

強放射能泉に生育する温泉植物*

(第2報) 山梨県増富温泉の藻類

岡山大学温泉研究所 御 船 政 明
東京国立文化財研究所 江 本 義 数
神戸大学理学部生物学教室 広 瀬 弘 幸

(昭和 41 年 1 月 28 日受理)

Studies on the Thermalflora in Japan. XXXIII.
The Thermal Algae in Certain Strongly Radioactive Springs in Japan. II.
The Thermal Algae of Masutomi Hot Springs in Yamanashi Prefecture.
M. MIFUNE, Y. EMOTO, & H. HIROSE

Masutomi Hot Springs are located north north east of Nirasaki City in Yamanashi Prefecture. In Masutomi, mineral water flows out from a river bed covered with gravel of granite and sedimentary rocks, or from the cracks in granite. Most of the springs are strongly radioactive. The highest radon content of mineral waters was 4.37×10^{-6} curies per liter. By the contents of major chemical components, some of them are classified to an alkaline earth, borate containing salt spring and the others to a weak salt spring.

The water temperatures of these springs were 10.5~31.1°C and the pH value 5.7~7.9.

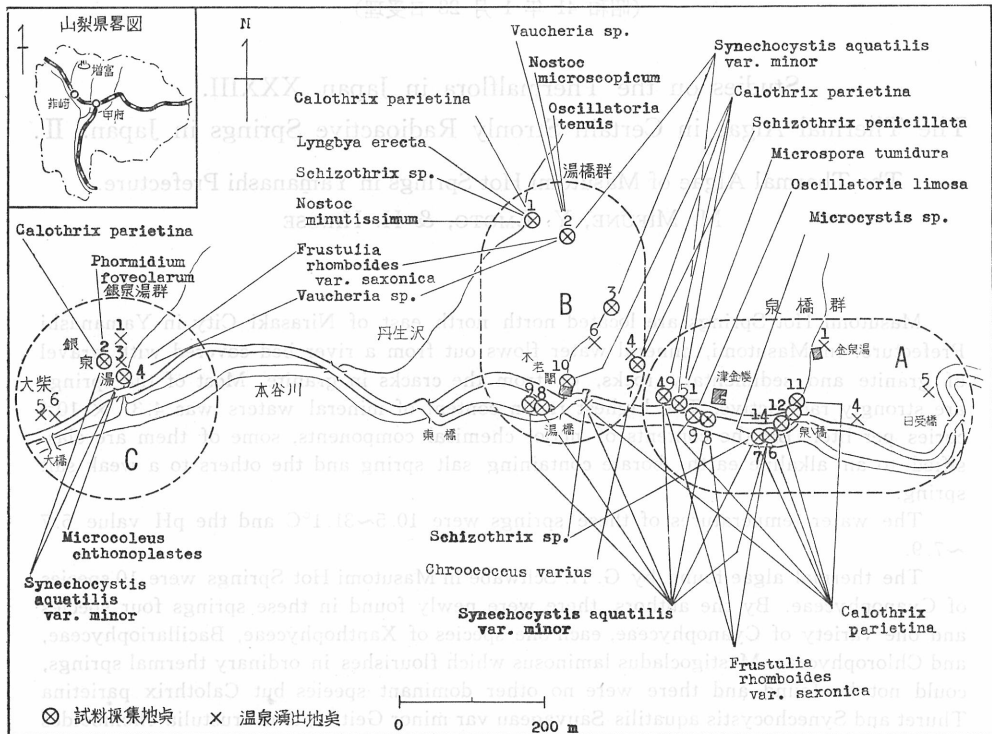
The thermal algae found by G. H. Schwabe in Masutomi Hot Springs were 10 species of Cyanophyceae. By the authors, there were newly found in these springs four species and one variety of Cyanophyceae, each one species of Xanthophyceae, Bacillariophyceae, and Chlorophyceae. *Mastigocladus laminosus* which flourishes in ordinary thermal springs, could not be found and there were no other dominant species but *Calothrix parietina* Thuret and *Synechocystis aquatilis* Sauvageau var minor Geitler, and *Frustulia rhomboides* (Ehr.) De Toni var. *saxonica* (Rabh.) De Toni.

