

総合農学研究所  
2024年度 研究所コアプロジェクト報告書

2024-03： 農学研究による One Health の向上 –環境の健康–

井上 弦<sup>1)</sup>、有馬未菜<sup>1)</sup>、白石みのり<sup>1)</sup>、樺村 敦<sup>3)</sup>

1) 農学部農学科、2) 農学部動物科学科、

緒言

東海大学農学部が位置する阿蘇の草原は、阿蘇のあか牛を育み、阿蘇の火山灰を主要な母材にする黒ボク土と呼ばれる土壤の上に成立する。一方、阿蘇の黒ボク土を含む土壤が劣化すると、豪雨などに伴う土砂災害を引き起こしやすくなり、阿蘇の草原の生物多様性を衰退させる原因にもなる。このような環境の基盤とも言える土壤について、東海大学農学部からも近い阿蘇のみに着目しても、環境に関わる未だ解明されていない多くの研究対象がある。

そこで、我々は、今回、2024年4月に開始された東海大学総合農学研究所の新プロジェクト「農学研究による One Health の向上」のうち「環境の健康」について、人の健康診断ごとく、環境の健康診断を行うように、まずは環境の基礎情報、特に土壤に焦点を当て、土壤断面調査や一般理化学性の分析、また、土壤中の微粒子を観察することで、「環境の健康」について調べた。



図1 阿蘇北外輪山からみた阿蘇カルデラ内

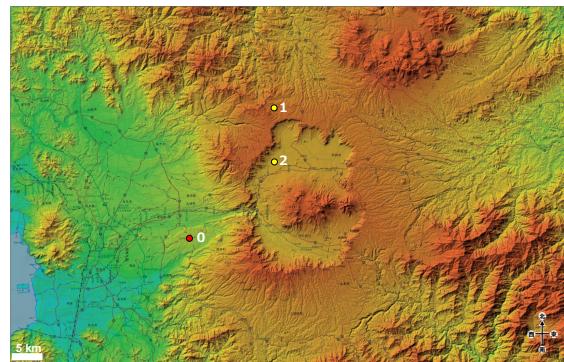


図2 阿蘇カルデラ周辺の調査地点位置図。  
0：東海大学阿蘇くまもと臨空キャンパス、  
1：阿蘇郡南小国町、2：阿蘇市狩尾  
国土地理院 Web サイト 地理院地図 色別標高図を使用

### 1. 阿蘇南小国町の周年放牧に向けた土壤診断の活用

阿蘇カルデラ（図1、図2）の外輪山周辺では、野焼きや採草、放牧などによって、半自然草地が維持される。このうち、放牧では、更なる省力化を求める周年放牧に取り組んでいる。しかしながら、周年放牧では、冬季に牧草や野草が不足することが問題となる。そこで、本研究では、周年放牧における冬季の牧草や野草の確保を目指すため、土壤断面調査、土壤化学性および土壤物理性を調べ、適切な土壤診断によって、周年放牧に最適な土壤管理の指針を示すことを目的とした（有馬・井上、2025）。

