

粉末 X 線回折を用いた水食による粉碎玄武岩流亡量の定量

Quantification of loss of crushed basalt due to water erosion using Powder X-ray analysis

○五ノ井凜* 西村拓** 山崎琢平**

○Rin GONOI*, Taku NISHIMURA** and Takuhei YAMASAKI**

I はじめに

CO₂を大気から取り除く手法の一つに、粉碎玄武岩を土壤に混入し、風化反応によって気相の CO₂を土中に固定する方法がある。他方、水食によって多くの土壤が流亡している(Feath and Crosson, 1994)ことを考慮すると、玄武岩の減少が風化によるものであるか、水食によるものであるかを切り分けることが必要である。しかし、土粒子と混入した玄武岩を分画することは難しい。

一方、鉱物試料の X 線回折を行う際に内部標準試料を混合した試料の回折パターンと純鉱物の既知の回折パターンを比較することで試料中の鉱物割合を定量する Full Pattern Summation (FPS) 法という手法がある。Kurokawa et al.(2024)は、この手法で農地土壤中の鉱物組成を定量できることを示した。本研究では、FPS法で流亡土砂中の玄武岩量を推定することを試みた。

II 試料と方法

土壤試料には、黒ボク土(茨城県つくば市, 2 mm ふるい通過分)を使用した。散布する粉碎玄武岩は、ソブエクレー社製の粒径 100 μm 以下のものである。表 1 に土壤と玄武岩の鉱物組成を示す。黒ボク土の乾土重量に対して、玄武岩を 0%、10%、20%混合した 3 条件で実験を行った(以下、玄武岩 0%条件、玄武岩 10%条件、玄武岩 20%条件)。

降雨実験は、塩ビ製土壤容器(20 cm×50 cm×10 cm)に、三河ケイ砂 6 cm 充填した上に供試土を 4 cm、乾燥密度 0.75 g cm⁻³ で充填したものに、人工降雨装置で 60 mm h⁻¹の降雨を 1 時間与えた。土壤容器は 8%の傾斜をつけた。降雨中、5 分毎に地表面流出水を採取し、流出水量並びに流亡土量を計量した。さらに実験後、土壤容器の上・中・下流、それぞれ上・下層から土壤を採取した。

流亡土、土壤容器から採取した試料は、試料土 1 g あたり内部標準物質としてコランダム(Al₂O₃)を 0.25 g を加えた後、エタノール 7 ml を加えて粉碎機(McCrone)で粉碎、乾燥後プレパラートに充填し、X 線回折装置に供した。X 線回折結果は、powdR コード(Kurokawa et al., 2024)を用いて鉱物組成を求めた。

表 1 供試土と玄武岩の鉱物組成(wt%)

試料	雲母	石英	斜長石	スメクタイト	カオリン	クリストバライト	アモルファス	その他
黒ボク土	22.41	6.15	0.00	3.36	6.90	0.54	58.13	2.50
玄武岩	30.35	2.21	43.31	11.12	0.00	4.00	0.00	9.01

III 結果と考察

・鉱物定量による玄武岩量評価(図 1)

玄武岩の混合割合と鉱物割合の相関係数 R²>0.85 以上となったのは石英、斜長石、クリストバライト、アモルファスの 4 種類だった。最も適合が良かった斜長石は玄武岩に豊富に含まれる一方で、

* 農村振興局 Rural Development Bureau, MAFF

** 東京大学大学院農学生命研究科, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

キーワード: 土壤侵食、二酸化炭素除去、鉱物分析

風化しやすいために黒ボク土には含まれていない。今後は、斜長石に注目して解析を行なった。

・降雨実験による土壌侵食量(図 2)

表面流量に対する流亡土壌量は、玄武岩 0%条件に比べ、10%条件は同程度、20%条件では増加した。経験式の傾きから、20%条件は同程度の地表面流出量に対して、2 倍侵食されやすいと考えられる。

・玄武岩侵食量の評価(図 3、4)

