

地質構造の論理モデルの図式表現とその活用法

塩野 清治*・山根 裕之**

Graphical Expression for Logical model of Geologic Structure and its Applications

Kiyoji SHIONO* and Hiroyuki YAMANE**

* 大阪市立大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Osaka City University
3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan. E-mail:shiono@sci.osaka-cu.ac.jp
** 伊藤忠テクノソリューションズ(株) ITOCHU Techno-Solutions Corp., 3-2-5 Kasumi-gaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-6080, Japan. E-mail:hiroyuki.yamane@ctc-g.co.jp

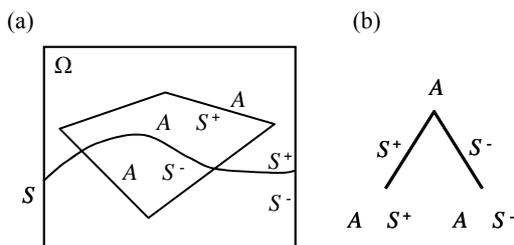
キーワード：3次元地質モデル，地質境界面，根つき木，堆積，侵食
Key words : 3D geologic model, Geologic boundary, Rooted tree, Sedimentation, Erosion

1. はじめに

3次元地質モデリングの基礎として「地質構造の論理モデル」が重要である(塩野ほか,1998など)。地質構造の論理モデルとは地質体の分布域と境界面間に成り立つべき論理的关系をいう。本発表では、この論理モデルを根つき木の形式で図式表現する方法を提案する。この図式表現は地質体と境界面の関係の全体像を効果的に表現できるだけでなく、3次元地質モデリングの関わる諸概念を直感的に理解するのに有効である。

2. 図式の原理

3次元空間 Ω 内の領域を A とする。第1図(a)に示すように面 S によって Ω が S より上側の領域 S^+ と下側の領域 S^- に2分割されるとき、 S により A も S より上側の領域 $A \cap S^+$ と下側の領域 $A \cap S^-$ に分割される。これを第1図(b)のように頂点 A から下向きに S^+ の枝と S^- の枝がのびるような図式で表す。それぞれの枝の先の頂点が $A \cap S^+$ と $A \cap S^-$ を表す。

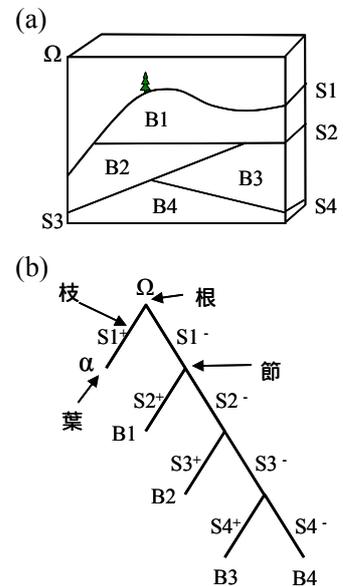


第1図 図式の原理

3. 図式表現の方法(1)領域の分割を考える方法

地質体と境界面の関係は上の原理にもとづいて図式表現

できる。第2図(a)の模式断面図で表される構造では、面 $S1$ により Ω が上側の上部空間 α と下側の地質空間に2分割される。地質空間は面 $S2$ により上側の $B1$ と下側の地質体に2分割される。下側の地質体は面 $S3$ により上側の $B2$ と下側の地質体に分割され、下側はさらに面 $S4$ により上側の $B3$ と下側の $B4$ に分割される。このような地質体と面との関係は第2図(b)のような図式で表現できる。



第2図 図式表現の方法

4. 図式表現の方法(2)イベントの列を考える方法

塩野ほか(1998)や米澤ほか(2005)などは地質体の追加、削除、切断をもたらす地質学的事件の繰り返して形成される複雑な地質構造に対する論理モデルをイベントの列

$V_n=(v_1, v_2, \dots, v_n)$ から漸化式を用いて帰納的に定義する方法を提案している．3つのイベント c, r, c^* の例を下に示す．

(i)初期状態 $v_1(k=1)$

$$b_1^{(1)} = S_1^-$$

$$\alpha^{(1)} = S_1^+$$

(ii)漸化式

• $v_{k+1}=c$ のとき (堆積作用)

$$b_i^{(k+1)} = b_i^{(k)} \quad (i=1, \dots, m)$$

$$b_{m+1}^{(k+1)} = \alpha^{(k)} \cap S_{p+1}^-$$

$$\alpha^{(k+1)} = \alpha^{(k)} \cap S_{p+1}^+$$

• $v_{k+1}=r$ のとき (侵食作用)