調査は、阿蘇郡南小国町の放牧予定地3地点（図3、図4；A, B, C地点）

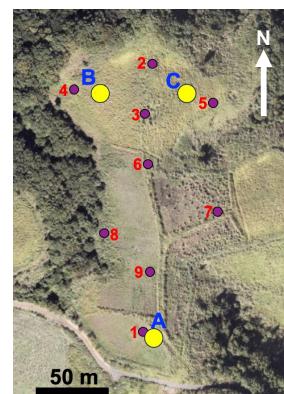


図3 調査地点詳細図

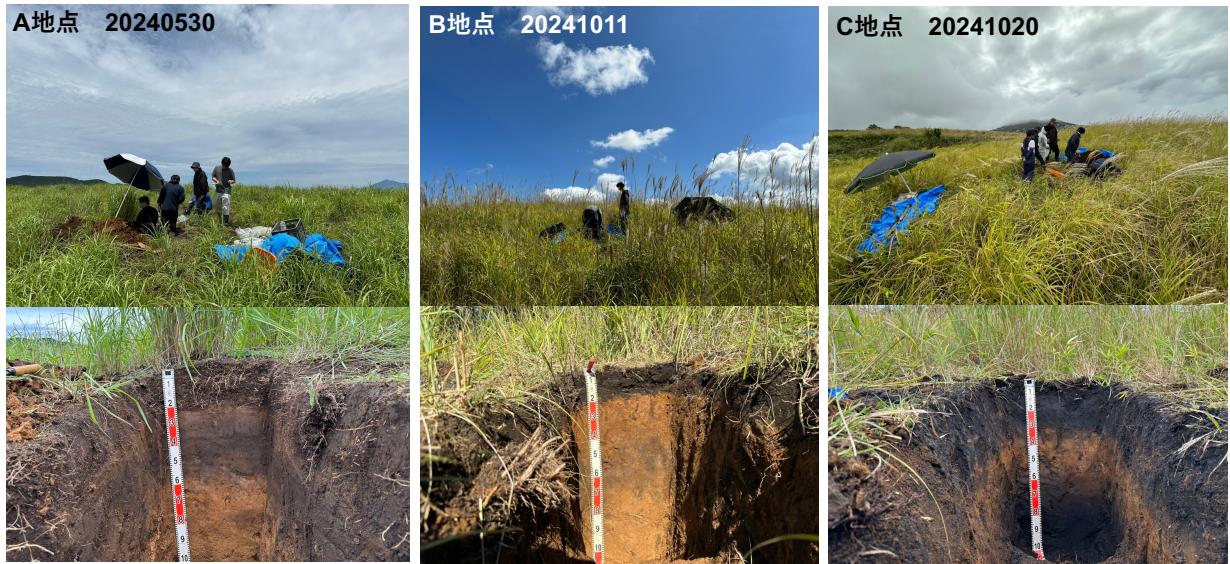


図4 地点A, B, C(図3参照)における土壤断面調査の様子

で土壤断面調査および土壤試料採取を行い、同じく10地点(図3; no.1~10)で、デジタル貫入式土壤硬度計を用い深さ90cmまでの貫入抵抗を測定した。また、分析は、化学性について、いずれも常法でC, N含量, pH(H<sub>2</sub>O), EC, 交換性Ca, Mg, K, Na含量, 陽イオン交換容量(CEC), 可給態リン酸含量(トルオーグ法), リン酸吸収係数などを調べた。土壤物理性は、100mL容採土管で土壤試料を採取し、デジタル実容積計を用い三相分布、仮比重、真比重を測定した。また、デジタル貫入式土壤硬度計による貫入抵抗(kPa)を調べた。

その結果、地点A, B, Cの土壤断面調査では、3地点の距離が数十メートル程度にも関わらず、各地点のA層(図4; 表層の暗色部分)の厚さは異なることが明らかになった。一方、一般理化学性のうち化学性では、一般的な黒ボク土と同様に、3地点全層を通して、リン酸吸収係数が高く、pH(H<sub>2</sub>O)は5.3~5.7の範囲にありほぼ弱酸性を示した。また、物理性は、仮比重が極めて低く最低値0.27Mg m<sup>-3</sup>を示し、三相分布では、気相が最低値で0%を示した。さらにデジタル貫入式土壤硬度計による貫入抵抗は、地点1~10で総じて1500kPaを超える2000kPaを含む層が存在した。植物根の伸長阻害は1500~2000kPaから始まるとしており(北川ほか, 2015), 植物根の伸長阻害を含む層の存在が明らかになった。

以上のことから、周年放牧を念頭に置いた牧草の栽培を考える場合、通常より多めのリン酸施肥と、深耕による土壤改良が重要だと考えられる。ただし、斜面が多い場合には降雨時の土砂流出も懸念されることから、効果的な土留めについても配慮が必要である。言い換えると、本研究地域の“環境の健康”は、不健康ではないものの、周年放牧に向けた牧草栽培を行う際には、特定の栄養を与え、十分なウォーミングアップが必要だと言える。

