

## 論文題名 『箱根温泉・大涌谷の「黒たまご」黒色物質の起源推定』

掲載ページ：「分析化学」第 72 巻 第 7・8 号 249-256 ページ

著者名：木村 凜太郎<sup>1</sup>，萬年 一剛<sup>2</sup>，熊谷 英憲<sup>3</sup>，松井 洋平<sup>3</sup>，伊規須 素子<sup>3</sup>，高野 淑識<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>広尾学園中学校高等学校，<sup>2</sup>神奈川県 温泉地学研究所，<sup>3</sup>国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

2023 年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

## 【選定理由】ならびに「論文概要」

箱根ジオパーク内の大涌谷の湧泉場所一帯は、約 3000 年前に形成された箱根火山最大の地熱地帯である。湧出する温泉の泉質は強酸性、泉温は沸点に近い。その大涌谷には、名物の『黒たまご』がある。「なぜ、黒いのか？」著者らは、その科学的な疑問に真正面から取り組んだ。

黒たまごの売店では、硫化鉄が黒色の原因とする説明がされている。しかし著者らは、黒たまごを室内で放置すると茶色く褐色することを確認した。第一著者の木村（当時、中学生）は、空気中で比較的安定な硫化鉄が黒たまごの黒色の原因であるという言説に疑問を覚え、化学分析を行うことを考えた。木村は、コロナ禍中の大涌谷で、手指のアルコール消毒後に黒たまごを手にした人の手が真っ黒になる姿を目撃し、適切な電解質の液体で黒色物質を単離できれば、黒色の理由を解明できると考えた。身近にある様々な溶媒を用いて検討した結果、黒たまごをクエン酸に浸すことで、黒色物質の物理的な剥離に成功した。

著者らは、単離した黒色物質を用いて、非破壊分析及び破壊分析により、分光的特性の評価、軽元素組成及び主要な有機分子群の同定を行った。非破壊分析では、粉末 X 線回折による構成鉱物の同定、レーザ元素分析法及び元素分析法による元素組成解析、FT-IR 及びラマン分光法による官能基解析を用いて、黒色物質は硫化鉄とされる従来説の検証を行った。その結果、有機質であることが示唆されたため、GC/MS 法によるアミノ酸組成、

GC/MS 法による脂質組成、直接灰化法により、有機分子群の特定を行う破壊分析を行った。以上により、箱根温泉・大涌谷の『黒たまご』について、五つの化学的特徴を明らかにした。

- 1) 黒色物質は、卵殻外層に薄膜状に発達したものであり、クエン酸やアルコールにより、卵殻から物理的に分離可能である。
- 2) X 線回折の結果、黒色物質は非晶質成分に富むことがわかり、若干の自然硫黄が認められた。
- 3) 元素分析の結果、黒色物質は主に炭素、窒素、硫黄から構成されることが判明した。硫黄の含有量が多く、硫黄の架橋反応による高分子有機物の形成も考察された。
- 4) 分光スペクトルの結果から、黒色物質を構成する O-H 結合、脂肪族 C-H 結合、アミド結合、C-O 結合などの化学結合が観測され、多様な有機分子群の存在が示された。
- 5) 黒色物質には、タンパク性アミノ酸や脂肪酸の存在が示され、メイラード反応などによる高分子化が起きていると考察した。つまり、硫黄架橋を有する黒色物質は、高分子結合態有機物として存在する可能性を示した。

本論文では、多角的な解析により、黒色物質の正体を明らかにしている。また、著者らの純真な探求心と先入観にとらわれない科学的な姿勢が評価される。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を 2023 年「分析化学」論文賞受賞論文に値すると認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