長野県稲子褐鉄鉱床附近の地質と水質について

(挿図 1~3)

白 倉 盛 男, 小 林 茂 男

On the quality of water and the geological survey in the
limonite bed area at Inago, Nagano prefecture
By Morio SHIRAKURA and Shigeo KOBAYASHI

1 緒 言

日本南アルプス連峯の一部とも考えられている八カ岳火山の山麓地帯には温泉鉱泉の湧出, それに伴う小規模の褐鉄鉱沈澱鉱床が各所にある。ここに報告しようとする調査地点は長野県南佐久郡小海町稲子部落の西南方 6 km の稲子鉱泉——小海線松原湖駅から松原湖を経ての八カ岳登山道の途中にある——を中心とした褐鉄鉱床附近である。

この褐鉄鉱床は昭和 19~20 年に製鉄資源として開発に着手したことがあつたが, 終戦と共に放置されてしまったものである。最近になつてこれが鉄鉱としてではなく老朽化水田の鉄分補給用の鉱物肥料源として着目され試掘しようとする気運が高まつてきた。筆者等は小海町当局の依頼を受けこの鉱床附近の地質, 規模, 分布及びその開発に対する陸水への影響等についての調査を依頼された。本報告はその主要部を摘出したものである。本調査をなすに当り小海町当局は懇切に便宜を与え, 費用の大部分を負担して下さい, 尚小海農業改良普及所技手依田栄太郎氏は現地赶赴いて調査に全面的に協力していただいたことを明記して深く感謝する次第である。

2 稲子褐鉄鉱床附近の地形地質の概観

稲子鉱泉は松原湖西方約 6.5 km の地点にあり, いわゆる北八カ岳火山の天狗岳 (2645.8 m), 中山 (2493 m) 火山の中腹を, 大月川の上流矢竹川と横沢川とが解析した中間段丘に湧出した鉱泉を利用したものである (大月川は千曲川の支流で松原湖東部に於いて千曲川に合流している)。

すなわち稲子部落, 新開部落から大月川にそつて西進すると約 1 km で矢竹川と横沢川との合流点に至り, それより両河川の間段丘上を屈曲した登山自動車道を約 2 km 西南方向に進むと稲子鉱泉に到着する。標高 1520 m 内外である。ここまでの両岸は大月川の上流が深く頭部浸蝕を行つた断崖にかこまれ, 合流点より上流ははげしい急流をなしてい

る所もある。

ここから横沢川の谷に沿って熔岩流の山腹を登ると白樺池 (1650 m), 緑池 (2100 m) を経て中山峠, または本沢温泉に到る登山道が開けている。

稲子鉱泉附近の基盤を形成する地層は八カ岳火山の第 1 期噴出物である凝灰質角礫岩が広く分布している。主として安山岩の径 1~2 m 大の礫から径 2~3 cm の多少流されたあとを示す円礫も含み, 火山灰, 泥流によつて凝結されていて, 水中堆積を示す成層状態も認められる。その中には火山灰のみによる凝灰岩の薄層が数層あり, ほぼ水平層で現在観察し得る範囲で約 400 m の層厚を示している。

小海町鑑掛附近から大月川の兩岸の断崖をなしているものがこの地層で, 矢竹川, 横沢川の谷に沿って谷底部は標高 1500 m 附近までよく露出している。この凝灰質角礫岩の上部には柱状節理の発達した斜方輝石に富む玄武岩質安山岩 (本沢熔岩), 両輝石安山岩 (芦平熔岩)・石英安山岩 (稲子熔岩) の順に噴出して上部に重なり附近の山腹を形成している (稲子鉱泉附近地質水質略図第 1 図参照)。

Fig. 1. 稲子鉱泉附近地質と採水地点略図

(The map showing the geology & the stations for sampling of water near the Mineral Spring at Inago)

- ① In 石英安山岩 (稲子熔岩) Dacite; ② As 両輝石安山岩 (芦平熔岩) Two pyroxen-andesite; ③ Ba 玄武岩質安山岩 (本沢熔岩) Basaltic andesite; ④ Tu 凝灰質角礫岩 Tuff-breccia; ⑤ Li 稲子褐鉄鉱床 Inago limonite beds.

