

棚倉断層に沿って発達する横ずれ堆積盆

Strike-slip basins along Tanakura Fault

天野 一男*

Kazuo Amano

Abstract: The some late-Early to early-Middle Miocene strike-slip basins are developed along the Tanakura Fault which cuts through the Northeast Honshu arc trending NNW-SSE. Studies of the geological structures and the stratigraphic sequences of the Yamatsuri Basin, which is the most typical strike-slip basin of them, suggest that these basins were formed as the basin like the Ridge Basin related to the left-lateral movement of the Tanakura Fault. This movement of the Tanakura Fault may be due to the opening of the Yamato Basin of the Japan Sea.

はじめに

棚倉断層は、東北日本における代表的な横ずれ断層の一つである。断層の周辺に分布する新第三系は、断層運動に伴った変形を被っており、棚倉断層が新第三紀以降にも活動したことを示している。また、近年、日本海形成の主要な時期が、新第三紀であったことが指摘されて以来、日本海の形成と棚倉断層の運動との関係の解明は重要な研究課題となってきた。

同断層の西側には、いくつかの中新世の堆積盆が発達している。それらの形態は、堆積盆が棚倉断層の左横ずれ運動に伴って形成された strike-slip basin であることを示唆している。

本小論では、棚倉断層沿いの横ずれ堆積盆形成のメカニズムと、これらの堆積盆を埋積している中新統の堆積様式について考察する。

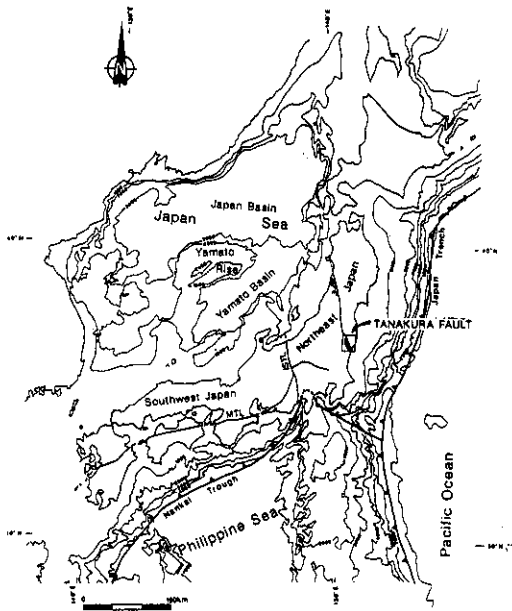
なお、本研究の一部に文部省科学研究費(01302017)・(63540606)を使用した。

棚倉断層沿いの堆積盆の形態的特徴

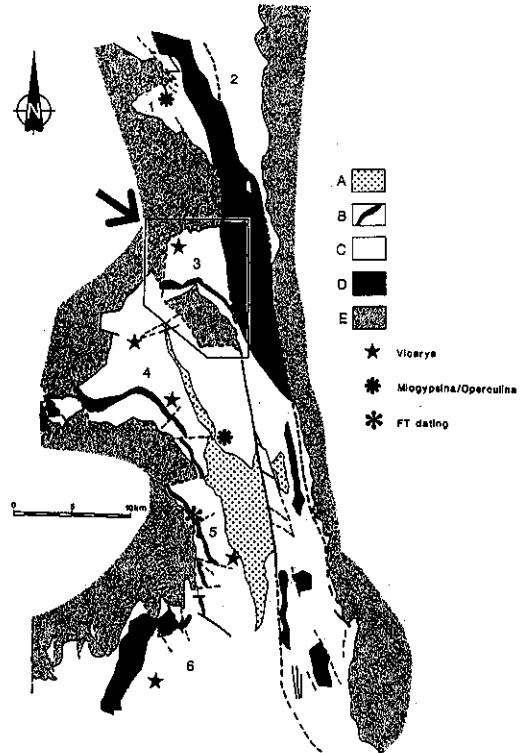
棚倉断層は、水戸付近から酒田にかけて NNW-SSE 方向に伸び、東北日本弧を横切っている(第1図)。棚倉断層の西側に沿って横ずれ堆積盆が発達している。なお、第1図に示した堆積盆のうち、羽越地域のもは、従来は横ずれ堆積盆として扱われていたものではないが、横ずれ堆積盆の可能性があると考え図示した。これらの堆積盆の形成の時代は、初期中新世後期から中期中新世初期である。

