

オパールCTの秩序化と堆積物の熱史

鹿野 和彦 (地質部)

Kazuhiko KANO

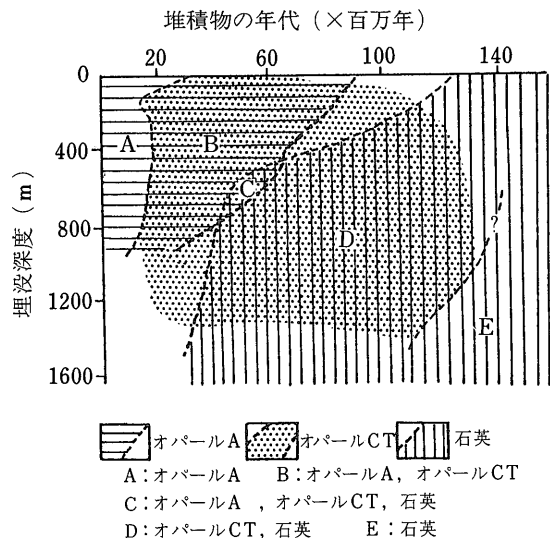
堆積物とくに珪質堆積物の主要な構成物質のひとつは珪酸(SiO₂)である。珪酸はトリディマイト クリソバライト 石英など同質多形の鉱物種を作るが 堆積物中に存在するものとしては 石英と珪酸にいくらかの水を含んだいわゆるオパールとが知られている。オパールと通称されるものは 結晶構造から オパールA オパールCT オパールCの3種に分けられる(Jones and Segnit, 1971)。オパールAはいわゆる非晶質の珪酸で オパールCTは[111]方向にランダムなトリディマイトの積層が存在し乱れた構造をもつクリソバライト またオパールCはごくわずかながらやはりトリディマイトの積層をもつクリソバライトと考えられている。

興味深いことに 現世堆積物の珪酸物質の大部分はオパールAであるが 堆積物の埋没深度が増すにつれてそして年代が古くなるにつれて 堆積物中の珪酸はオパールAからオパールCTを経て最終的に熱力学的に安定な石英に変わってしまう(第1図)。この珪酸鉱物種の変化 オパールA→オパールCT→石英は 実験的に一次の逐次反応として知られている(Mizutani,1966)。熱水実験によれば この反応は温度が高いほど速く進む

(第2図)。堆積物の埋没深度が増すほどそして年代が古くなるほど珪酸鉱物種の変化が進んでいるという事実は 天然においてもこのことが成り立っていることを示している。また 反応の中間生成物であるオパールCTが天然で見つかるということは 反応が比較的ゆっくりしたものであることを物語っている。珪酸鉱物の続成変化に関する研究は 中生代や古生代のチャートがほとんど石英から成るのに より若い時代の堆積物にそのようなチャートが少ないのはなぜかという問いかけに光明を与えつつある。

ところで 第2, 3図に示されているように オパールAから石英に変わる反応の過程で生ずるオパールCTのd(101)面間隔 すなわちd(101)は反応の進行とともに4.12Åから4.05Åまで徐々に減少する(Murata and Nakata,1974; Mitsui and Taguchi, 1977; Mizutani,1977)。d(101)の減少はオパールCTの秩序化に伴うもので 歪んだ結晶構造が本来のクリソバライトの構造になりつつあることを示している(Jones and Segnit,1971)。Mizutani (1977)によって最初に指摘されたようにd(101)の減少速度は珪酸の鉱物種の変化速度と同様 化学的条件が一定なら温度が高いほど大きい(第2図)。しかもd(101)の減少は珪酸鉱物種の変化の過程でみられる現象である。したがって 天然におけるd(101)の減少も珪酸鉱物種の変化と同様 温度と時間によって支配されていると考えられる。筆者らの熱水実験によればd(101)から4.04Åをひいた値Sは 温度が一定の場合時間とともに指数関数的に減少する(Kano,1979; Kano and Taguchi, 1982)。

オパールCTのd(101)は珪酸鉱物の分布に基づく続成分帯の一部をさらに詳細に分ける手がかりでありすぐれた分解能をもつ尺度として役立つ(第3図)。堆積物の経た温度の歴史は 鋭敏なd(101)に反映してくる(水谷, 1978)。それはd(101)の変化が不可逆的でその減少速度に温度依存性があるためである。われわれはd(101)を手がかりに 堆積物の経た温度の歴史すなわち熱史に関する情報を得ることができよう。実際にこの問題を定量的に議論するには d(101)の変化



