

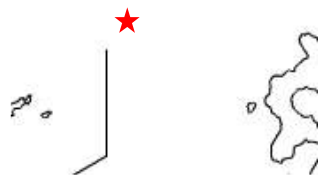


中房温泉の野外を流れる熱水中の 硫化水素を酸化する微生物と硫化水素濃度の変化

松浦 克美^{1, 2}, 河合 繁³, Shawn E. McGlynn²

¹ 代謝初期進化研, ² 東工大 ELSI, ³ JAMSTEC

中房温泉：長野県安曇野市 硫黄泉（硫化水素型，アルカリ泉）



源泉数 30カ所以上
(すべて自然湧出)

温度 60℃～95℃

湧出量 1500 L/min 以上

pH 8.0～9.5

硫化水素イオン 200～400 $\mu\text{mol/L}$

硫酸イオン 150～300 $\mu\text{mol/L}$

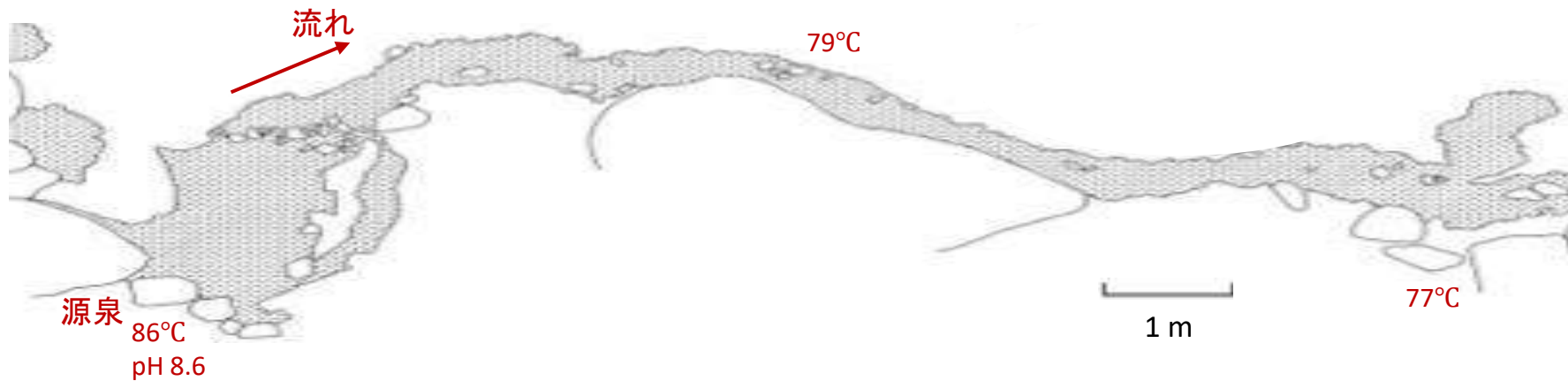
炭酸水素イオン 1.5～2.5 mmol/L



背景と目的

- 中房温泉（硫黄泉，硫化水素型，pH 8.6）の野外の熱水流水中には，硫化水素を酸化する微生物が，かたまり状で多く成育している.
- そのような条件の微生物の働きにより，水中の硫化水素濃度がどのように変化するかを調べた研究は，これまでにない.
- 水中の微生物を除去する前後で硫化水素濃度を測定し，硫化水素濃度の変化に対する微生物の役割を明らかにする.