3 稲子褐鉄鉱床の成因

この附近の地形地質の調査結果から稲子褐鉄鉱床の成因については、次のように考察される。

1) 稲子褐鉄鉱床は芦平熔岩中に含まれた硫化鉄鉱分が地下鉱泉、地下水にとかされて鉱泉水として湧出し、圧力の低下と外気にさらされることによつて、長期間に析出した鉄分を褐鉄鉱（水酸化鉄— $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）として低所に沈澱して形成したものである。

2) 従つて矢竹川と横沢川との谷の間の舌状熔岩段丘上の凹所に堆積した小規模な沈澱鉱床である。

3) 鉱区平面図による第1鉱区(1)(2)は連続的なもので、(1)の上方で鉱床の厚さ最大 200 cm, 下方になるに従つて薄くなり 110 cm 内外、(2)の部分では 80 cm 内外で基盤に接する。第2鉱区は葦の繁茂甚だしく詳細は不明であるが厚さ 100 cm 内外と推定される。第3鉱区は幅 15 m 程度の小範囲で以前試掘が行われて 150 cm 程度の深さに採掘し基盤の岩塊が露出している。この附近はこれ以上掘さくしても褐鉄鉱層は得られないことを示している。第4鉱区は現在流れ下つている水量も多く、現在さかんに沈澱して鉱床を形成している箇所であるが、沈澱した鉱床の厚さは 20—30 cm 程度である。

4) 鉱床は第1—第4を連続的に観察しても幅最大 50 m, 長さ約 300 m で鉱床の厚さ最大 200 cm の小規模のものである。

5) 矢竹川、横沢川の崖面には僅かに鉱泉の滲出している部分は認められるが鉱床の堆積の跡は見られない。

Fig. 2. 褐鉄鉱床鉱区と採水地点

(A sketch map showing the mining claim of limonite-beds & the stations where water-samples were taken)

6) 褐鉄鉱の分析結果

岡谷工業試験所で分析した稲子褐鉄鉱の分析値を調べてみると鉄が 50% 以上入っており耕土としては良好だと思われる。

Table 1. 褐鉄鉱分析値(岡谷工業試験所)
(Chemical analysis of the limonite by Okaya Chemical Industry Co.)

	成分(%) 鉄石	Fe ₂ O ₃	SO ₃	H ₂ O	P ₂ O ₅
1	第 1 鉄 区 (i)	58.60	3.52	8.00	
	第 1 鉄 区 (ii)	52.50	3.92	13.16	
	第 3 鉄 区	65.00	0.53	3.79	
	(i) (ii) の 平 均	55.55	3.72	10.58	
2	耕 土 培 養	55.00	17.75	25.00	0.63

4 鉄床ならびにその附近の水質

1) 調査の目的

前述のごとく褐鉄鉱を採掘する際に生ずる陸水の影響を調べるため、現在の鉄床湧水、試掘跡の溜水、湧水の流れている川、ならびに鉄床の周囲の河川(横沢川、矢竹川)等を調査した。

2) 調査の方法

大月川についての調査は半谷 [1]、小平 [2] らによつてすでになされているが、本調査地域についての詳細はない。そこで筆者らは重複をさけて調査地点を定め現地で気温、水温、pH、RpH 測定を行い (pH、RpH については 5 日後実験室で再測定をした)。他は実

Table 2. 水 質 分 析 結 果
(Chemical analysis of the quality of water)

