

登別温泉の温泉生物, 特に植物について

神戸大学理学部 広瀬弘幸

(昭和40年9月15日受理)

On the Thermal Plants of Noboribetsu Spa

Hiroyuki HIROSE

(Department of Biology, Faculty of Science, Kobe University)

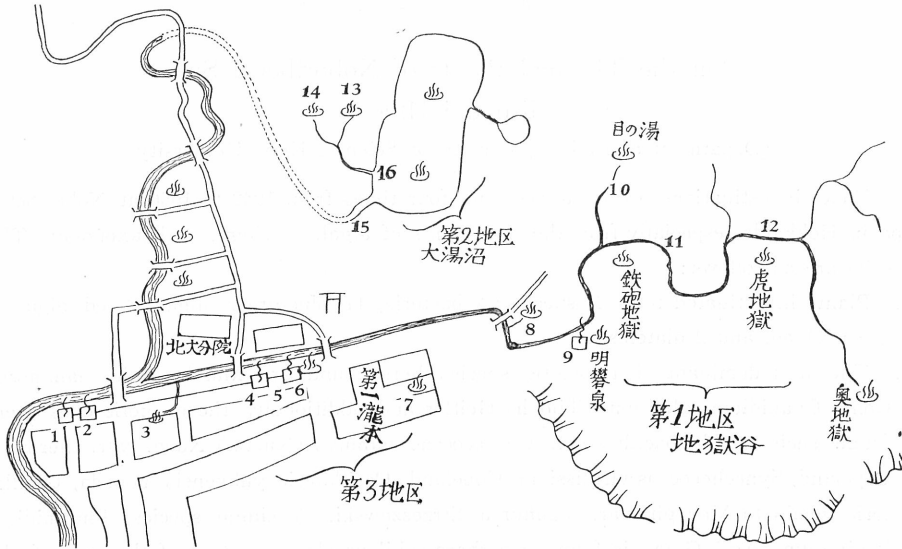
Field investigations were carried out four times from 1942 to 1956 at Noboribetsu spa in Hokkaido, especially from the view points of algal, oecology, and taxonomy. The results are as follows:

1. Plants investigated total 21 species: 2 bacteria, 11 blue-green algae, 2 red algae, 4 green algae, and 2 diatoms.
2. The most dominant thermobiotic species here found are *Mastigocladus laminosus* Cohn, *Cyanidium caldarum* (Tildeh) Geitler and additionally thermobiotic ones were found such as *Thiobacillus* sp., *Chroococcus minutus* (Kuetz.) Naeg. var. *thermalis* Copeland, *Synechococcus viridissimus* Copeland, *Oscillatoria yuhuensis* Yoneda, *Oscillatoria geminata* Menegh. var. *sulphurea* Strzeszewski. A single species, *Phormidium laminosum* (Ag.) Gom., is found as a thermophilous alga. As most of the area of the spa is occupied with strongly acidic spring waters, merely two species, *Cyanidium caldarium* and *Pinnularia braunii* var. *amphicephala*, predominate there. The tolerance limits of the pH value of the former species is 2.4 and that of the latter is up to 2.2. *Batrachospermum arcuatum* Kylin and its *Chantransia* stage was found in mineral water of 22°C.
3. Annual succession of the algae was witnessed. Namely, no other alga than *Synechococcus elongatus* and *S. viridissimus* were found within a stratum of *Mastigocladus laminosus* in January 1942. Colonies of one more species, *Chroococcus minutus* var. *thermalis*, appeared much more massively than the above two species, when observed in July 1943. And moreover in December 1943, one more species, *Synechocystis aquatilis* var. *minor* was abundantly added within the above mentioned stratum.
4. With observations on the temperature of the algal growth area, the ranges of temperature tolerance were considered to be as shown in Fig. 2.

当温泉に関する限り、いまだ動物に関する調査研究はなされていなくて、演者が行った植物に関するものだけであります。演者は1942年1月、1943年7月と12月及び1956年7月の計4回調査しました。今朝(1965年6月11日)かつての調査地点を歩いてみて、源泉や引湯導管の変りようの激しいのに驚きましたが、特に地獄谷からの放流であるかつての川筋がすっかり新設の道路や建物のかくされ、また第一滝本旅館の大浴場の東南隅に近接した石垣からの小湧泉4個が全く埋もれてしまっているのには感慨なきを得ません。そのため本日の発表は現状とは距った1956年迄の状態であることをおことわり致しておきます。かつての調査の度毎に本会会長の斎藤省三博士の御世話になりましたことを、懐しい思い出とともに感謝いたします。