第2図に、福島県棚倉町から水戸市にかけて認められる棚倉断層と、同断層周辺に発達する中新統堆積盆の様子を示した。棚倉断層は、3~4 kmの間隔で NNW-SSE 方向に並走する2条の断層(従来、棚倉破砕帯西縁断層・棚倉破砕帯東縁断層とされていたものに相当する)と、それらの間に雁行状に発達する断層群よりなる。

*茨城大学理学部地球科学教室



第1図 日本列島周辺の海底地形図および棚倉断層周辺の横ずれ堆積盆地。



第2図 棚倉断層南部周辺に発達する中新世堆積盆. A : 男体山火山角礫岩, B : 酸性凝灰岩, C : 中新統(碎屑岩類), D : 変形岩類, E : 基盤岩類.

中新世堆積盆は、主として棚倉断層の西側に発達する。これらの堆積盆の中でも明瞭な特徴を有するものは、図2の中の1・3・4である。いずれもその東側が棚倉断層(棚倉破碎帯西縁断層)によって限られており、北方ないしは北西方が正断層によって限られている。また、各堆積盆の南西側ないしは南側では、中新統が基盤岩類を不整合で覆っている。それぞれの堆積盆内では、最下部層が盆地南部に分布し、北部にかけて上位の地層が発達している。これらの堆積盆の形態や中新統の分布様式は、これらが棚倉断層の左横ずれ運動に伴って形成された横ずれ堆積盆であることを示唆している。

棚倉断層の中期中新世以降の運動

棚倉断層は先新第三紀に大規模な左横ずれ運動をしたことが知られている(大槻, 1975; 越谷, 1986)。

しかし、新第三紀以降の運動については、現在の所、議論が分かれており、明確な結論は得

られていない。大槻(1975)は、棚倉断層に近接して発達する礫岩の変形や地層の断層運動に伴う drag 構造から、中新世以降に棚倉断層が右横ずれ成分を持った運動をしたものと考えた。越谷(1986)は小断層解析の結果をもとに、この結論を支持した。一方、桑原(1981)は、棚倉断層周辺の断層解析の結果、同断層が中新世に左横ずれ運動をしたと主張している。現時点では、両者の結論のどちらが正しいかを確定する決定的な証拠は得られていない。

しかし、前述のように、棚倉断層周辺に発達する横ずれ堆積盆の形態的特徴は、これら堆積盆形成時に同断層が左横ずれをしたことを示唆している。一方、茨城大学グループによる調査でも、棚倉断層が中新世以降に右横ずれをしたことを示すデータは得られている(鈴木,

1984MSなど)。しかし、その運動が開始された時期は、決定できない。ここでは、横ずれ堆積盆形成後に右横ずれ運動をした可能性を指摘するにとどめる。

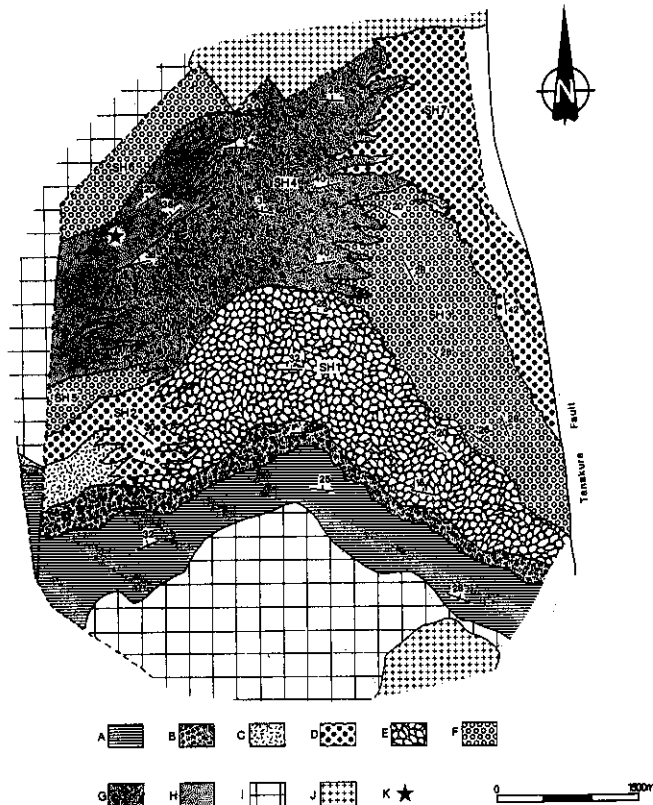
横ずれ堆積盆内の堆積物の特徴

ここでは、第2図に示した堆積盆のうち、横ずれ堆積盆として形成された可能性のある1・3・4・5・6について、その特徴を述べる。

3～6には、下部に良好な鍵層となる凝灰岩が追跡できる。この凝灰岩のフィッシュントラック年代値は、16.7Maである。この凝灰岩より下位の地層はおおむね湖成層よりなり、台

