

## 岩石・鉱物の力学的遷移挙動の現象論的構成則

### Phenomenological constitutive law for transient rheological behavior of rocks and minerals

川田 祐介<sup>1\*</sup>, 長濱 裕幸<sup>2</sup>

KAWADA, Yusuke<sup>1\*</sup>, NAGAHAMA, Hiroyuki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 地震研究所 数理系研究部門, <sup>2</sup> 東北大学 大学院理学研究科 地学専攻

<sup>1</sup>Earthquake Research Institute, University of Tokyo, <sup>2</sup>Department of Geoenvironmental Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University

加工硬化の効果も含む岩石・鉱物の力学的遷移挙動の構成則を粘弾性理論, 分数階レオロジーの観点から導出した。粘弾性挙動は線形応答理論を用いて定式化でき, 出力される応力は, 歪の入力と粘弾性応答との畳み込み積分で表現される。この応答関数は一般に緩和弾性率(時間に依存して変化する応力と歪の比)といい, これを構成則として扱う。粘弾性応答関数が時間のみの関数のとき, この畳み込み積分は分数階微分の定義式と一致し, フック弾性とニュートン粘性との中間の挙動を粘弾性として記述することができる。この構成式を用いて岩塩・方解石・斜方輝石の応力-歪曲線を解析したところ, 緩和弾性率が時間のべき乗則に従う関係が得られ, そのべき乗指数は流動則の応力指数の逆数になる。結果, 本構成則は遷移挙動と定常挙動を同じ数式(数理的構造)で表現でき, 指数値は遷移挙動に対して0.04から0.13(応力指数では7.5から25に相当), 定常挙動に対して0.14から0.25(応力指数では4.1から7.1に相当)の範囲を取る。つまり, 指数値は変形機構を反映したパラメータとみなせる。また, 特に斜方輝石の場合, 応答関数に加工硬化の影響を表す歪の関数(歪のべき乗)が含まれてくる。この効果も含む応答関数からは, 応力が歪と歪速度のべき乗則に従う加工硬化の経験則も導出することができる。

キーワード: 粘弾性, 分数階微積分, 遷移挙動, レオロジー, 加工硬化

Keywords: viscoelasticity, fractional calculus, transient behavior, rheology, work hardening