

浸透理論に基づく物体溶解および風化表示の一手法

2 Z - 9

田中 亜樹治 中村 剛士 真野 淳治 山田 雅之 世木 博久 伊藤 英則

名古屋工業大学

1 はじめに

私たちの身の周りには多くの自然現象が存在し、それを人工的に表現しようと試みる研究が盛んに行なわれている^[2]。筆者らは以前、物体風化の表現^[1]について報告したが、本研究では風化と同様に自然現象の1つである溶解を取り挙げ、物体が表面から徐々に溶解していく様子を浸透理論^[3]を用いて計算機上で表現する。本論文では同体積で形の異なる物体について実験を行ない、物体の体積、表面積が物体の溶解過程にどのような影響を与えるかについて調べた結果を報告する。

2 浸透理論

浸透理論は主に流体などが媒質の中をランダムに広がっていく現象を表すのに用いられる理論の一つである。なお、浸透現象については、森林火災の広がり方や伝染病の蔓延など日常世界における現象や岩石の割れ目の中への水の染み込み、枝分かれした小さな分子が化学結合により巨大分子を形成していく現象などの原子レベルでの現象などあらゆるスケールで例を見ることができる。^{[2][4]}

3 溶解モデルの設定

本研究では溶解モデルを次のように設定する。

1. 溶解する物体として、図1左に示すように単位ブロックを積み重ねて作った物体を設定する。
2. 物体を構成する各ブロックには浸透度 α をランダムに与えておき、物体の溶解し易い部分と溶解し難い部分を表現する。浸透度 α は0.0~1.0の範囲で値をとり、この浸透度 α の値が大きいほどそのブロックは溶解し易いものとする。
3. 浸透については物体の表面から処理単位で起こるものとする。ただし、本研究では物体は底面が地面に接しているものとし、底面を除く5つの表面から浸透が起こる。
4. ブロックが溶解するかどうかを判断するための閾値 T を設定し、この値と先に示した各ブロックの浸透度 α を比較することにより、各ブロックが溶解するかどうかを決定する。
5. 比較評価については処理単位毎に物体の表面を構成するブロック全てについてそれぞれのブロック

がもつ浸透度 α と閾値 T を比較し、 $\alpha \geq T$ である場合そのブロックが溶解し消滅するものとする。(図1: act 1 参照)

6. $\alpha < T$ の場合、そのブロックのもつ可視表面数に応じてブロックの浸透度 α の値を上げ、ブロックを溶解しやすくする。その際には次に示す式1を用いる。ここで可視表面とは、そのブロックの持つ6つの面のうち、その面が物体の表面を構成する面の事を言う。

$$\alpha^{n+1} = \alpha^n D^f \tag{1}$$

- α^n : 元の浸透度
- α^{n+1} : 値を更新した後の浸透度
- D : 定数 ($D \geq 1$)
- f : 可視表面数
- n : 処理回数

7. 物体が複数個のブロック塊に分離した場合、地面に接していない塊は、塊に含まれる1個以上のブロックの底面が、地面あるいは他のブロック塊に接するまで落下させる。(図1: act 2 参照)

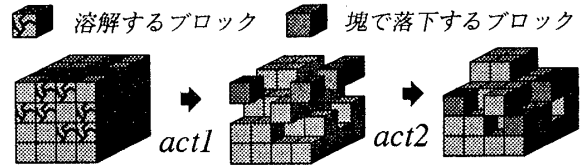


図1: 設定モデル

4 実験結果

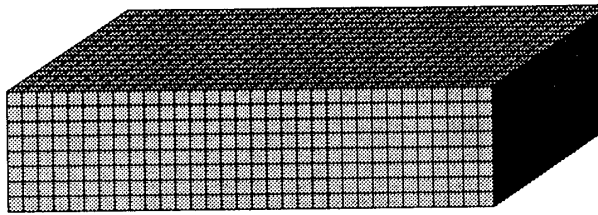
溶解する物体として、object1~3の3つの物体を用いる。この3つの物体は、単位ブロックをx, y, z方向にそれぞれ表1に示す様に積み重ねた立方体、又は直方体であり、object1とobject2は体積、可視表面数の両方共に同じ値であるが、形が異なる物体である。また、object3は他の2つと可視表面数が異なる物体である。

閾値 T を0.995、定数 D を1.003とし、1処理単位を1ステップとした場合のobject2の溶解過程を300ステップ毎に表示したものを図2に示す。

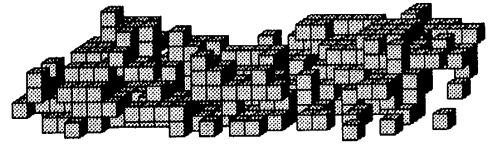
表1: 実験対象物体

	x	y	z	体積	可視表面数
object1	16	16	16	4096	1280
object2	32	16	8	4096	1280
object3	4	32	32	4096	2432