I 植物の種類とその生息場所

植物と申しましても実は藻類と細菌類ばかりでありまして、種類数は藍藻11種、紅藻2種、緑藻（接合藻を含む）4種、珪藻2種、細菌2種総計21種類となります。



第1図 登別温泉略図（昭和31年現在）と温泉藻類の採集場所

登別程の雄大な規模の源泉群すなわち地獄谷と大湯沼とが存在するに拘らず、種類数が比較的少ないのは、両源泉群ともに強い酸性泉なので、生息可能な種類が極めて限られてくることに原因します。すなわち地獄谷では pH=1.8（血池地獄）、2.2（目の湯）、2.4（虎地獄）、3.4（鉄泉池）、4.6（湯花採集地）、大湯沼の南出口付近では凡そ2.8という値であります。そのかわり限られた特殊な1～2種の藻類すなわち紅藻のイデユコゴメ *Cyanidium caldarium* と珪藻の1種 *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* が特別に繁茂しています。いま当温泉産の植物の種類とその産出場所とを示しますと、下記の日録及び第1図の通りであります。図示されるように、当温泉場における温泉植物の分布は、泉質と pH 値との相異から3つの場所に区分できる。すなわち1. 地獄谷及びその放流底 2. 大湯沼及びその放流底 3. 温泉市街地内の諸源泉及びそれからの導管洩れ湯であります。上述した2種の藻類は1地区、2地区を主として第3地区内にも産するが、これら2種以外の植物はすべて第3地区すなわち温泉市街地内だけに産出します。

登別温泉産植物目録

I 細菌類 Schizomycetes

1. *Gallionella ferruginea* Ehrb. 鉄細菌の1種

生息所：3地区7 *第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉**(31°C, pH=6.6).

2. *Thiobacillus* sp. 硫黄細菌の1種

生息所：2地区13大湯沼附属湧泉 (39.5°C, pH=2.8). 2地区15大湯沼よりの放流底 (49°C,

* この番号は第1図内の場所を示す番号である

** 現存していない

pH=4.4).

II 藍藻類 Cyanophyceae

3. *Chroococcus minutus* (Kuetz.) Naeg. var. *thermalis* Copeland

生息所：3地区4 北大分院の川南木製導管途中の湯溜り (46°C, pH=7.2).

4. *Synechococcus elongatus* Naeg.

生息所：3地区4 北大分院の川南木製導管途中の湯溜り (46°C, pH=7.2; 52°C, pH=7.6; 53.5°C, pH=7.2). 3地区5 北大分院と大浴場との間の道路の橋南詰の硫黄泉洩れ湯内 (62°C, pH=4.6).

5. *Synechococcus viridissimus* Copeland

生息所：3地区5 北大分院と大浴場との間の道路の橋南詰の硫黄泉洩れ湯内 (62°C, pH=4.6). 3地区4 北大分院の川南木製導管途中の湯溜り (46°C, pH=7.2; 52°C, pH=7.6; 53.5°C, pH=7.2). 1地区8 地獄谷入口川畔湧泉天然放流 (57°C, pH=6.6).

6. *Synechocystis aqnatilis* Sauvag. var. *minor* (Kol.) Geitler

生息所：1地区8 地獄谷入口川畔湧泉自然放流 (57°C, pH=6.6).

7. *Mastigocladus laminosus* Cohn

生息所：1地区8 地獄谷入口川畔湧泉自然放流 (57°C, pH=6.6). 3地区5 北大分院と大浴場との間の道路の橋南詰の硫黄泉洩れ湯内 (62°C, pH=4.6). 3地区4 北大分院の川南木製導管途中の湯溜り (46°C, pH=7.2; 35°C, pH=7.2). 3地区1 第二滝本への引湯湯溜り洩れ湯 (40.5°C, pH=6.6).

8. *Oscillatoria geminata* Menegh. var. *sulphurea* Strzeszewski

生息所：3地区7 第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉 (未測定).

9. *Oscillatoria yuhuensis* Yoneda

生息所：3地区7 第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉 (31°C, pH=6.6)

10. *Phormidium fragile* Gom.

生息所：3地区2 導管洩れ湯の溜り (38°C, pH=6.4).

11. *Phormidium laminosum* (Ag.) Gom.

生息所：1地区8 地獄谷入口川畔湧泉 (57°C, pH=6.6). 3地区4 北大分院の川南木製導管途中の湯溜り (53.5°C, pH=7.2).

12. *Phormidium subfuscum* Kuetz. var. *inaequale* Naeg.?

生息所：2地区15 湯沼からの自然溪流中 (未測定).

13. *Phormidium uncinatum* (Ag.) Gom.

生息所：3地区7 第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉 (未測定).

III 紅藻類 Rhodophyceae

14. *Cyanidium caldarium* (Tilden) Geitler イデユコゴメ

生息所：1地区9 地獄谷明礬泉導管上 (23°C). 1地区12 地獄谷小支流中 (51°C, pH=2.6). 1地区11 地獄谷本流 (46°C, pH=4.6). 2地区13 大湯沼附属湧泉 (40°C, pH=2.8). 2地区14 大湯沼附属湧泉 (37°C, pH=2.4). 2地区15 大湯沼よりの溪流 (39°C). 3地区6 北大分院の川南導管上 (44°C, 57°C).

15. *Batrachospermum arcuatum* Kylin 及び本種の *Chantransia* stage

生息所：3地区7 第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉 (22°C). 本種の採集時期は19

42年1月29日であったが、なお22°Cの水温を保っている湧水中に生息していたことは特記すべき事実である。本邦温泉産紅藻の報告としては、さきに江本・広瀬の報告した伊豆の *Chantrelia chalybea* Lyngbye var. *thermalis* Rabh. と当所とだけである。

IV 緑藻類 Chlorophyceae

16. *Hormidium rivulare* Kuetz.

生息所：3地区7 第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉 (31°C, pH=6.6, 22°C).

17. *Oedogonium* sp. サヤミドロの1種

生息所：3地区7 第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉 (20~30°C, pH=6.6). 3地区3 北大分院の川南石垣よりの洩れ湯溝内 (12.5°C, pH=4.4, 1942年1月29日採).

18. *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kuetz. ネダシグサ属の1種

生息所：3地区3 北大分院の川南石垣よりの洩れ湯溝内 (12.5°C, pH=4.4, 1942年1月29日採).

19. *Zygnema* sp. ホシミドロ属の1種

生息所：3地区3 北大分院川南石垣よりの洩れ湯溝内 (12.5°C, pH=4.4, 1942年1月29日採).

V 珪藻類 Bacillariophyceae

20. *Pinnularia braunii* (Cleve) Grun. var. *amphicephala* (Mayer) Hustedt

生息所：1地区10 目の湯 (22°C, pH=2.2). 1地区12 虎地獄附近の本流 (34°C, pH=2.4). 2地区13 大湯沼の付属沼 (33°C, pH=2.8). 2地区15 付属沼よりの低温流が大湯沼に注入する所 (49.2°C, pH=4.2).

21. *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehrb.

生息所：3地区7 第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉 (22°C).

II 当温泉産植物の生態学的所見

以上の種類を生態学的諸要素特に温度と酸性度とに関するのべると次の通りになります。

1. 真温泉性 *thermobiotic* すなわち、温泉水域以外には産しない純粋の温泉植物は、イデユアイミドリ *Mastigocladus laminosus* とイデユコゴメ *Cyanidium caldarium* (Tilden) Geitler を最優占種とし、ほかに硫黄細菌 *Thiobacillus* sp. *Chroococcus minutus* (Kuetz.) Naeg. var. *thermalis* Copeland, *Synechococcus viridissimus* Copeland, *Oscillatoria yuh-ensis* Yoneda, *Oscillatoria geminata* Menegh. var. *sulphurea* Strzeszewski の7種である。

2. 好温泉性 *thermophilous* すなわち原則として温泉中に住むことを主とするが、普通の淡水中にも住む種類には *Phormidium laminosum* (Ag.) Gom. がある。

3. 適温泉性 *thermoxenous* すなわち原則として普通の淡水中に住むことを常態とするが、時として温泉中にも見出だされる種類には上記7種を除いた残り13種のすべてがこれに該当します。

また当温泉は広い地域にわたって強酸性水域が占めているが、これに適した種類は前述の目録中の紅藻イデユコゴメ *Cyanidium caldarium** と珪藻の *Pinnularia braunii* var. *amphicephala*** の2種である。前者はpH値2.4* 迄生息していたし、後者はpH値2.2** 迄生息

* 演者は山形県蔵王高湯温泉でpH値1.4に本種の生息をみた。

** 根来健一郎博士は宮城県鳴子濁沼でpH値1.4に本種の生息を確認しているし、演者は山形県蔵王高湯温泉でpH値1.4及び秋田県渋黒温泉でpH値1.7に本種をみとめた。

していた。

III 登別温泉の泉質の特徴と植物の特徴

当温泉に所在する地獄谷, 大湯沼の2つの大きな強酸性湧出源のあることが最も大きな特徴といえます。

強酸性と高温度に耐える種の紅藻イデユコゴメ *Cyanidium caldarium* (Tilden) Geitler が広く生息して, 当温泉の代表種となっています。

強酸性水域の代表種である珪藻 *Pinnularia braunii* (Cleve) Grun. var. *amphicephala* (Mayer) Hustedt の多産することも当温泉産植物の大きな特徴であります。

また低温水を好む紅藻カワモズク属の1種 *Batrachospermum arcuatum* Kylin とその *Chantransia stage* が少量ながら 22°C の湧泉中に発見されたことも興味ある事実であった。