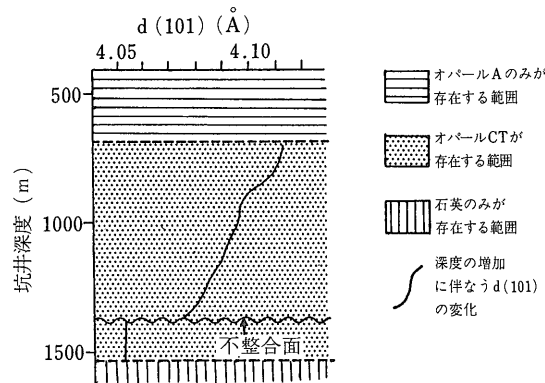
第1図 堆積物の埋没深度 年代とそれの中に含まれる珪酸鉱物との関係(Reich and Rad, 1979)

を定式化する必要がある。

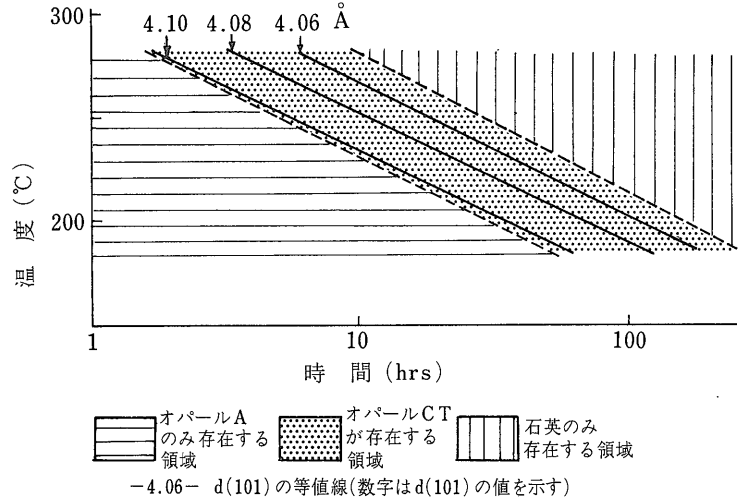
また d (101) だけからは一義的に熱史は決められない。しかしながら同じ時代の堆積物についてみた場合でも地域的な温度勾配の違いや地史の違いによって d (101) が異なってくる例がいくつか知られており 少なくとも d (101) と堆積物の熱史との関係を定性的に議論することは可能である。

堆積物の熱史は 堆積物の続成過程の研究において また構造発達史を多面的に捉える上で欠かせない情報である。地質学的にみた場合 堆積物の熱史はその沈降や隆起の量と速度 火成活動などさらにはそれを含めた地質構造発達史と密接に関係している。それが d (101) の変化に反映されていることは大変興味深い。

いまのところ オパール CT の d (101) の変化と堆積物の熱史とを単純に結びつけることに問題がないわけではないが 基本的に可能なことは確かである。野外から得られる事実から あるいは筆者が試みたように (Kano, 1979; Kano and Taguchi, 1982) 実験から オパール CT の秩序化を定式化することによって 堆積物の熱史と d (101) の変化との関係についてより定量的な議論ができるようになることが期待される。



第3図 基礎試錐「浜勇知」における珪酸鉱物の変化 (Mitsui and Taguchi, 1977) d (101) の変化が不整合面をはさんで不連続となることに注意。 鉱物分帯だけでは層序学的に確かめられているこの不整合は検出できない。



第2図 熱水条件下における珪酸鉱物の変化 (Kano, 1979)

文 献

Jones, J. B. and Segnit, E. R. (1971) The nature of opal. I. Nomenclature and constituent phases. *Jour. Geol. Soc. Australia* 18, 56-78.

Kano, K. (1979) Deposition and diagenesis of siliceous sediments of the Onnagawa Formation. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 3*, 14, 135-189.

Kano, K. and Taguchi, (1982) Experimental study on the ordering of opal-CT. *Geochem. Jour.* 16, 33-41

Mitsui, K. and Taguchi, K. (1977) Silica mineral diagenesis in Neogene Tertiary shales in the Tempoku district, Hokkaido, Japan. *Jour. Sediment. Petrol.* 47, 158-167.

Mizutani, S. (1966) Transformation of silica under hydrothermal conditions. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.* 14, 56-88.

Mizutani, S. (1977) Progressive ordering of cristobalitic silica in the early stage of diagenesis. *Contrib. Mineral. Petrol.* 61, 129-140.

水谷伸治郎 (1978) 珪質堆積岩の続成作用初期にみられる珪酸鉱物の変化。地質学論集 No 15, 81-90.

Murata, K. J. and Nakata, J. K. (1974) Cristobalite stage in the diagenesis of diatomaceous shales, Temblor Range, California. *Science* 184, 567-568

Reich, V. and von Rad, U. (1979) Silica diagenesis in the Atlantic Ocean: diagenetic potential and transformations. In: M. Talwani et al (eds) *M. Ewing series 3, Deep Sea Drilling Results in the Atlantic Ocean: continental Margins and Paleoenvironment.* Am. Geophys. Union, Washington D. C. 1979., p.315-340.