## 2. 阿蘇カルデラ内の湿地における土壤粒子の電子顕微鏡観察

阿蘇カルデラ内に位置する狩尾地区にはリモナイト（褐鉄鉱）鉱床が分布し、現在もリモナイトが採掘される。ここで採掘されるリモナイトは吸着剤などとして利用され、一般にも広く普及している。一方、この阿蘇カルデラ原産のリモナイトについて、加工前の原料としての微細粒子の形状や特性については十分に解明されていない。そこで、本研究2では、リモナイト採掘時に露出した土壤断面から、土壤試料を採取し、含有する微細粒子の形状や特性を調べた。（井上・白石、2025）。

試料採取は、2024年3月22日、7月5日、7月25日に行なった。3月22日は土壤断面調査を行うのと併せて層位ごとに試料を採取した。7月5日および7月25日は、断面から黒色層を中心試料採取のみ行なった。分析は、生試料のままpH(H<sub>2</sub>O)、電気伝導度(EC)を測定し、風乾土試料については、走査電子顕微鏡(SEM-EDX)を用い微細粒子の観察を行った。一部の試料については、SEM観察と同時にEDX(エネルギー分散型蛍光X線)によって化学組成を調べた。なお、3月22日の試料については論文として公表予定であるので、ここでは7月5日および7月25日の試料を中心に記述する。

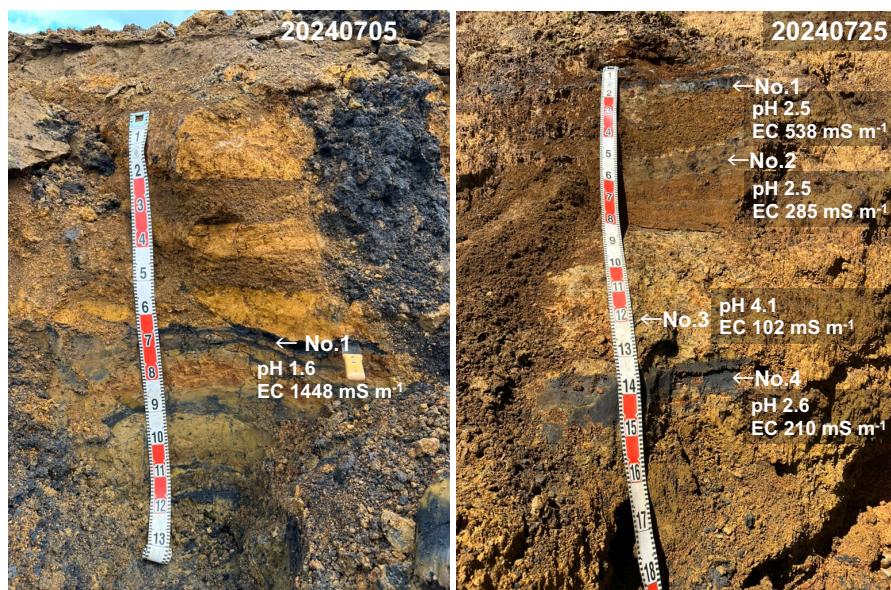


図5 20240705と20240725における試料採取位置およびpH(H<sub>2</sub>O)とEC値

その結果、地点の違いはあるものの、pH(H<sub>2</sub>O)はその多くが極強酸性のpH 4.4以下を示し、最低値はpH(H<sub>2</sub>O) 1.7であった。また、ECは最大値 1,448 mS m<sup>-1</sup>と著しく高い値を示した。試料採取地点周辺では、酸性硫酸塩土壤が問題となっており（山口ほか、2019），この著しく高いEC値は硫酸イオンの影響が考えられる。SEM-EDXによる観察では、珪藻殻のほか、パイライトやゲータイトの可能性が高い特徴的な微細粒子が多く見出され、珪藻殻ではケイ素が多く、ゲータイトの可能性が高い粒子には鉄が多く含まれていた。

