.08	4.33
酸素飽和度* (%)	49.3	51.1	85.7	86.4	85.7	50.3
蒸発残渣 (mg/l)	53	41	63	37	52	54
COD (O ₂ mg/l)	1.4	1.3	5.47	2.2	1.48	1.0
KMnO ₄ 消費量 (mg/l)	5.4	5.1	21.6	8.8	5.85	4.1
Cl ⁻ (°)	8.4	5.9	4.9	4.6	4.3	4.8
SO ₄ ²⁻ (°)	3.2	3.6	0.2	2.1	0.2	0.45
SiO ₂ (°)	7.00	6.68	2.27	3.95	4.43	5.43
Fe ²⁺ +Fe ³⁺ (°)	1.1	1.38	0.72	0.11	0.30	0.24
Al ³⁺ (°)	0.0	0.6	1.0	0.73	1.1	4.1
Ca ²⁺ (°)	3.5	2.4	1.1	0.18	2.33	2.1
Mg ²⁺ (°)	2.4	0.64	0.22	1.3	0.16	0.33
Mn ²⁺ (°)	0.0	trace	trace	0.0	trace	0.0
Na ⁺ (°)	6.8	0.8	2.3	2.2	1.6	1.5
K ⁺ (°)	0.4	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2
標 高 (m)	440	430	440	520	460	500

* 高度補正を行なつた飽和度をしめす。

4. む す び

龍山火山周辺の湖沼群について、水質および湖盆形態を研究して、その結果を報告した。水質地質両面から、これらの湖沼は3群に分類されることを知つた。そのうち、高湯爆裂火口内にある湖沼群は硫酸イオンに富み、蔵王温泉の影響がみとめられた。なお、湖盆形態は主なもの4つについて計測を行ない、円形に近い形態が多いことを知つた。

この研究をなすに当り、佐藤次男、福田昌夫および石沢好雄三君の協力を得た。記して謝意を表する。

析 表 (龍山火山周辺)

—1955—

7 (I)	8 (I)	9 (I)	10 (II)	11 (II)	12 (III)	13 (III)	14 (IV)
な し V-30,	な し VII-20,	羽 龍 沼 VII-2,	盃 湖 IX-11,	鳴の谷地沼 IX-11,	ドッコ沼 IX-11,	片 貝 沼 IX-11,	お 釜 VIII-6,
11.25	11.30	07.50	12.00	10.10	09.30	08.40	09.45
22.2	29.8	24.7	19.3	15.8	9.9	8.7	21.2
18.0	30.5	22.8	19.8	16.0	9.0	13.2	19.3
6.8	6.9	7.0	6.9	5.8	6.9	6.7	2.9
—	0.032	0.048	0.030	0.086	0.030	0.030	4.3
—	0.24	0.24	0.33	0.10	0.33	0.22	—
5.67	7.00	7.13	6.28	9.09	8.08	7.64	7.08
65.7	99.1	91.9	77.6	103	84.4	88.8	96.0
53	55	38	156	105	45	40	1043
0.30	1.75	2.2	9.29	8.49	8.49	9.52	—
1.2	6.92	8.8	36.7	33.5	33.5	37.6	—
6.2	4.8	3.3	4.8	4.9	3.1	3.6	8.3
0.0	1.0	3.5	69.9	28.7	4.5	5.1	498
6.82	9.41	4.06	6.93	3.90	9.65	2.70	76.2
0.13	0.65	0.081	0.71	0.26	0.063	0.096	32.5
3.6	0.60	0.53	6.1	2.1	0.70	2.1	54.3
2.4	0.68	0.14	21.4	9.38	4.30	2.65	65.4
1.5	0.32	1.2	3.39	1.14	0.15	0.20	5.78
0.0	trace	trace	0.84	0.44	0.0	0.0	0.23
1.8	0.5	1.4	11.8	4.4	8.0	8.2	18
0.1	0.3	0.4	0.4	0.9	0.4	1.4	0.6
480	480	650	740	680	1260	1360	1560

参 考 文 献

市村 毅 : Geological Investigations on the Zaō Volcanoes. IV Ryūzan Volcano.

Bull. Earthq. Res. Inst., 35, 573~593, 1957.

加藤武雄 : 須川水系の陸水学的研究報告. 山形市, 1958.

TRUESDALE, G. A., DOWNING, A. L. and LOWDEN, G. F. : The solubility of oxygen in pure water and sea-water. J. appl. Chem., 5, 53~63, 1955.

S U M M A R Y

The Ryūzan Volcano is one of the famous volcanoes of the Zaō volcanic group. The surrounding area of this volcano is characterized by the abundance of lakes. Considering from the geological and geochemical points of view, these lakes are classified into the following three groups.

The 1st Group : This group consists of several lakes in the area covered by Kannō mud flow which extends at the western side of the Ryūzan Volcano. These lakes are represented by Haryū-numa, Sanbongi-numa, Sara-numa, Tade-numa and others. The water of this group shows neutral reaction respectively, that is, the pH values lie between 6.7 and 7.0.

The 2nd Group : Two lakes, i. e. Sakazuki-ko and Shiginoyachi-numa, belong to this group. They are found at the bottom of the Takayu explosion crater. Having contaminated by the Zaō hot spring which gushes out here and there in the same explosion crater, they are rich in dissolved substances, and in particular the concentrations of SO_4^{2-} , Cl^- and Mn^{2+} are much higher than those of the 1st and the 3rd group. Moreover, it is needless to say that the chemical quality of Shiginoyachi-numa is influenced by the acidic river, the Harai-gawa, that joins to this swamp.

The 3rd Group : This group consists of two lakes, i. e. Dokko-numa and Kata-kai-numa. These are found in the area enclosed by the Ryuzan Volcano and the Zaō Proper. The water of the lakes shows neutral reaction.

(著者 : 加藤武雄, 山形大学教育学部化学教室, 山形市 ; Takeo Katō ; Institute of Chemistry, Faculty of Education, Yamagata University, Yamagata)