

フィッシュントラック熱史解析による中国東北地方松遼盆地の 堆積時代と古地温勾配

姫野 修*・大平寛人**・劉 招君***・金 旭***・渡辺公一郎*

Post-Cretaceous paleogeotherm and deposition age in the Songliao Basin, Northeast China inferred from fission track thermal history analysis

O. Himeno*, H. Ohira**, Z. Liu ***, X. Jin *** and K. Watanabe*

はじめに

松遼盆地は中国東北地方中央に位置し、ジュラ紀末期から白亜紀にかけて発達した非海性堆積盆地である。盆地周辺には後期第三期と第四紀にプレート境界とは直接の成因的關係が見られない大陸内玄武岩の活動が知られる (Miyashiro, 1986)。また盆地中央部における高い地殻熱流量、薄い地殻・リソスフェア等の地球物理学的データは、地域地下深部でのアセノスフェアの上昇を示唆している。

松遼盆地を構成する白亜系の堆積時代に制約を与え、白亜紀以降の古平均地温勾配を推定するため、盆地に掘られたボーリングコア堆積岩試料からジルコン・アパタイトを分離しフィッシュントラック (FT) 年代測定を行った。

実験と結果

松遼盆地周辺の簡略地質図及び測定試料を採集したボーリングコア (D4, D5, D9) の位置を Fig. 1 に示す。試料採集深度は盆地中央部に掘られた D4, D5 について 1350-3065m 深 (ジルコン 3 試料, アパタイト 6 試料; 下位より Quantou, Qingshankou, Yaojia, Nengiang 層に相当する), 盆地の西縁域に掘られた浅い D9 では 400-660m 深 (ジルコン・アパ

タイト各々4 試料; Qingshankou, Yaojia 層に相当) である。

FT 年代測定には結晶内部面に対して外部検出器法 (eg. Gleadow, 1981) を用い、ゼータ法 (Hurford & Green, 1983) により年代標準試料との較正を行った。測定は、すべてのアパタイト試料について大平が、ジルコンについては姫野が行った。

得られた7つのジルコン FT 年代値は 101-120Ma を示し、誤差範囲内で一致するとともに、すべてカイ二乗検定に合格する。ジルコンについてトラック長測定を行った結果、8 μ m 以下の短縮したトラックをまったく含まない単ピークを持つ分布を示す。平均トラック長は 10.6-11.1 μ m であった。盆地西縁域に掘られた D9 について得られた4つのアパタイト FT 年代値は 96-118Ma を示し、ジルコン試料同様に誤差範囲内で一致し、すべてカイ二乗検定に合格した。

一方、盆地中央のコアについて得られた6つのアパタイト FT 年代値は、推定される堆積時代及び今回得られたジルコン FT 年代値に比べ有為に若い値を示し、試料採集深度の増加とともに有意に若くなる傾向が見られた。カイ二乗検定にはすべて失格した。

*九州大学工学部 Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University, Fukuoka 811-8581, Japan