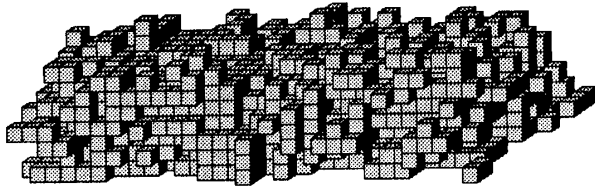
A Indication of Dissolution of Substance and Weathering Based on Percolation Theory
Akiji Tanaka, Tsuyoshi Nakamura, Junji Mano, Masashi Yamada, Hirohisa Seki and Hidenori Itoh.
Nagoya Institute of Technology.
Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466, Japan



初期状態



600 ステップ目



300 ステップ目



900 ステップ目

図 2: 溶解過程

5 評価

前述の3つの物体において実験をそれぞれ20回ずつ行ない、各ステップにおける体積、可視表面数、溶解ブロック数についてそれぞれ平均を取り、グラフにしたものを図3、図4、図5に示す。

図に示されるように object1 と object2 の実験結果については、体積、可視表面数、溶解ブロック数の全てにおいて、ほぼ同じ結果が得られた。初期状態での可視表面数が他の2つに比べて大きい object3 は、最も速く溶解が終了した。3つ全ての物体において可視表面積の増減に同期して体積に対する溶解ブロック数の割合が変化している。

実験結果から、溶解現象が進み、物体が入り組んだ複雑な形になるに連れ、物体の体積に対する表面積の割合が増加し、その結果、体積に対して溶解するブロックの数の割合が増加するという、一般に考えられる事象が表現できていると考察される。

6 おわりに

本研究では、物体の形、表面積の違いが、物体の溶解過程にどのような影響を与えるかを実験し、評価した。また、本モデルにおいて得られた結果を観察するためのシステムの構築を行ない、これによる物体溶解過程の表示を行なった。今後は更に複雑な形状をした物体についても実験を行なって行く予定である。

参考文献

- [1] A. Tanaka, T. Nakamura, J. Mano, M. Yamada, H. Seki, H. Itoh, "浸透理論に基づく物体風化表現", 形の科学会報, 10(2), pp46-47, 1995
- [2] Dietrich Stauffer, "Introduction to Percolation Theory", Taylor & Francis London and Philadelphia, 1985
- [3] Hammersley J.M., "Origins of percolation theory", Percolation Structures and Processes (editors G. Deutscher, R. Zallen & J. Adler, Ann. Isr. Phys. Soc. 5, pp.47-57), 1983
- [4] 小田垣 孝, "パーコレーションの科学", 裳華房, 1993

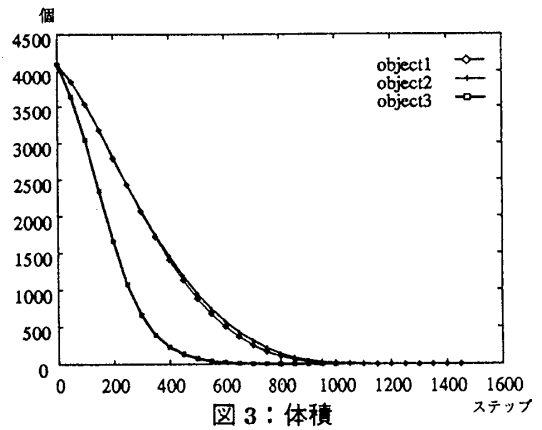


図 3: 体積

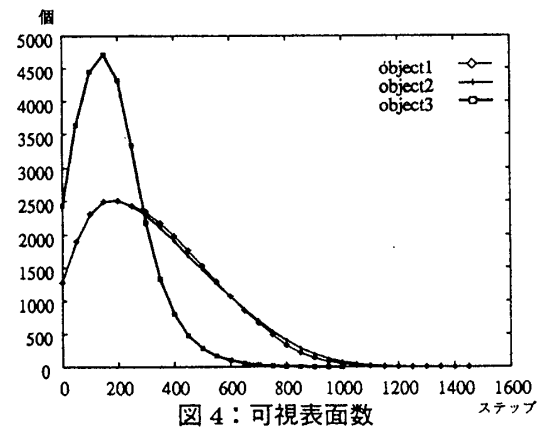


図 4: 可視表面数

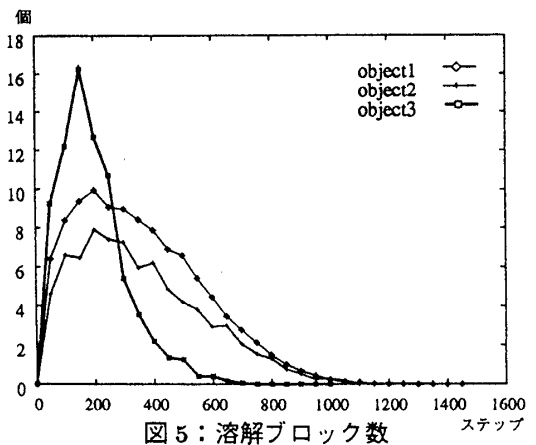


図 5: 溶解ブロック数