調査地：合戦の湯 泉源温度 86℃ 砂地の上の流れ



温泉流水中に成育した微生物のストリーマー

ストリーマー：微生物の細長いかたまりの一端が石に付着して、流れのなかでゆれ動いているもの



4 cm

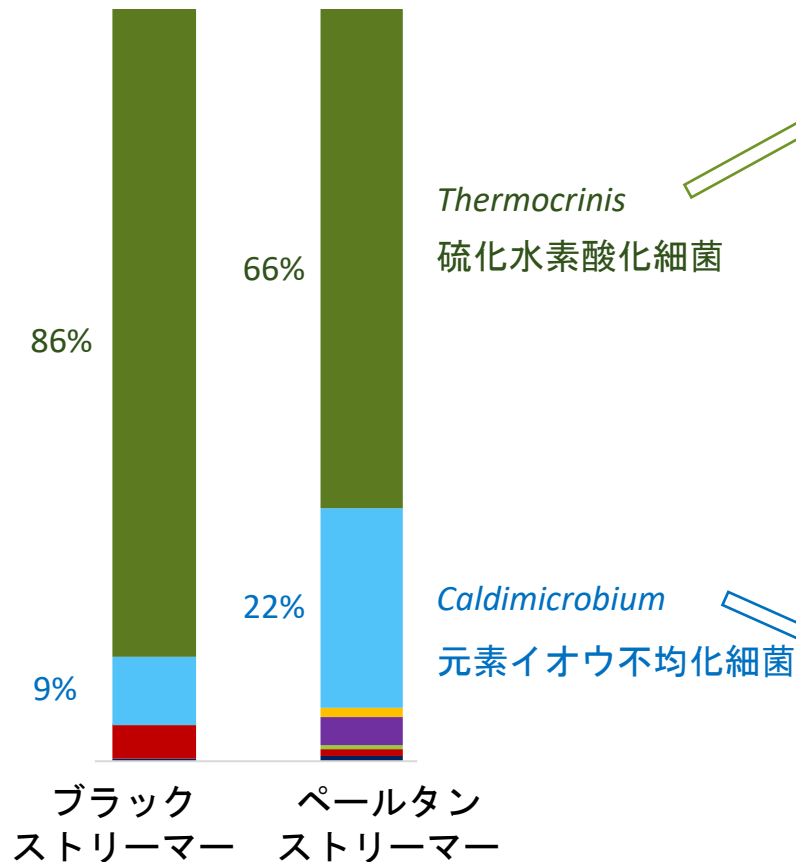
ブラックストリーマー：86℃：泉源付近



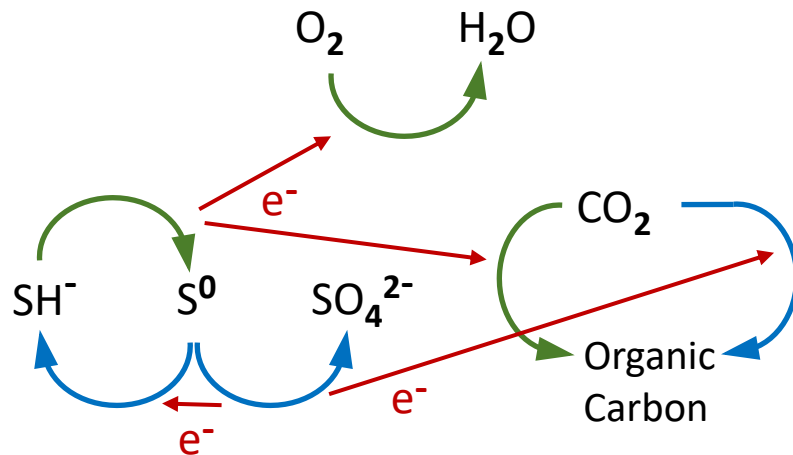
8 cm

ペールタンストリーマー：79℃：泉源から 約 5 m

ストリーマーに存在する イオウ代謝をする2種の化学合成細菌



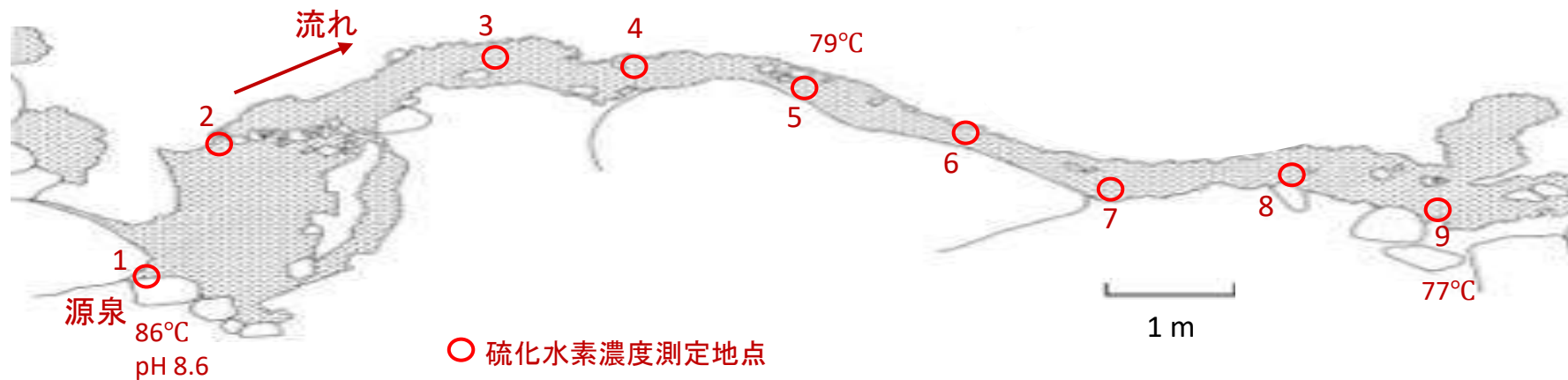