No.	採 水 地 点	月日	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	RpH	第2 pH	Ca ²⁺ me/l	Mg ²⁺ me/l	Ca+ Mg me/l	M. O alkli- nity	SO ₄ ²⁻ me/l	Cl ⁻ me/l
St. 1	第1 鉱区の(1)の試験掘跡	35年 8.4	27.4	9.2	3.9	3.9	3.7	0.88	0.34	1.22	0.24*	2.50	0.27
St. 2	第2 鉱区の(2)の試験掘跡	"	24.5	12.0	4.3	4.4	4.1	0.84	0.38	1.22	0.01*	2.08	0.14
St. 3	第1 鉱区の(2)から湧出している小川	"	27.2	10.2	4.6	4.7	4.1	0.92	0.38	1.30	0.05*	2.08	0.14
St. 4	第3 鉱区から流出している川	"	26.5	10.8	4.7	4.8	4.5	0.91	0.39	1.30	0.09	1.66	0.04
St. 5	矢竹川、稲子の湯自家発電所の地点	"	26.2	20.5	5.5	5.6	5.3	0.21	0.09	0.30	0.29	0.42	0.07
St. 6	鉄床を流れた湧水が矢竹川と合流した点	"	27.0	20.0	6.6	6.8	6.4	0.36	0.19	0.55	0.22	0.62	0.03
St. 7	横沢川矢竹川との合流前	"	27.2	19.1	4.7	4.8	4.6	0.71	0.33	1.04	0.32	1.04	0.09

* 酸度; 第 2. pH—5 日後測定 of pH

験室へ持つて来て、三宅、北野著 水質化学分析法に従い分析を行なった。

なお硫酸については信大繊維学部阿久津研究室にて比濁法により分析した。

3) 結果および考察

これらの分析結果は表 1 に又調査地点は図 1, 図 2 に、各陽イオン、陰イオンの比較は図 3 に示した。

a) pH, RpH : 鉾床内試掘跡の溜水や湧水の pH は 3.9~4.7, 横沢川も 4.7 を示しかなり低い。これにくらべて矢竹川は右岸一帯の崖面の浸出水などの影響から 5.5 と上がって居り大月川泥流地帯でも異っている。鉾床内を流れた水はさらに pH 6.6 と上がって居る。又酸性水の pH はしばらく放置しておくといく低くなることはすでに報告 [3] されているが、5 日後に pH を再測定してみた

ところ 0.1~0.5 低くなった。RpH は pH より 0.1 だけ高い数を示しただけで較差少なく炭酸は少ないものと考えてもよいだろう。

b) MO アルカリ度及び酸度 : pH とアルカリ度、酸度との関係は必ずしも比例しない。この調査も st. 6, 7 など pH は割合大きいがアルカリ度は小さい。鉾床内の水は酸度である。

c) Ca^{2+} と Mg^{2+} : 鉾床内の水の Ca^{2+} は特に多く 0.84~0.92 me/l を示し河川の水の 4~5 倍多い。川に流れるに従って少なくなっている。 Mg^{2+} も割合多い。又 Ca^{2+} と Mg^{2+} の関係は一般陸水のように $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ の状態である。 $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ と MO アルカリ度との関係は水中に Na^+ , Cl^- が割合少ないとき硫酸が多ければ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ が多くな

Fig. 3. 陽イオンと陰イオンの比較図
(The comparison of the cations and the anions composing the quality of water)

る [4] のであるが、この調査でも硫酸が多い故か $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} > \text{Mo}$ アルカリ度となつてゐる。

d) Cl^- : この調査区域の Cl^- は佐久地方の湖沼、河川水、地下水と同じく少なく、最大 Cl^- 量鉱床内の溜水の 0.27me/l 、湧水の 0.14me/l を除くと後河川水は 0.1me/l 以下である。

e) 硫酸イオン : この地域の水の硫酸量は一般に多い。特に鉱床内の溜水やそこを流れる湧水の中には 2.50me/l 、 2.08me/l 、 1.66me/l 含まれてゐる。この鉱床は芦平熔岩に含まれていた硫化鉄の変化（既述）から出来ており、含鉄水が酸化して析出するとき硫酸分が遊離して地下水にとけ、このように多くの硫酸値を示したと考えられる。事実下流の新開や海尻部落の井戸にかなりの硫酸量 (60ppm) が報告されてゐる [5]。しかしこの鉱床湧水も矢竹川にそそぐと流量多く（約20倍）硫酸量少ない (0.42me/l) 水のため希釈されて 0.62me/l と僅か 0.2me/l 増加するにとどまつてゐる。今第1鉱床の溜水が流れ出たと仮定しても流量は更に少ない（第1鉱床の崖面よりしみ出ている水量より）のであまり大きい影響はないものと思われる。横沢川の硫酸は源流の天狗岳爆裂火口附近に硫酸化合物が含まれている結果だろうと思われる。

