管理番号

2024 年度「深田研究助成」研究報告書概要
 （深田地質研究所のホームページで公開します）

研究課題名 （和文）	気泡の非定常レオロジーがマグマの流動形態に及ぼす影響		
研究課題名 （英文）	The effect of unsteady bubble suspension rheology on magma flow dynamics		
研究代表者	氏名	（漢字）	大家 広平
		（カタカナ）	オオイエ コウヘイ
		（英文）	Kohei OHIE
	所属機関・職名	北海道大学大学院工学院・JSPS 特別研究員 PD （現所属：名古屋大学大学院工学研究科・助教）	

概要（600 字～800 字程度にまとめてください。図表、写真添付の場合は 1 ページ以内 2 枚まで）

火山噴火のメカニズム解明は、地球・環境科学のみならず、噴火形態予測による防災計画の観点からも重要である。溶岩が溢れ出すような噴火か爆発的な噴火になるか否かは、メルト粘性やガス含有量などが重畳した混相流体としてのレオロジーによってほぼ決まる。メルトの主成分である SiO₂ はニュートン流体として取り扱える一方、含有気泡の存在がマグマレオロジーの難易度を格段に上げる。気泡の直径や体積率、変形量やその速さに応じて、気泡懸濁液として増粘することあれば減粘することもあり、一部の条件では液体と固体の中間的な粘弾性的な振る舞いもする。混相流体のレオロジーの起源となった Einstein(1906)に端を発し、気泡懸濁液の実効粘度理論は一世紀をかけて体系化された。本研究では、このレオロジーモデルを用いて、傾斜面を流れる気泡懸濁液が単相状態に比べて減速/加速される条件を明らかにした。

気泡懸濁液が斜面を下る速さは、連続相の粘度や密度、傾斜角度や液厚、含有気泡の直径や緩和時間、体積率など様々なパラメータに依存する。その中でも、高粘度のニュートン流体中に微細気泡が分散する懸濁液を対象に、含有気泡が流れを減速/加速させる条件を明らかにした。運動量保存則と気泡懸濁液のレオロジーモデルを用いて得られた式を無次元化することで、単相状態に比べて流量がどれほど増減するかが 2 つの無次元数で整理されることが分かった。また、気泡懸濁液を斜面に流す簡易実験との比較を行い、一連の理論に基づく結果の妥当性が示された。上記の研究成果は、流体物理専門誌 Physics of Fluids に掲載された。また、関連する内容は日本流体力学学会年会 2024 にて発表し、若手優秀講演表彰を受賞した。

発表文献等（この研究を発表した雑誌・図書・学会等について記入してください。印刷中は in press と記入してください。著者名は省略せず、全てを記入し、自分の名前に下線を引いてください。欄が足りない場合は、増やして記入してください。）

雑誌	論文標題	Bubble-bearing fluid flows on an inclined plane				
	著者名	<u>Kohei Ohie</u> , Yuji Tasaka, Yuichi Murai				
	雑誌名	Physics of Fluids				
	ページ	1~6	発行年	2025	巻号	37
雑誌	論文標題					
	著者名					
	雑誌名					
	ページ	~	発行年		巻号	
学会等	演題	含有気泡が溶岩流を加速させる条件				
	発表者名	<u>大家広平</u> 、田坂裕司、村井祐一				
	学会名	日本流体力学会 年会	2024	発表年	2024	
学会等	演題	Bubble-bearing fluid flows on an inclined plane				
	発表者名	<u>Kohei Ohie</u> , Yuji Tasaka, Yuichi Murai				
	学会名	Japan-U.S. Seminar on Two-Phase Flow Dynamics 2025		発表年	2025	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

The effect of bubble-bearing state on fluid flows on an inclined plane was clarified. Whether the flow slows down or accelerates depends on a non-dimensional parameter Π , a ratio of the gravity-induced shear force to the restoring force originated by the surface tension. When Π is smaller than unity, the spherical bubbles contribute to decelerate the flow, whereas the deformed bubbles contribute to accelerate the flow in the opposite condition. The experimental results validated the theory, and this framework is expected to contribute to understanding physics of bubble-bearing fluid flows in various fields.