IV 温泉藻出現の週年変化

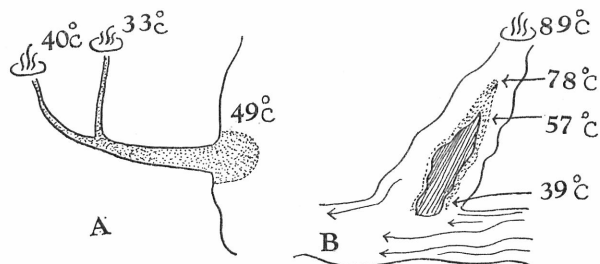
1942年初頭の冬期と翌年の夏期, 続いて同年の冬期にわたっての藻類の生息状況を比較することができた。

大湯沼, 地獄谷においては, 紅藻イデユコゴメ *Cyanidium caldarium* の生息状況特にその繁茂の面積についてはほとんど変化は認められなかったが, 珪藻 *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* は1月に著しい拡がりをみせていた群体が7月には著しく減少していた。また北大分院川南の食塩泉の引湯導管の洩れ湯溜り内(地図中番号4)の藻類の消長をみると, 主藻被はイデユアイミドリ *Mastigocladus laminosus* であったが, この藻被中に混在する種が, 1月には *Synechococcus elongatus* と *S. viridissimus* とだけであったものが, 翌年7月には更に *Chroococcus minutus* var. *thermalis* の群体が甚しく加わっており, 更に同年12月には *Synechocystis aquatilis* var. *minor* が沢山混在していたことを知った。比較的变化は少ないものと想像されている温泉植物(藻類)の植生に遷移のあることが実証されたことは興味あることと思います。

IV 藻類の耐温限界に関する2つの観察

1. 比較的低温の 33°C pH 2.8 と 40°C pH 2.8 との2湧泉からの温泉流が高温の大湯沼へ注ぎこむ所がある(第1図中番号16, 第2図A)。ちょうど注ぎこんだ温泉流底に濃褐色に繁茂している珪藻 *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* が大湯沼の底で消える部分すなわち褐色の拡がりが消えるところの水温を測定したら T=49.2°C, pH=4.2 であった。耐温限界についてはその場所の水中に溶存する O₂, CO₂, その他の量も至大の関係あることは勿論であるが, おおよその見当として本種の耐温限界を示すものと考えることができる。

2. 地獄谷入口で, 本流に注ぎこむ湧泉流があった(第1図中番号8, 第2図B)。この小流底に藍藻 *Mastigocladus laminosus* の藻被が拡がっており, 混生種として *Synechococcus viridissimus* が多産していた。湧泉源では T=89°C, pH=6.6



第2図 温泉藻の耐温限界を示す2例

- A 珪藻 *Pinnularia braunii* var. *amphicephala* の耐温限界
 B 藍藻 *Mastigocladus laminosus* の藻被(斜線で示す)と混生種 *Synechococcus viridissimus* (点で示す)の耐温限界

であった。後者が湧泉源に最も近い所に生息する場所の水温は 78°C であり、また生息する最末端の水温は 39°C であった。また前者が湧泉源に最も近く生息する場所の水温は 57°C であった。このことから藍藻 *Synechococcus viridissimus* の耐温限界の上限は約 78°C で下限は約 39°C であり、藍藻 *Mastigocladus laminosus* の耐温限界の上限は約 57°C であることが推察できる。この値は今日迄の日本最高記録によく一致している。

V イデュコゴメ *Cyanidium caldarium* の研究

北大分院長斎藤省三博士の御好意により、同博士の研究室内で、地獄谷の本種を生のまま観察して、葉緑体* の存在をはっきり認め、本種の所属が藍藻ではないことを知りました。更に本種のクロロフィル** やフィコシアン** を調べた演者は本種を紅藻に移籍しました。

VI あとがき

演者が当温泉を調査しましたのは1956年(昭和31年)7月が最後でしたので、温泉場のその後の変化が気に懸っておりました。今朝(6月11日)視察しましたところ、1地区8の湧泉と、3地区7の第一滝本大浴場南東石垣よりの湧出小泉がなくなっております。従いまして、同じ場所産として生息所欄に記した種類は一応登別のフローラから消えることとなりますが、然し、当温泉場内の何処かに余命をつないで生存しているかも知れません。一応おことわりしてあとがきと致します。

* 広瀬弘幸(1947): 特殊な藍藻類 *Cyanidium* の有色体に就いて, 科学と科学教育, 1, 43~45.

** ——(1950): Studies on a thermal alga, *Cyanidium caldarium*. 植物学雑誌, 63, 107~111.

** ——(1958) Rearrangement of the systematic position of a thermal alga, *Cyanidium caldarium*. 植物学雑誌, 71, 347~352.