硫化水素を元素イオウに酸化し、
酸素と二酸化炭素を還元する*



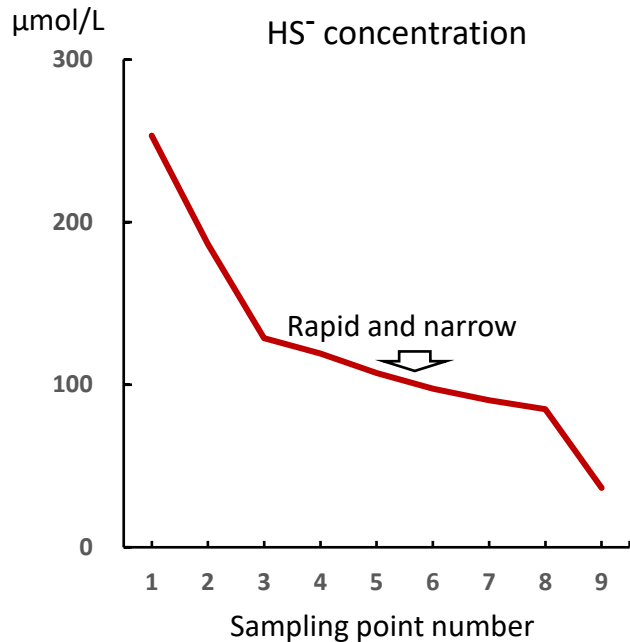
元素イオウを硫酸と硫化水素に不均化し、
二酸化炭素を還元する*

*いずれも状況的根拠の段階

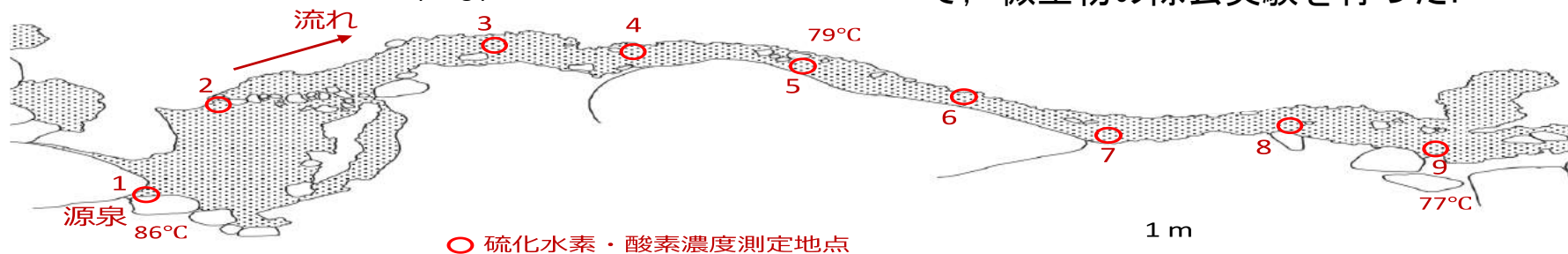
測定地点：合戦の湯 泉源温度 86℃ 砂地の上の流れ



温泉水の流れに沿った硫化水素濃度の変化



- 硫化水素濃度は、流れにしがたい
9 m の流れで 250 μmol/L から 40 μmol/L
へ大きく減少した。
- 濃度の平均減少速度は、長さ当りで