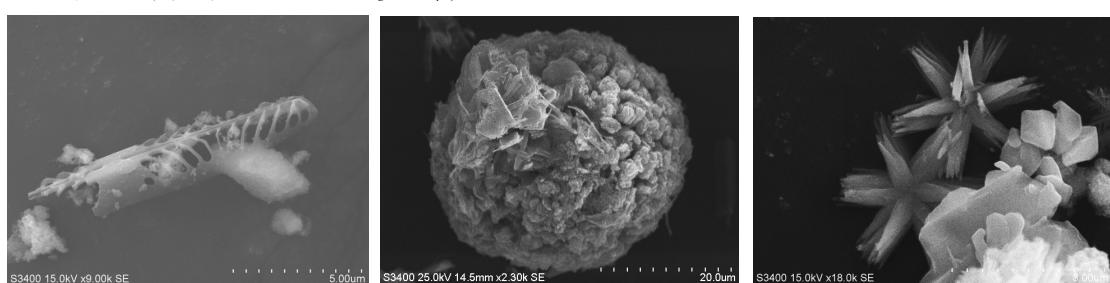


図4 走査電子顕微鏡観察によって検出された微細粒子。左から珪藻殻、パイライト、ゲータイトと思われる。

以上、阿蘇カルデラ内のリモナイト鉱床を含む地域における“環境の健康”を考える場合、一見、酸性が強く、作物生産の立場から見ると不健康にもみえるものの、リモナイト鉱床は、採掘が終われば、地盤整備をやり直し、水田へと戻すため、著しく低い酸性の影響は受けない。一方で、リモナイトの原材料には、珪藻殻以外にも特殊な形状をしたゲータイトの可能性が高い微細粒子が発見された。その特性は、まだ十分に明らかになっていないが、今回、環境の健康診断を行ったことで、新たな発見へと繋がったと言える。

### 3. 総括

本研究は、2024年度に開始した新プロジェクトに新たに参画し、「阿蘇南小国町の周年放牧に向けた土壤診断の活用」と「阿蘇カルデラ内の湿地における土壤粒子の電子顕微鏡観察」と言う2つの課題を設定し進めたものである。いずれも健康診断のように、環境の健康についての診断、特に土壤に着目し研究を進め、環境の健康状態やその処方箋などにも言及した。2025年度は、さらに阿蘇カルデラ近郊でのテーマを増やすとともに、プロジェクトメンバーも増やし、“環境の健康”をさらに深掘りすることを目的にする。なお、2024年度はプロジェクト初年度のため、本プロジェクトから、直接得られた業績は少ない。今後、2024年度に得られたデータを基に、積極的な学会発表、論文執筆を進める予定である。

### 引用文献

- 有馬未菜・井上 弦 (2025) 阿蘇カルデラ北麓南小国町における周年放牧予定地の土壤管理. 日本土壤肥料学会講演要旨集, 71, p. 115.
- 井上 弦・白石みのり (2025) 阿蘇カルデラ狩尾地区の累積土壤における微細粒子の特性. 日本土壤肥料学会講演要旨集, 71, p. 81.
- 北川 巖・塚本康貴・竹内晴信 (2015) 基盤整備圃場の適切な生産性を確保する土壤物理性管理指標. 農業農村工学会誌, 83, 363-366.
- 山口典子・井原啓貴・草場 敬・山根 剛・新美 洋, 古賀伸久, 身次幸二郎, 富永純司, 門田健太郎 (2019) 熊本地震により被災した阿蘇谷の水田における酸性硫酸塩土壤の分布状況とその特徴. 九州沖縄農業研究センター研究資料, 95, 30-41.

### 4. 業績

#### 【学術論文】

- (1) Shindo, H. and Inoue, Y. (2024) Effects of pyrophosphate-extractable aluminum, iron, and calcium on organic carbon storage in buried humic horizons of a cumulative volcanic soil profile containing charred plant fragments, Miyakonojo, Miyazaki, Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*, **70**, 387-392.

#### 【学会発表】

- (1) 井上 弦, 濱本真実, 村田智吉 (2024) 長崎県平戸島川内峠における野焼きが土壤に与える影響. 日本土壤肥料学会 2024 年度福岡大会 2024 年 9 月 3 日.
- (2) 仲松拓玖仁, 村田智吉, 井上 弦 (2024) 長崎県西彼杵半島における石灰質砂岩上の土壤の特徴. 日本土壤肥料学会 2024 年度福岡大会 2024 年 9 月 3 日.