著者らは強放射能泉に生育する温泉植物の生態学的研究の一環として先に島根県池田鉱泉の藻類⁷⁾について報告したが、今回は池田鉱泉とともに本邦では最強の放射能泉に属する山梨県増富温泉群の藻類について報告する。増富温泉の藻類については既に Schwabe⁹⁾ (1943) の報告があり、同氏は同温泉の藻類として *Microcystis* sp., *Chroococcus varius*, *Synechocystis aquatilis*, *Calothrix thermalis*, *Nostoc microscopicum*, *Nostoc minutissimum*, *Oscillatoia tenuis*, *Lyngbya erecta*, *Schizothrix penicillata*, *Schizothrix* sp. の計 10 種類の藍藻を報告している。かつて江本義数が調査し、広瀬弘幸と協同して1943年に完了したが未発表のまま今日に及んだ。ついで1957年の春秋2回御船政明が調査して広瀬弘幸と協同して研究した。ここに Schwabe⁹⁾ の調査結果と比較しながら著者らの研究結果をのべる。

* 日本産温泉植物の研究 (第33報). 神戸大学理学部生物学教室業績 No. _____.

増富温泉の概況

増富温泉とは山梨県北巨摩郡須玉町のラジウム鉱泉地を指し、その位置は中央線韮崎北北東、直線距離にして約20kmの所にある。秩父山地の金峯山に源を発する本谷川に沿って東端の日受橋より西端の大柴に至る間に帯状に23源泉が湧出²⁾するが、源泉は泉橋附近(A群)と、湯橋附近(B群)と銀泉湯附近(C群)とに密集している(第1図)。小穴進也・黒田和夫⁸⁾によると、B群の源泉は南北に走る断層に沿って湧出し、この断層線より東側の花崗岩地帯にA群の源泉が分布し、断層線の西側の水成岩地帯にC群の源泉が分布する。



第1図 増富温泉群及び温泉植物分布図

増富温泉の地球化学的研究は小穴進也・黒田和夫⁸⁾、黒田和夫⁵⁾、黒田和夫・横山祐之⁶⁾、伏見弘・秋山悌四郎²⁾によって行われた。伏見弘・秋山悌四郎²⁾によると増富温泉の水温は10.5~31.1°C*、そのうち9源泉の水温が25°C以上である。pHは5.7~7.9。主要イオン存在量間の関係は、陽イオンの成分ではNa>Ca>Mgであり、陰イオンの成分ではCl>HCO₃>SO₄である。すなわち池田鉱泉と同様に岩崎岩次³⁾による中性鉱泉の型に属する。湧出直後の最高ラドン含有量は、黒田和夫⁵⁾によると12,000マッヘである。

日本鉱泉誌⁴⁾によると、増富温泉の泉質は放射能泉(冷鉱泉および微温泉)に属し、含有する主要成分により分類すれば、主として含土類ホウ酸食塩泉および弱食塩泉に属する(第I表)。

* その後、銀泉湯附近(C群)が掘さくされて、42.5°Cの温泉が湧出した。

第1表 増富温泉分析表

	栗平鉦泉	栃久保の湯
調査年月日	大正3年	大正3年
pH又は反応Rn (Mache)	590.44	微弱アルカリ性 7.11
カチオン (mg/kg)		
K ⁺	42.59	396.35
Na ⁺	685.47	2733.25
NH ₄ ⁺	0.85	1.26
Ca ²⁺	71.23	308.85
Mg ²⁺	6.11	23.86
Fe ²⁺	0.70	1.40
Mn ²⁺		
Al ³⁺		
アニオン (mg/kg)		
Cl ⁻	877.60	4196.21
SO ₄ ²⁻	130.30	701.73
HCO ₃ ⁻	439.98	914.63
PO ₄ ³⁻		
解離成分小計 (mg/kg)	2264.83	9317.54
HBO ₂ (meta)	56.60	112.56
H ₂ SiO ₃ (meta)	124.30	149.34
CO ₂	512.69	770.37
総計 (mg/kg)	2958.42	10349.81
泉質	放射能泉 (弱食塩泉)	含土類ホウ酸 食塩泉

増富温泉の藻類

文中黒丸●は Schwabe の採集にかかるものであり、白丸○は著者等の採集したものである。また各種毎の産地欄内の記載中、ラドン含有量に文献番号のないものは、すべて御船政明が測定した値である。また泉名の次の()内の符号と番号とは第1図内のそれを示す。