f) その他 : 調査地域には直接関係がないが横沢川の影響からか下流に水田の老朽化と褐鉄鉱の沈澱が見られる。又硫酸過剰の水と脳卒中死亡率との間に高い相関々係が指摘されて [6] いるので飲用には注意すべきである。

5 摘 要

八カ岳火山の東麓にある長野県南佐久郡小海町稲子鉱泉附近の褐鉄鉱鉱床附近の地質と水質の調査をした。

1) この鉱床は八カ岳火山を大月川が開析した中間段丘上にある。基盤は凝灰質角礫岩でその上に玄武岩質安山岩、両輝石安山岩、石英安山岩の順に重なつてゐる。

2) 鉱床の成因は両輝石安山岩中の鉄分が地下水にとかされて鉱泉として湧出し、地表に堆積したもので、幅 50m 、長さ 300m 、厚さ $200\text{cm} \sim 20\text{cm}$ の小規模のものである。

3) 鉱床内の湧水、溜水も大月川の源流より pH 低く硫酸量多い。しかしこの鉱床から流れ出る水量は少ないので本流に与える影響は僅かである。

4) pH と硫酸量とは必ずしも比例しない。硫酸量が増えても pH が上がつてゐる。しかもこの調査地域の pH は放置しておくとも低くなる。

5) このような地域の水に含まれる Ca^{2+} や Mg^{2+} は一般の河川水や湧水よりも多い。

*

最後に種々御指導を受け便宜を与えられた信大、阿久津先生に感謝致します。

参 考 文 献

- 2), 5) 小平達郎：大月川水系の水質について。信濃教育, 1~7, 834号, 昭31.6.
- 6) 小林 純：水の酸性と脳卒中死亡率との相関について。水道協会雑誌, 280, 1~8 (1958).
- 1), 3) 半谷高久, 杉村行勇：本邦酸性陸水の地球化学的研究。日化誌, 1312~1316 (1957).
- 4) 半谷高久：私信による。

S U M M A R Y

We have made a geological survey and the investigation of the quality of water in the limonite bed area and its neighborhood that lie near the Inago mineral spring at the town of Komi, Minami-saku county, at the eastern foot of Mt. Yatsugatake, in Nagano prefecture.

1. This limonite bed at Inago lies in the hillside where the Ôtsuki River has dissected the slope of the Yatugatake Volcano. Its bed-rock consists of tuff-breccia, on which basaltic andesite, two-pyroxene-andesite and dasite lie one upon another.

2. The constituents of the mineral bed was derived from the two-pyroxene-andesite, iron of which was dissolved by underground water and springed up as mineral spring, and was consequently piled up on the surface of the earth. The mineral bed is only a small scale, 300m long, 5m wide, and 20cm~200cm thick.

3. The standing water as well as the spring water in the mineral bed area show the pH values lower than the head water of the Ôtsuki River, but are more abundant in the amount of sulphuric acid. There are, however, only a little influence upon the main course of river, because the quantity of water run off from this mineral bed is so little.

4. The pH value is not always proportional to the amount of sulphuric acid, the former being often higher when the latter increases. The pH of water in this area becomes lower when left as it is.

5. The water in this area contains Ca^{2+} and Mg^{2+} greater in quantity than that of other rivers and springs.

(著者：白倉盛男, 小林茂男, 長野県南佐久郡八千穂中学校; Morio SHIRAKURA; Shigeo KOBAYASHI; Yachiho Junior High school, Minamisaku-gun, Nagano prefecture)