約 20 μmol/L/m であった。
- 流れが細く流速が早いところでは
濃度の減少速度がゆるやかだった。
- 成育する微生物の影響が考えられたの
で、微生物の除去実験を行った。



温泉流水中の微生物ストリーマーの成育状況と除去後の様子



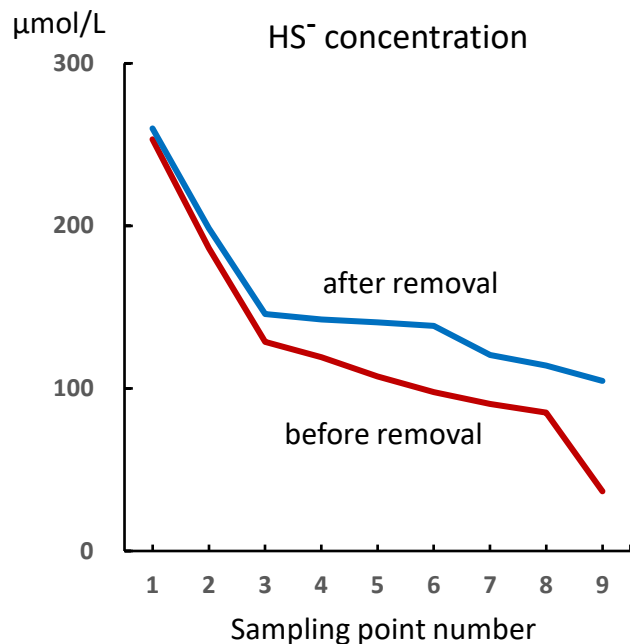
除去前



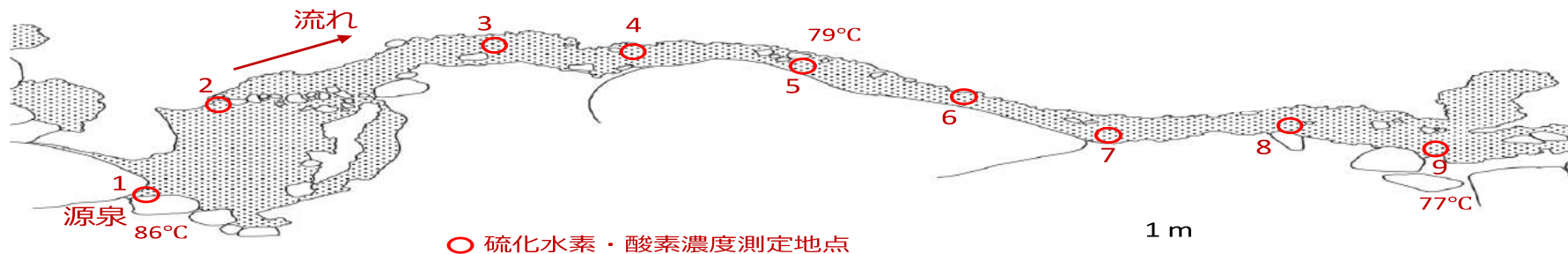
除去後

- 微生物ストリーマーは、一端が石に弱く付着して早い流れの中にゆれ動いているのでピンセットで簡単に剥がすことができ、流れ去る。
- 目視で、98%程度以上の微生物ストリーマーが除去できた。