$$b_i^{(k+1)} = b_i^{(k)} \cap S_{p+1}^- \quad (i=1, \dots, m)$$

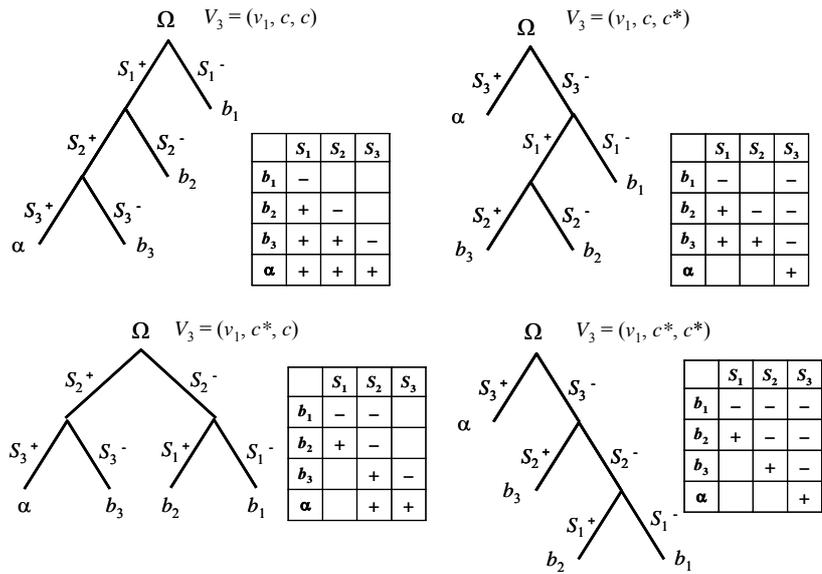
$$\alpha^{(k+1)} = \alpha^{(k)} \cup S_{p+1}^+$$

• $v_{k+1}=c^*$ のとき (堆積後の侵食)

$$b_i^{(k+1)} = b_i^{(k)} \cap S_{p+1}^- \quad (i=1, \dots, m)$$

$$b_{m+1}^{(k+1)} = \alpha^{(k)} \cap S_{p+1}^-$$

$$\alpha^{(k+1)} = S_{p+1}^+$$



第3図 4種類のイベントの列 V_3 で形成される地質構造の論理モデルとその図式表現

Ω が面 S_1 によって上部空間 α と地質体

b_1 に分割されている初期状態から，各イベントによる変化を漸化式にしたがって図式表現を展開していくと， V_n で形成される地質構造の論理モデルの図式表現がえられる．イベントの列 V_3 で形成される地質構造の図式表現を第3図に例示する．

5. 図式表現の活用

地質構造の論理モデルは地質体の分布域を面で表現する集合演算式や地質体と面の関係を表す表 (関係表あるいは論理テーブルという) で表現されてきた．図式表現において葉 (地質体) から根 (Ω) に向かってたどっていく各枝に付けたラベルがその地質体と面の関係を表している．この原理を応用すると，図式表現を関係表に変換したり，関係表を図式表現に変換することができる．このように図式表現は関係表と1対1に対応する．

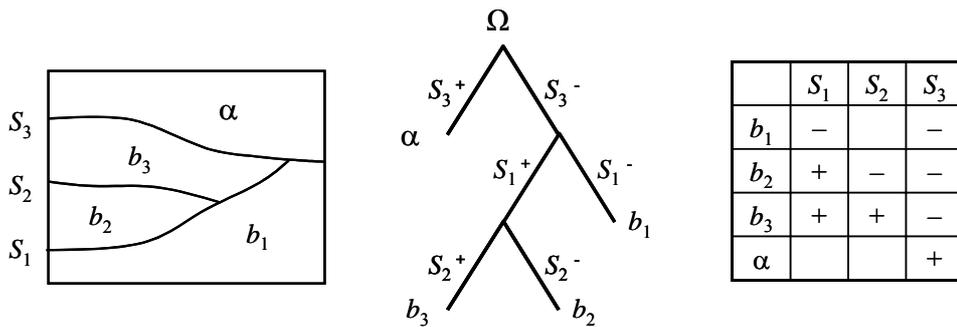
第4図に模式断面図，図式表現，関係表の3者の対応を例示する．模式断面図は直感的かつ具体的であるが，複雑な地質構造を表現しきれない場合があり，厳密な議論には

不向きである．関係表による地質構造の表現は簡潔かつ一般的な表現であり，コンピュータ入力にも適しているが，抽象的で直感的な理解が難しいという欠点がある．図式表現は関係の全体像が把握できるという利点だけでなく，minset に地質体を対応づける関数 g_1 ，2つの地質体の境界面，面と面の切断関係など3次元地質モデリングに関わる諸概念の表現や理解にも適している．

図式表現は具体的な模式断面図と抽象的な関係表の橋渡しをするものであり，多面的な活用の可能性を秘めている．今後，グラフ理論との関係を含めて検討していきたい．

文献

- 塩野清治・升本眞二・坂本正徳 (1998) 地層の3次元分布特性と地質図作成アルゴリズム - 地質構造の論理モデル - . 情報地質, vol.9, no.3, pp.121-134 .
- 米澤 剛・梶山敦司・升本眞二・塩野清治 (2005) 断層含む地質構造の表現方法 . 情報地質, vol.16, no.3, pp.117-189 .



第4図 模式断面図 (左) で表現された地質構造に対応する図式表現 (中) と地質体と面の関係表 (右)