**島根大学総合理工学部 Department of Geoscience, Shimane University, Matsue 690, Japan

***長春科技大学 Changchun University of Science and Technology, Changchun 130026, China

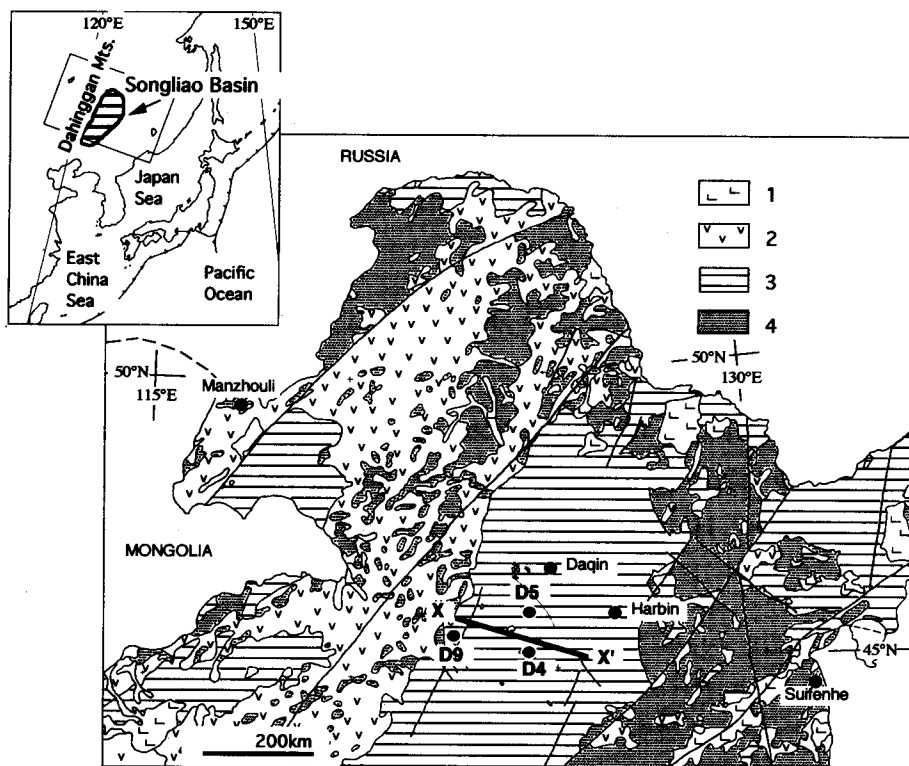


Fig. 1. Simplified location and geologic map of the Songliao Basin. References in the geologic map indicate: 1 = Cenozoic inter-continent type basalt; 2 = Mesozoic volcanioclastic rocks; 3 = sedimentary rocks; 4 = granitic rocks. Sandstone samples for fission track analyses were collected from the wells D4, D5 and D9.

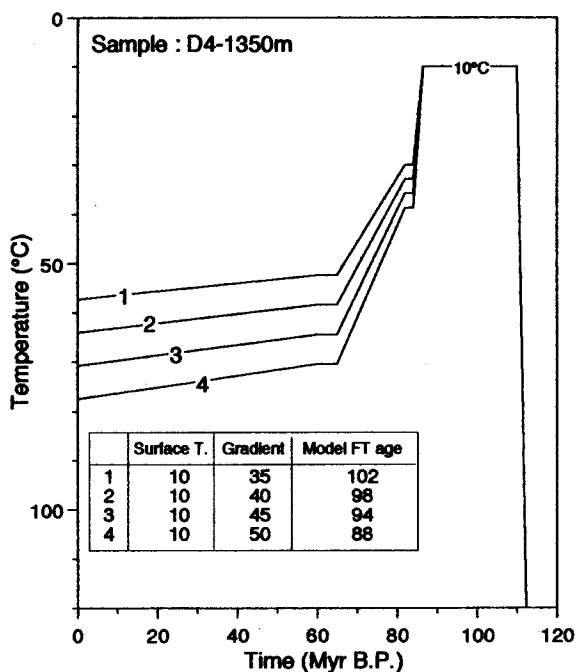


Fig. 2. An example of thermal histories used for apatite age prediction by forward modeling technique. Each of the thermal history (1 to 4) was constructed for sample D4-1350m assuming averaged constant geothermal gradients from 35 to 50°C/km. Predicted apatite FT ages are also indicated in the figure.