微生物ストリーマ除去による硫化水素濃度の減少への影響



- ほとんどの微生物ストリーマーの除去により硫化水素濃度の減少速度は、 $20 \mu\text{mol/L/m}$ から $14 \mu\text{mol/L/m}$ に30%減少した。
- 微生物ストリーマー除去後でも、大きな硫化水素濃度の減少があったので、流れの底の砂や石の表面の微生物の影響が考えられた。
- 3.6 m の雨どいを用意して、底の砂や石の表面の微生物の影響がないときの濃度変化を、次に調べた。

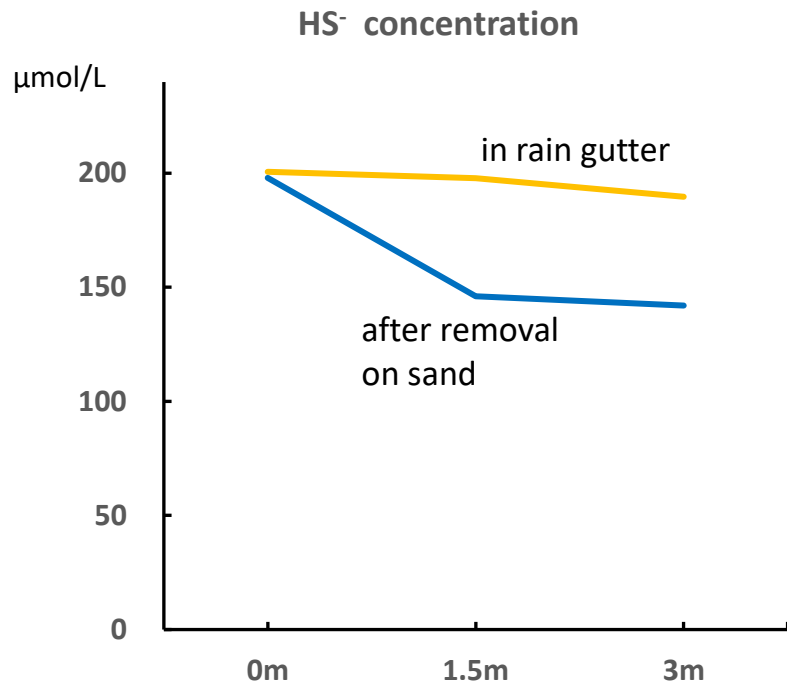


温泉水を流すために設置した 3.6 m の雨どい



- 雨どいは取水口の深さと全体の傾斜を調整して，流速 500 mm/s，水深 10 mm とした．
- 流速は，自然の流れの平均流速にほぼ合わせ，水深は微生物ストリーマーがマット状によく発達したときの，その上を流れる温泉水の水深にほぼ合わせた．