Class I Cyanophyceae 藍藻綱

Order I Chroococcales クロオコックス目

Family I Chroococcaceae クロオコックス科

1. *Microcystis* sp. ●

産地、泉橋の手前、本谷川右岸のがけよりの湧泉(A-7)。水温 24.0°C, pH 6.3, ラドン含有量 60 マッヘ⁵⁾。

2. *Chroococcus varius* A. Br. ●

産地、栗平天然風呂(B-5)。水温 23.6°C, pH 6.5, ラドン含有量 7.5 マッヘ⁹⁾。

3. *Synechocystis aquatilis* Sauvageau var. *minor* Geitler ●○

産地 1. 泉橋の手前、本谷川右岸の崖よりの湧泉(A-6)●○, T=27.0°C, pH=6.4, ラドン含有量 165.0 マッヘ, 木片上あるいは *Calothrix parietina*, *Frustulia*

rhomboides var. *saxonica* に混在。2. 泉橋の手前、本谷川右岸の崖よりの湧泉(A-7)●○, T=24.0°C, pH=6.3, ラドン含有量 60 マッヘ⁵⁾。3. 日暮のふちの湧泉(A-8)○, T=23.0°C, ラドン含有量 1,800 マッヘ⁶⁾, *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* に混生。4. 大六天の湯(A-49)○, T=24.0°C, pH=5.8, ラドン含有量 2459 マッヘ, *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* に混生。5. 河原崎の湧泉(A-51)°, T=26.0°C, pH=6.1, ラドン含有量 185.1 マッヘ。6. 塩の沢津金湯(B-2)●○, T=20.9°C, pH=6.1, ラドン含有量 236.2 マッヘ⁹⁾。7. 岩頭噴泉(B-3)●, T=26.0°C, pH=3.3, ラドン含有量 10.9 マッヘ⁹⁾。8. 東小尾の泉(B-7)●, T=25.0°C, pH=6.3, ラドン含有量 10.7 マッヘ⁹⁾。9. 上河原上の湯(B-8)○, T=12.0°C, pH=6.1, ラドン含有量 430 マッヘ⁶⁾, 本種が優占種として肉眼的藻被を形成している。10. 上河原下の湯(B-9)○, T=17.0°C, pH=6.1, ラドン含有量 1737 マッヘ。11. 銀泉湯古湯(C-2)○, T=22.2°C, pH=6.4 ラドン含有量 170.1 マッヘ, 優占種である本種のほか

に、わずかに *Phormidium foveolarum* が混在する。12. 銀泉湯下の湯 (C-4)○, T=15.0°C, pH=6.5, ラドン含有量 47.0 マッヘ, 本種に *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* が混在する。13. 大柴と銀泉湯間の石垣湧出泉○, 本種に *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* が混在する。

Order 2 Nostocales ネンジュモ目

Suborder 1 Oscillatoriineae ユレモ亜目

Family 2 Oscillatoriaceae ユレモ科

4. *Oscillatoria limosa* Kuetz.

産地 日暮のふちの湧泉 (A-9)○, T=17.2°C, pH=6.5, *Calothrix parietina* の藻被中に混在。

5. *Oscillatoria tenuis* Ag. var. *tergestina* Rabenh. (*O. tenuis* Ag. fa. *tergestina*?●)

産地 塩の沢津金湯 (B-2)●, T=20.9°C, pH=6.1, ラドン含有量 236.2 マッヘ⁹⁾。

6. *Phormidium foveolarum* Gomont○

産地 銀泉湯古湯 (C-2)○, T=22.2°C, pH=6.4, ラドン含有量 170.1 マッヘ, 優占種の *Synechocystis aquatilis* var. *minor* 内にわずかに混在。

7. *Lyngbya erecta* Schwabe●

産地 丹生沢 (B-1)●, T=24.5°C, pH=7.0, ラドン含有量 393.3 マッヘ⁹⁾。

8. *Schizothrix penicillata* (Kuetz.) Gomont●

産地 栗平天然風呂 (B-5)●, T=23.6°C, pH=6.5, ラドン含有量 7.5 マッヘ⁹⁾。

9. *Schizothrix* sp.●

産地 1. 泉橋の手前, 本谷川右岸の崖よりの湧泉 (A-7)●, T=24.0°C, pH=6.3, ラドン含有量 60 マッヘ⁸⁾。2. 丹生沢 (B-1)●, T=24.5°C, pH=7.0, ラドン含有量 393.3 マッヘ⁹⁾。3. 東小尾の泉 (B-7)●, T=25.0°C, pH=6.3, ラドン含有量 10.7 マッヘ⁹⁾。

10. *Microcoleus chthonoplastes* Thuret○

産地 銀泉湯上の湯上方 (C)○, pH=7.2, 優占種は *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* であり, まれに本種が混在する。

Suborder 2 Nostocineae ネンジュモ亜目

Family 3 Nostocaceae ネンジュモ科

11. *Nostoc microscopicum* Carm●.