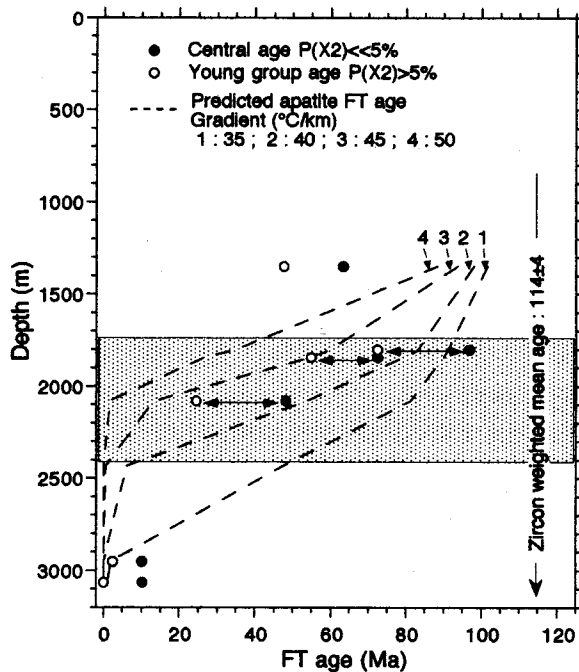


Fig. 3. Predicted apatite FT age reduction trends calculated by forward modeling technique with assuming several geothermal gradients and surface temperature of 10°C. Observed apatite FT central ages were plotted against sampling depths. Geothermal gradients of 40-45°C/km best explain the observed apatite fission track ages.

考察

アパタイト年代値の若返りの程度から古平均地温勾配を推定するため以下を行った；(1) それぞれの深度について試料が経験したと考えられる埋没史を復元する (2) 各時代における埋没深度に対して任意の地温勾配として 35, 40, 45, 50 °C/km を与え、考えられるいくつかの熱史を作る (3) 作られた熱史に対して順計算を行い、予想されるアパタイト FT 年代値を計算する (4) 計算により得られたアパタイト FT 年代値の深度増加に伴う年代値若返りのトレンドを実測データと比較し、もっとも適する地温勾配を選ぶ。

埋没史を復元する際には、既報の各層堆積時代の中から今回得られた若返りの見られない FT 年代値とよい整合性が見られる Ma et al. (1989) を元に、Sclater & Christie (1980) の compaction モデルを用いた。各試料が経験したと考えられるいくつかの熱史を作る際には、松遼盆地白亜系が非常に均質な年代集団をもつ堆積物により構成されていると考えられることから、すべての熱史の古い方の出発点には 110Ma (若返りの見られない FT 年代値の加重平均値) に地表温度 10°C までの急速な冷却を与えた。

これらの冷却史に対して予想されるアパタイト FT 年代値を順計算する際にはアニーリング関数として Laslett et al. (1987) の fanning モデルを用いた。一例としてコア試料 D4-1350m のについて与えた熱史とそれぞれについて計算された年代値を Fig. 2 に示す。

任意に与えた各々の地温勾配について計算される深度増加に伴うアパタイト FT 年代値の若返りトレンド及び実測アパタイト FT 年代値と試料採集深度の関係を示したのが Fig. 3 である。アパタイト中の FT 長短縮が敏感に起こる温度 (深度) 域を見るため、地温勾配 35°C/km と 50 °C/km の時に計算される FT 年代値の差が 50Ma を越える領域を網掛けにしてある。これにより実測値をもっともよく説明する地温勾配は 40-45°C/km であった。FT 長短縮の特性は被熱温度に対する依存性が強いことから、今回推定された地温勾配は最大埋没期と考えられる現在からさかのぼり、およそ 20 - 50Myr の期間についての平均的な熱構造を反映していると考えられる。

引用文献

- Gleadow, A.J.W. (1981) Fission track dating methods : What are the real alternatives? *Nuclear Tracks* 5, 3-14.
- Hurford, A.J. & Green, P.F. (1983) The zeta age calibration of fission track dating. *Isotope Geoscience* 1, 285-317.
- Laslett, G.M., Green, P.F., Duddy, I.R. & Gleadow, A.J.W. (1987) Thermal annealing of fission tracks in apatite: 2. Quantitative analysis. *Chemical Geology* 65, 1-13.
- Ma, L., Yang, J. & Ding, Z. (1989) Songliao Basin -An intercontinental sedimentary basin of combination type. In Zhu X. ed. *Chinese Sedimentary basins*. Elsevier Science Publisher, Amsterdam. 78-87.
- Miyashiro, A. (1986) Hot region and the origin of marginal basins in the western Pacific. *Tectonophysics* 122, 195-216.
- Sclater, J.G. & Christie, P.A.F. (1980) Continental stretching: An explanation of the post mid-Cretaceous subsidence of the Central North Sea Basin. *Journal of Geophysical Research* 85 (B7), 3711-3739.