島型フローラに属する植物化石を産出する (Takahashi and Amano, 1984)。その上位には、礫岩を主体とする地層が重なっている。堆積盆4と5では、それらの地層の上に火山角礫岩が発達し、これも良好な鍵層となっている。この鍵層の直下から *Vicarya* が産出しており、その時代は有孔虫の化石帯のN8-N9と判断される。なお、火山角礫岩の直上からは *Miogyopsina* と *Operculina* が産出するが、これも前述の時代と矛盾しない。

これらの堆積盆の中で、矢祭堆積盆(堆積盆3)には、礫岩を主体とする地層が典型的に発達している。矢祭堆積盆を例にとって、横ずれ堆積盆内の地層の特徴を述べる。

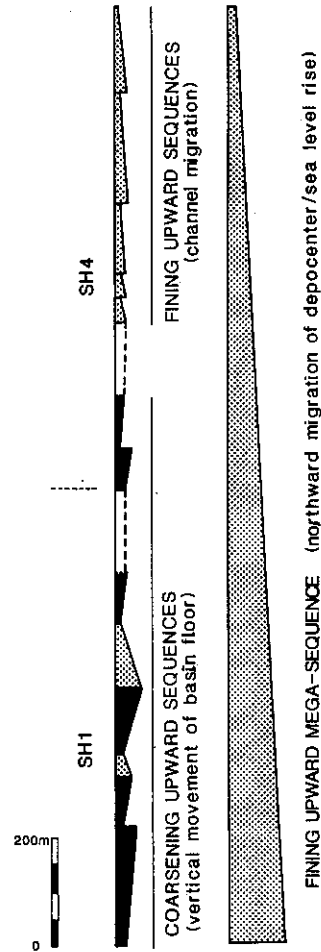


第3図 矢祭堆積盆の中新統岩相図。A：砂岩・シルト岩互層(湖成層)、B：酸性凝灰岩、C：火山凝灰岩、D：角礫岩、E：淘汰不良の礫岩(Gm、Gms)、F：砂岩・円礫岩・角礫岩互層、G：円礫岩・砂岩互層、H：砂岩、I：八溝層群、J：花崗岩類、K：*Vicarya* 産出地点。

第3図に矢祭堆積盆の岩相図を示す。構造としては、北にプランジした背斜が主体である。盆地北部と西部において、中新統は断層で基盤岩類と接している。また、盆地東部では、棚倉断層によって中新統と圧砕岩類が接している。南部では、基盤岩を不整合におおっている。鍵層である凝灰岩の上位に発達する礫岩類は、その岩相に基づいてSH1からSH7の7つのグループに区分出来る。これらは、複合 fan-delta を形成していたものである。古流向のデータは、これらの fan-delta が主として北方や北東方から発達していたことを示している。この中でSH1とSH4が、矢祭堆積盆を埋めた堆積物の主要なものであるため、この2つのユニットの特徴を記述する。

SH1は、淘汰不良の礫岩を主体としている。Miall(1977, 1978)の分類に従うと塊状の礫支持礫岩(Gm)が主で、基質支持礫岩(Gms)も伴う。また、しばしば逆級化構造が認められる。細粒の堆積物はほとんど認められない。Sh4は、平行葉理の発達した砂岩・トラフ型斜交葉理の発達する砂岩を頻繁にはさむ礫岩からなる。この礫岩層中には、多くの場合トラフ型斜交層理が認められる。級化構造は、ほとんどが正級化構造である。岩相の分布から判断して、Sh1は湖に、Sh4は内湾に向かって発達した fan-delta の一部であるものと考えている(Amano, 1990)。