雨どい中を流れる温泉水の硫化水素濃度変化

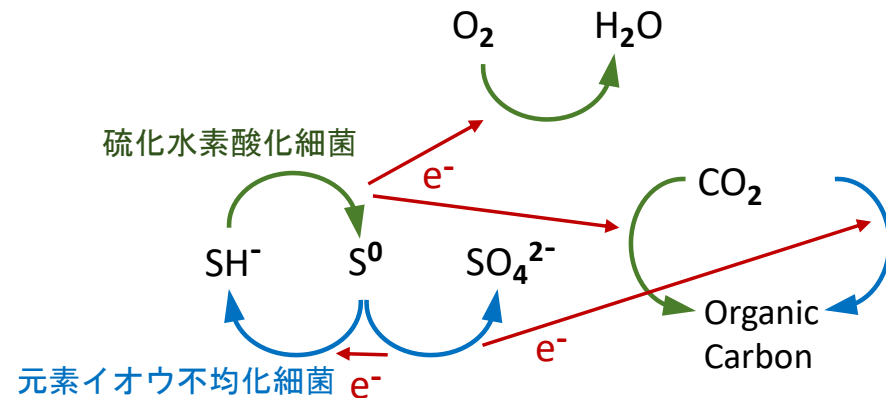


- 雨どい中を流れる温泉水中の硫化水素濃度の変化は、微生物ストリーマーを除去した砂の上の流れの 1/6 で、大きく減少していた。
- 微生物ストリーマーを除去した砂の上の流れで硫化水素濃度が減少したのは、砂や石の表面の微生物に起因すると考えられた。



まとめ

1. 中房温泉（硫黄泉，硫化水素型，PH 8.6）の80°C前後の野外流水中の硫化水素濃度は，そこに成育する硫化水素を酸化する微生物によって，9 m の流れの中で，250 $\mu\text{mol/L}$ から 40 $\mu\text{mol/L}$ へ大きく減少していた．
2. 硫化水素濃度を低下させる微生物は，流水中にかたまり（ストリーマー）として存在する微生物と，底の砂や石の表面に存在する微生物の両者があると考えられた．

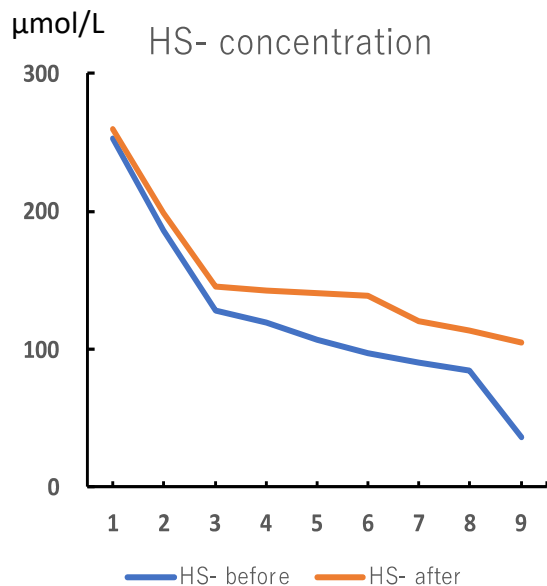


謝辞：微生物を含む野外温泉水流を利用させていただいた
中房温泉，百瀬孝仁様に深く感謝いたします。

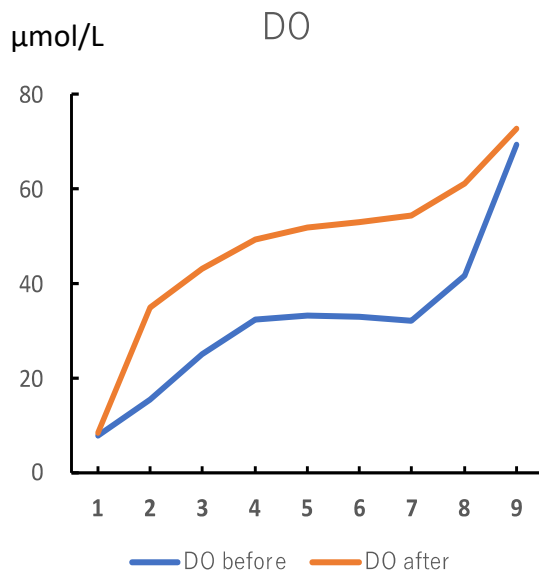


微生物ストリーマー除去前後の酸化還元指標の変化

硫化水素濃度



酸素濃度



酸化還元電位