産地 塩の沢津金湯 (B-2)●, T=20.9°C, pH=6.1, ラドン含有量 236.2 マッヘ⁹⁾。

12. *Nostoc minutissimum* Kuetz●,

産地 丹生沢 (B-1)●, T=24.5°C, pH=7.0, ラドン含有量 393.3 マッヘ⁹⁾。

Family 4 Rivulariaceae ヒゲモ科

13. *Calothrix parietina** Thuret●○

産地 1. 泉橋の手前, 本谷川の右岸の崖よりの湧泉 (A-6)●○, T=27.0°C, pH=6.4, ラドン含有量 165.0 マッヘ⁹⁾。2. 泉橋の手前, 本谷川右岸の崖よりの湧泉 (A-7)●, T=24.0°C, pH=6.3, ラドン含有量 60 マッヘ⁵⁾。3. 日暮のふちの湧泉 (A-9)○, T=17.2°C, pH=6.5, 優占種は *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* であるが, 少量の本種と少量の *Oscillatoria*

illatoria limosa とが混在している。4. 泉橋たもと独立家屋裏の岩壁の湧泉 (A-11)○, T=21.0°C, pH=7.6, 本種が優占種である。5. 泉橋たもと道下のテラスの湧泉 (A-14)○, T=22.0°C, pH=6.6 及び T=26.8°C, pH=6.2。6. 大六天の湯 (A-49)○, T=19.2°C, pH=6.0。7. 河原崎の湧泉 (A-51)○, T=22.0°C, pH=6.2, ラドン含有量 185.1 マツヘ。8. 丹生沢の湧泉 (B-1)●, T=24.5°C, pH=7.0, ラドン含有量 393.3 マツヘ⁹⁾。9. 栗平天然風呂 (B-5)●, T=23.6°C, pH=6.5, ラドン含有量 7.5 マツヘ⁹⁾。10. 東小尾の湧泉 (B-7)○, T=25.0°C, pH=6.3, ラドン含有量 10.7 マツヘ⁹⁾。11. 不老閣の源泉 (B-10)○, T=28.0°C, pH=6.9 及び T=23.0°C, pH=6.5, ラドン含有量 0.34~2.39 マツヘ²⁾, 石灰化した本種のみが生育している。12. 銀泉湯古湯 (C-2)○, T=30.4°C, pH=6.5, ラドン含有量 170.1 マツヘ, 本種が優占種であって, 温泉水中の石上に藻被を形成している。

注意: Schwabe⁹⁾ は増富温泉産として *Calothrix thermalis* (Schwabe) Hansgirg を報告しているし, 著者らはかつて *Calothrix goetzei* Schmidle に当るべき標本を採集したが, Fan¹⁾ の所説に従って *C. thermalis* および *C. goetzei* の2種のいずれをも *C. parietina* に含まるべきものとした。

Class II Xanthophyceae 黄緑色藻綱

Order 3 Heterosiphonales フクロ黄緑色藻目

Family 5 Vaucheriaceae フシナシミドロ科

14. *Vaucheria* sp. フシナシミドロ属の1種

産地 1. 銀泉湯下の湯上方 (C)○, pH=7.2, 本種の藻被内に *Microcoleus chthonoplastes* および *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* を混じえている。2. 塩沢津金源泉 (B-2)○, T=20.9°C, pH=6.1, ラドン含有量 236.2 マツヘ⁹⁾, 本種の藻被内に *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* および少量の *Synechocystis aquatilis* var. *minor* を混じえる。

