

地層データの定性空間表現について

高橋 和子[†]
関西学院大学[†]

守安 諒祐[‡]
関西学院大学[‡]

1 はじめに

地質学の分野では地層を調べることによって地形の形成過程を説明したり災害予測をしたりする研究が行われているが、これらは一般に物理法則に基いた推測や数値シミュレーションによるものである[2]。地層の形状は様々なイベントによって変化していくが、構成する層同士の隣接関係が不変で同一層がある方向に連続しているなどの特徴をもつ。そのため細かい数値データではなく定性的な表現 [1] を使って記述・推論することで、地形の特徴を直観的にとらえたり、形成過程の意味が理解しやすくなる。本発表では、比較的単純な形の褶曲を対象とし、その断面図を表す記述言語を定め、その上で地層としての同一性と同一地層内での連続性を判定する手法を示す。

2 記述

各層が途切れることなく連続するような褶曲から採取した局所的なデータを、有限な矩形領域の中で曲線を使ってモデル化する。

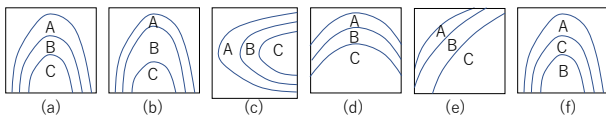


図 1 地層のモデル化

図 1 は A,B,C 3 つの層から成る地形の断面図を、水平面を x 軸、垂直面を y 軸としてモデル化したものである。(a)–(e) はすべて同一の構造をもつが、(f) は異なる。(a) をデータの基準方向とし、このと

き曲線の頂点から垂直に下した線をその層の軸と考える。基準方向でない (e) のようなデータには軸が含まれるかどうかは判定できない。各層の軸は 1 個以下とし、層ごとに軸のずれがあってもかまわないが軸の方向は同一とする。また、層同士の境界線は矩形の頂点に重ならないものとする。

対象とする地層に含まれる層の属性を a_1, \dots, a_n とする。これ以外の領域の属性は θ とし、属性の集合を $A = \{a_1, \dots, a_n\} \cup \{\theta\}$ とおく。どの局所データにも必ず A の要素が少なくとも 1 回出現するものとする。

局所データ D に出現する地層の構造および概形に着目して D を定性的に記述する。 D を左上を原点とした xy -平面上の領域とし、 x 軸、 y 軸それぞれの正方向に図をスキャンしたときに出現する層の列を X, Y とし、 $D = (X, Y)$ と表現する。すなわち $X = [X_1, \dots, X_k]$ 、ただし $X_i = X_i^1 \dots X_i^{k_i}$ ($1 \leq i \leq k$)、 $X_i^j \in A$ ($1 \leq j \leq k_i$)。 Y についても同様とする。たとえば、図 1(a) は、 $X = [\theta, \theta A, \theta AB, \theta ABC, \theta AB, \theta A, \theta]$ 、 $Y = [\theta, \theta A \theta, \theta A B A \theta, \theta A B C B A \theta]$ と表される。

列 $X = [X_1, \dots, X_k]$ に対し、 $first(X) = X_1$ 、 $last(X) = X_k$ とする。列 X の要素から成る集合を $set(X) = \{X_1, \dots, X_k\}$ と表記する。 Y も同様。また、 $set(X) \cup set(Y)$ を $S(D)$ と表記する。

この記述上で同一性と連続性の判定を行う。

3 推論

3.1 構造の同一性判定

$A = A^1 \dots A^k \in S(D)$ に対し、 $AP(A) = \bigcup_{1 \leq j \leq k-1} \{(A^j, A^{j+1}), (A^{j+1}, A^j)\}$ 、 $AP(D) = \bigcup_{E \in S(D)} AP(A)$ とおく。 $AP(D)$ は D に出現する層同士の満たすべき隣接関係である。同一性は以下のように判定される。