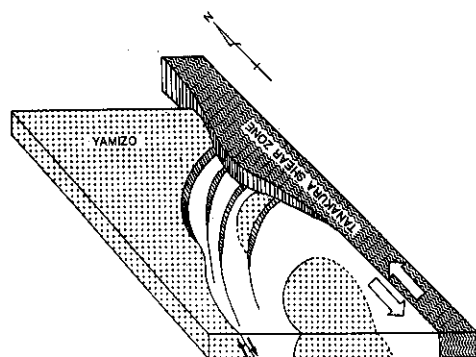
次に、Sh1とSh4における粒径の変化と、それから類推される堆積盆の運動について述べる。第4図に粒径の変化を模式的に示す。Sh1およびSh4下部において、6つの上方粗粒化シーケンスが認められる。一方、Sh4中部から上部にかけては、上方細粒化のシーケンスのみが認められる。Sh1とSh4全体では、上方細粒化・薄層化のメガシーケンスが明瞭に発達する。横ずれ堆積盆内に発達する fan-delta 堆積物中に上方粗粒化シーケンスが認められることは、ノルウェーの Hornelen basin でも知られており、堆積盆底の垂直方向の運動にその原因が求められている(Steel and Gloppe, 1980)。矢祭堆積盆中のSh1・Sh4下部に



第4図 矢祭堆積盆中の中新統(SH1, Sh4)に認められる粒径変化。黒色部：上方粗粒化シーケンス、打点部：上方細粒化シーケンス。

発達する上方粗粒化シーケンスは、同堆積盆形成に際して発達した ristic fault の運動を反映したものと考えられる。また、Sh4中上部に発達する上方細粒化シーケンスは、fan-delta 形成時における main channel の側方への移動によるものであろう。Sh1, Sh4全体を通しての上方細粒化のシーケンスに関しては後述する。

矢祭堆積盆は形態や、それを埋積している堆積物の特徴が、Hornelen basin に似ている。地質構造・岩相分布・粒径分布等を総合し、矢祭



第5図 矢祭—大子堆積盆形成モデル。矢印は断層の運動を示す。

堆積盆の発達様式を推定し、第5図に示した。堆積盆の大きさは master fault に沿った長さが6.5km+で幅が5.5kmである。なお、矢祭堆積盆は、その南方の大子堆積盆(第2図の4)と一連のものとして形成されたものが、後の変形で現在のような形をなしているものと考え、master fault に沿った堆積盆の長さは13km前後になる。この値を使って縦横比を計算すると、2.4となり、宮田(1990)がRidge BasinやHornelen Basinについて計算した2.5,3.5という値に近い。堆積物の厚さは、ほぼ2600mである。現在のところ、ristric faultの存在は直接的には確認されておらず、今後の重要な検討課題である。また、第5図では矢祭堆積盆と大子堆積盆が一連のものとして同時に形成されたものとしてモデルを考えた。

横ずれ堆積盆の発達と日本海の拡大

棚倉断層に沿っての横ずれ堆積盆の発達と日本海の拡大との関連性について若干の考察を試みる。棚倉断層沿いの横ずれ堆積盆中の fandel-delta や alluvial fan 形成の時代は、前述のように17Ma前後である。

一方、Shimazu et al.(1990)は、日本海周辺地域に分布する火成岩や日本海海底から採取された岩石の化学組成・年代を検討し、日本海2段階拡大説を唱えた。それを要約すると、第1段階(32-20Ma)では、主として日本海盆が拡大

し、第2段階(20-17Ma)には大和海盆が拡大したということになる。

棚倉断層の北方延長が男鹿半島に抜けるものとする、その位置は大和海盆の東縁を通過している。日本海2段階拡大説を受け入れると、棚倉断層は第2段階の大和海盆拡大時に左横ずれ運動をしたことが期待される。本小論では、棚倉断層沿いの横ずれ堆積盆は大和海盆の拡大に伴う棚倉断層の左横ずれ運動によって形成された可能性を指摘しておく。

ただし、東北日本の中新世テクトニクスに関する従来からの研究では、17Ma前後の時代には東北日本弧内帯を中心として引張応力場でリフトが形成されたと考えられている(天野・佐藤, 1989; Yamaji, 1990; Sato and Amano, 1991 in press など)。この時代の横ずれ運動は、東北日本のテクトニクスというストーリーの中に、従来、組み込まれていなかった。棚倉断層周辺の堆積盆の発達様式を検討すると、当時の東北日本弧の構造運動は transtension 的(Harland, 1971)な性格を持っていた可能性が考えられる。今後、リフトないしはハーフグラーベンの形成と横ずれ断層運動との関係や、これらと日本海の拡大との関連性の解明も待たれる。