Class III Bacillariophyceae 珪藻綱

Order 4 Pennales 羽状珪藻目

suborder 3 Biraphideae 両背線亜目

Family 6 Naviculaceae ハネケイソウ科

15. *Frustulia rhomboides* (Ehrb.) De Toni var. *saxonica* (Rabh.) De Toni○

産地 1. 泉橋の手前, 本谷川右岸の崖よりの湧泉 (A-6)○, T=27.0°C, pH=6.4, ラドン含有量 165.0 マツヘ⁹⁾. *Synechocystis aquatilis* var. *minor* と *Calothrix parietina* とをまじえる。2. 日暮のふちの湧泉 (A-8)○, T=23.0°C, ラドン含有量 1800 マツヘ⁶⁾, *Synechocystis aquatilis* var. *minor* を混じえる。3. 大六天の湯 (A-49)○, T=24.0°C, pH=5.8, ラドン含有量 2459 マツヘ, 少量の *Synechocystis aquatilis* var. *minor* が混在する。4. 塩沢津金湯 (B-2)○, T=20.9°C, pH=6.1, ラドン含有量 236.2 マツヘ⁹⁾, 少量の *Synechocystis aquatilis* var. *minor* が混在する。5. 銀泉湯下の湯上方 (C)○, pH=7.2, まれに *Microcoleus chthonoplastes* をまじえる。6. 大柴と銀泉湯間の石垣湧出泉 (C)○, 優占種の *Synechocystis aquatilis* var. *minor* 内に少量の本種が混在している。

Class IV Chlorophyceae 緑藻綱

Order 5 Ulotrichales ヒビミドロ目

Suborder 4 Ulotrichineae ヒビミドロ亜目

Family 7 Microsporaceae ミクロスポラ科

16. *Microspora tumidula* Hazen[○]

産地 河原崎の湧泉 (A-51)[○], T=26.0°C, pH=6.1, ランド含有量 185.1 マッヘ

総 括

著者らの調査の結果増富温泉産のフローラに藍藻4種1変種, 黄緑藻1種, 珪藻1種, 緑藻種が加えられることになった. Schwabe 既報のフローラにこれらを加えると, 藍藻12種1変種, 黄緑色藻1種, 珪藻1種, 緑藻1種が増富温泉の植物として見いだされたことになる. 増富温泉の優占種は珪藻の *Frustulia rhomboides* (Ehrb.) De Toni var. *saxonica* (Rabh.) De Toni, 藍藻の *Calothrix parietina* Thuret および *Synechocystis aquatilis* Sauvageau var. *minor* Geitler である.

全世界の温泉に広く分布する藍藻の *Mastigocladus laminosus* Cohn イデユアイミドリが全く見いだされなかったこと, および同じく藍藻ユレモ科の植物がごく少量混生しているに過ぎなかったことは, 増富温泉産藻類の著しい特徴であり, 島根県池田鉱泉産藻類⁷⁾ と類似の傾向がうかがわれる.

文 献

- 1) K.C. Fan: Revision of *Calothrix* Ag., Rev. Algol. **3**, 154—178 (1956).
- 2) 伏見弘・秋山悌四郎: 増富温泉地域ならびに同地における試さく井の地球化学的研究, 日化 **76**, 620—624 (1955).
- 3) 岩崎岩次: 火山の化学 pp. 66—69, 河出書房 (1948).
- 4) 厚生省大臣官房国立公園部: 日本鉱泉誌, p. 366, p.369, 青山書院 (1954).
- 5) K. Kuroda: Strongly radioactive springs discovered in Masutomi, Bull. Chem. Soc. Japan **19**, 33—83 (1944).
- 6) 黒田和夫・横山祐之: K.Y. 式ローリツェン・ラドン計およびその地球化学における応用, 化学の研究第3集, pp. 29—68, 朝倉書店 (1948)
- 7) 御船政明・広瀬弘幸・津村孝平: 強放射能泉に生育する温泉植物第1報島根県池田鉱泉の藻類, 温泉科学 **10**, 60—64 (1959).
- 8) S. Oana and K.Kuroda: Geochemische Untersuchungen an den Quellen von Masutomi in über das Radiumbad Masutomi und über umraumfremde Quellen, Deutsche Gesellschaft für Natur und Völkerkunde Ostasiens, Tokyo pp. 57—74 (1943).
- 9) G.H. Schwabe: Zur Ökologie der Masutomi-Quellen in über das Radiumbad Masutomi und über umraumfremde Quellen, Deutsche Gesellschaft für Natur und Völkerkunde Ostasiens, Tokyo, pp. 75—102 (1943).