局所データ D_1, D_2 に対し、 $AP(D_1) = AP(D_2)$ ならばそのときに限り D_1, D_2 は同一構造をもつ。

Qualitative Spatial Representation for Strata Data

[†] Kazuko Takahashi, Kwansei Gakuin University

[‡] Ryoosuke Moriyasu, Kwansei Gakuin University

3.2 対象とする図形

次に，同一構造をもつ局所データ同士が1つの褶曲上で連続する可能性の有無を判定する．簡単のため対象とする褶曲は軸が1つで垂直方向だと仮定する．層同士の境界線に着目し，その形状と端点の位置を判定する．まず境界線が1本だとすると， S に出現する属性は A, θ の2種類である．このとき，局所データは図2に示す12種類になる．

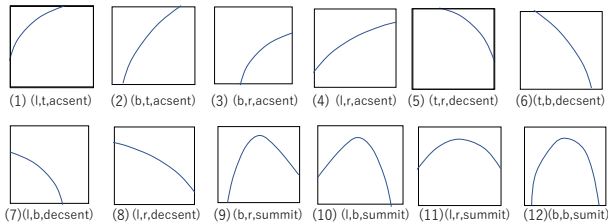


図2 境界線が1本の場合

3.3 境界線の形状

境界線の形状を，頂点を含むか (*summit*)，単調な右上がり (*ascent*) か，単調な右下がり (*descent*) かのいずれかに分類する．形状は以下のように判定される．

$D = (X, Y)$ に対して
 if $\theta A \theta \in Y$, then *summit*
 else if $\theta A \in Y$, then *ascent*
 else if $A \theta \in Y$, then *descent*

3.4 端点の位置

層の境界線の端点の位置を，それが上辺 (t)，下辺 (b)，左辺 (l)，右辺 (r) のいずれに存在するかで分類する．位置は以下のように判定される．

$D = (X, Y)$ に対して
 if $first(X) = \theta A$, then l
 if $last(X) = \theta A$, then r
 if $first(Y) = A \theta$ or θA , then t
 if $last(Y) = A \theta$ or θA , then b

3.5 連続性判定

モデルを x 軸に沿って左からスキャンしていったときに遭遇する端点の順にその位置を p, q とし，境界線の形状 *shape* との3項組 $(p, q, shape)$ で D を表す．軸が1つで滑らかな曲線を扱っていることから *summit* 同士が連続することはなく，*ascent* と *descent* が上下で連続することはない．連続性は以

下のように判定される．

D_1, D_2 が上記3項組で表されているとする．以下で $*$ は任意の記号とする．

(1) 左右の連続性

これらの組み合わせが以下のいずれかの場合は左右には連続しない．

- $(*, r, descent), (l, *, ascent)$
- $(b, r, summit), (l, *, ascent)$
- $(*, r, descent), (l, b, summit)$
- $(*, *, summit), (*, *, summit)$

これら以外で， D_1, D_2 がそれぞれ $(*, r, *)$ ， $(l, *, *)$ と表現されている場合， D_1 の右側に D_2 が続く．

(2) 上下の連続性

これらの組み合わせが以下のいずれかの場合は D_1 の下側に D_2 が続く．

- $(b, *, ascent), (*, t, ascent)$
- $(b, *, descent), (*, t, descent)$
- $(b, *, summit), (*, t, ascent)$
- $(*, b, summit), (t, *, descent)$

層が n ($n \geq 1$) 個含まれるとすると，境界線の本数は θ の位置によって n または $n + 1$ 本になる．

境界線それぞれについては上記の条件が必要であり，それに加えてすべての境界線の接続関係が一致している必要がある．

4 おわりに

単純な褶曲を対象に地層データを定性的に表す記号表現を提案し，その上で2箇所から取得されたデータが同一褶曲に属するものかを判定する条件，および，同一の場合には2つのデータに連続性があるかを判定する条件を示した．今後は扱う地層の制約条件を緩和し一般性を高める予定である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP21K12020 の助成を受けたものである．

参考文献

- [1] Chen, J., Cohn, A., Liu, D., Wang, S., Ouyang, J., and Yu, Q. A survey of qualitative spatial representations. *The Knowledge Engineering Review*, 30(1):106–136 (2013).
- [2] 狩野 謙一，村田 明広：構造地質学．朝倉書店 (1998)