海水準の静的上昇と横ずれ堆積盆内での堆積作用

棚倉断層に沿った横ずれ堆積盆中の堆積物に認められる上方細粒化・薄層化のメガシークエンスは時代的には、17Maから15Maにわたっている。この時代は、Haq et al.(1987)によれば、世界的海水準上昇期にあたる。東北日本弧外帯側は、日本海拡大に伴う構造運動の影響の比較的少なかった地域にあたり、堆積物中に海水準変化が記録されている可能性が強い。棚倉断層南部は東北日本弧外帯に当たっており、矢祭堆積盆中で認められる上方細粒化シークエンスは、静的海水準上昇の現れの可能性がある。なお、日本列島で認められていたこの時代の海進の一部は海水準の静的上昇によるものであるこ

とはすでに指摘した(Amano, 1981; 天野, 1985).

[付記] 本小論では、従来の『棚倉構造線』とか『棚倉破碎帯』といった呼称を『棚倉断層』とした。構造線という用語は、構造区の境界という意味を含んでおり、『棚倉断層』の新第三紀の運動を論じる際には、不適切であると判断した。また、破碎帯という用語も断層運動を論じる際には、イメージが伝わりにくいと考えた。今日、『構造線』という用語は、慣例的に使われているが、一度吟味してみる必要がある。

文献

- Amano, K., 1981: The stratigraphy of Miocene Series in Northeast Honshu, Japan and eustatic sea-level changes. Proceedings of IGCP-114 International Workshop on Pacific Neogene Biostratigraphy, 109.
- 天野一男, 1985: 大洪水時代—西黒沢海進と海水準変動—. 科学, v.55, 42-46.
- Amano, K., 1990: Tectonics and sedimentation of strike-slip basins in an island arc related to opening of a marginal sea. Abstracts of the 13th International Sedimentological Congress, 19-20.
- 天野一男・佐藤比呂志, 1989: 東北本州弧中部地域の新生代テクトニクス. 地質学論集, v.32, 81-96.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. and Vail, P.R., 1987: Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. Science, v.235, 1156-1167.
- Harland, W.B., 1971: Tectonic transpression in Caledonian Spitsbergen. Geol. Mag., v.108, 27-41.
- 越谷 信, 1981: 棚倉破碎帯の変形と運動. 地質雑, v.92, 15-29.
- 桑原 徹, 1981: 中新世における棚倉破碎帯の左横ずれ断層活動. 地質雑, v.87, 475-487.
- Miall, A.D., 1977: A review of the braided river depositional environment. Earth Science Reviews, v.13, 1-62.
- , 1978: Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In A.D. Miall ed., Fluvial sedimentology, Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, no.5, 597-604.
- 宮田隆夫, 1990: 横ずれ断層運動に伴う堆積盆の形成. 構造地質, v.35, 65-70.
- 大槻憲四郎, 1975: 棚倉破碎帯の地質構造. 東北大学地質古生物邦文報告, v.76, 1-70.
- Sato, H. and Amano, K., 1991 in press: Relationship between tectonics, volcanism, sedimentation and basin development, Late Cenozoic, central part of Northern Honshu, Japan. Jour. Sed. Geol.
- Shimazu, M., Yoon, S. and Tateishi, M., 1990: Tectonics and volcanism in the Sado-Pohang Belt from 20 to 14Ma and opening of the Yamato Basin of the Japan Sea. Tectonophysics, v.181, 321-330.
- Steel, R. and Gloppen, T.G., 1980: Late Caledonian (Devonian) basin formation, western Norway: signs of strike-slip tectonics during infilling. Spec. Publ. Ass. Sediment., v.4, 79-103.
- 鈴木信之, 1984MS: 棚倉破碎帯西側地域における古応力場の復元. 茨城大学理学部地球科学教室研究生報告.
- Takahashi, H. and Amano, K., 1984: Miocene transgression in and around the Tanakura Shear Zone. Bull. Coll. Gen. Educ., Ibaraki University, v.16, 149-162.
- Yamaji, A., 1990: Rapid intra-arc rifting in Miocene Northeast Japan. Tectonics, v.9, 365-378.