流亡土壌中の玄武岩量は時間経過とともに増加したため、線形に増加すると仮定し、玄武岩率の経時変化式を得た(図 3)。この式から、各流亡土試料中の玄武岩率を算出し、流亡土量から表面流量あたりの流亡玄武岩量をプロットした(図 4)。20%条件では 10%条件に比べ、流亡玄武岩量が 5.6 倍大きかった。

IV 結論

粉末 XRD と FPS 法を用いて、試料に含まれる斜長石量から、玄武岩量を推定することが可能と考えられた。玄武岩混合した黒ボク土に人工的な降雨を与えた時、単位表面流量あたりの、土壌侵食量が玄武岩 20%条件で増加、玄武岩侵食量が玄武岩 10%条件に比して 20%条件で大幅に増加した。玄武岩 10%条件であっても年間 0.6 t y^{-1} 程度の玄武岩が流亡するため、適切な土壌保全を行い流亡を防ぐことも重要である。

謝辞

本研究は、NEDO ムーンショット事業(A-ERW, JPNP 18016)ならびに科研費(24K01867)によって実施されました。ここに記して感謝します。

引用文献

Faeth, P. (1994). Building the Case for Sustainable Agriculture: Policy Lessons from India, Chile, and Chile, and the Philippines. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 36(1), 16–39.
Kurokawa, et al.. (2024). Examination of the reliability of X-ray powder diffraction analysis to determine mineral composition of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 6, 1942-1958

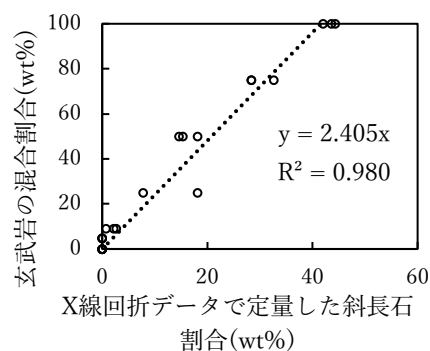


図1 X線回折データを用いた玄武岩量推定

Basalt evaluation by XRD data

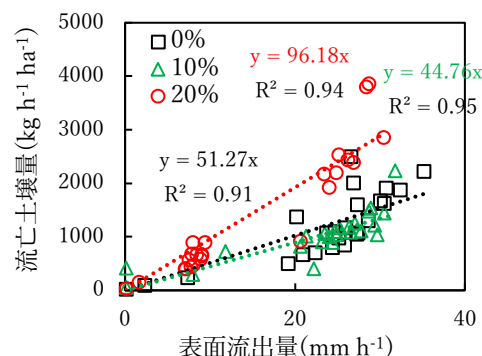


図2 降雨実験による土壌侵食量
Soil erosion rate and runoff

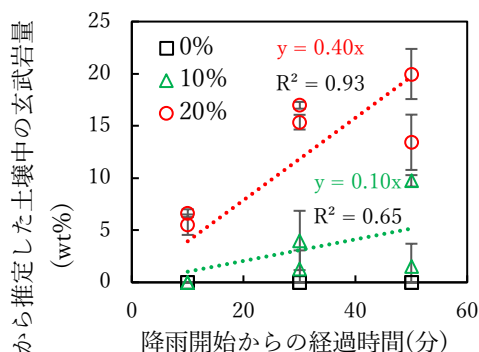


図3 玄武岩率の経時変化

Change in basalt contents in soil box

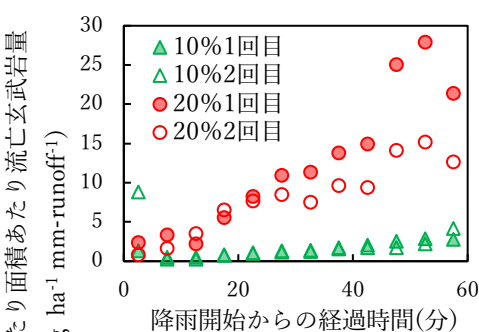


図4 玄武岩侵食量の経時変化

Change in basalt contents in eroded sediments