

嶺岡構造帯の中新世右横ずれ運動と横ずれ堆積盆の形成*

Strike-slip movement and strike-slip basin formation in the Mineoka Tectonic Belt in the Boso Peninsula, Central Japan

齋藤 実篤**
Saneatsu Saito

Abstract: The early Middle Miocene Sakuma Basin in the southern extremity of Boso Peninsula, Central Japan, is characterized by (a) E-W elongation along major faults, (b) asymmetric synclinal structures and left-stepping faults system, (c) westward depocenter migration, (d) rapid sedimentation rate, (e) remarkable lateral change in sedimentary facies, (f) development of very coarse grained sediments along basin margins, and (g) submarine slumping. These characteristics are commonly found in the strike-slip basins in the world. The characteristic arrangement of faults, inclined basin axis and the propagation of depocenter suggest that Sakuma Basin was formed by right-handed strike-slip fault motion. Mineoka Tectonic Belt forming a structural pair with Sakuma Basin includes right-stepping en echelon faults which show a reverse pattern of that in Sakuma Basin. These structures may be strike-slip duplexes formed by right-handed shear in early Middle Miocene age.

はじめに

房総半島南部の嶺岡構造帯西方延長部にあたる佐久間地域には、東西に伸長し短期間に急激に埋積された堆積盆が発達する。小論では、この堆積盆はその形態や堆積相が南房総に発達する多くの堆積盆の中では極めて特異であることを指摘し、さらにその特徴を世界各地の横ずれ堆積盆と比較検討し、本地域の堆積盆の形成様式や堆積様式を横ずれ運動によって説明する。

横ずれ断層に伴って発達する堆積盆は横ずれ堆積盆(strike-slip basin; Mann et al., 1983)と

呼ばれ、その形態や堆積様式の一般的特徴が指摘されて以来(例えば、Reading, 1980)、世界各地から多くの横ずれ堆積盆が報告されている(例えば、Crowell, 1974; Steel & Gloppen, 1980; Bluck, 1980; Miyata, 1980; Nilsen & McLaughlin, 1985; Ito, 1989)。それらの研究例から横ずれ堆積盆の一般的特徴は以下のようにまとめられる。①主要な横ずれ断層に沿って伸長している。②非対称な向斜構造を持つ。③堆積の中心が一定方向に移動する。④周辺の堆積物に比較して短期間に厚く堆積している。⑤様々な堆積相を持ち、それらは急激に側方変化する。⑥堆

*構造地質研究会1989年度冬の例会シンポジウムで一部講演

**東北大学理学部地質学古生物学教室

Institute of Geology and Paleontology, Faculty of Science, Tohoku University, Aoba, Aoba-ku, Sendai 980, Japan.

積盆の縁辺部には特徴的な粗粒堆積物が発達する。⑦しばしばスランプ層が発達する。

一方、最近では複合断層系において生じた地層の重複である duplex という構造が、横ずれ断層系にも見いだされ(Woodcock & Fischer, 1986)注目を集めている。しかしながら、横ずれ断層系の発達と横ずれ堆積盆の形成過程や堆積作用との関連性はまだ定式化されておらず、また堆積盆の形成機構についても様々な学説があり(例えば、Manspeizer, 1985; Woodcock & Fischer, 1986)一致した見解は得られていない。このような横ずれ堆積盆に関する最近の研究例を踏まえた上で、佐久間地域に発達する堆積盆の性格とそのテクトニックな位置づけを明らかにする。

地質概説

房総半島南部には海成の新生界が広く分布しており、下位から嶺岡層群、保田層群、佐久間層群、三浦層群、千倉層群、豊房層群に区分される(斎藤ほか, 1989; 1991; Fig. 1)。嶺岡層群は始新統～下部中新統(飯島ほか, 1984; 小川, 1981)の石灰岩、チャート、頁岩、砂岩等からなり、玄武岩・超塩基性岩類とともに嶺岡構造帯を構成する。保田層群は下部中新統の砂岩、泥岩、凝灰岩よりなる(斎藤ほか, 1989)。佐久間層群は三浦層群下部の同時異相で中部中新統下部の礫岩・砂岩・泥岩からなる(斎藤ほか, 1991)。中部中新統～下部鮮新統の三浦層群は主に火山弧起源の碎屑岩類により構成される(斎藤ほか, 1990)。千倉・豊房両層群は上部鮮新統～中部更新統(小竹, 1988)の砂岩・シルト岩互層より成る。

地質構造と堆積盆の発達

房総半島南部の新生界は東西方向に発達する断層群によっていくつかの帯状地質体に分けられており全体として覆瓦構造を形成している(斎藤ほか, 1991)。各帯内部においては著しく褶曲した基盤岩類とこれを不整合に覆う被覆層

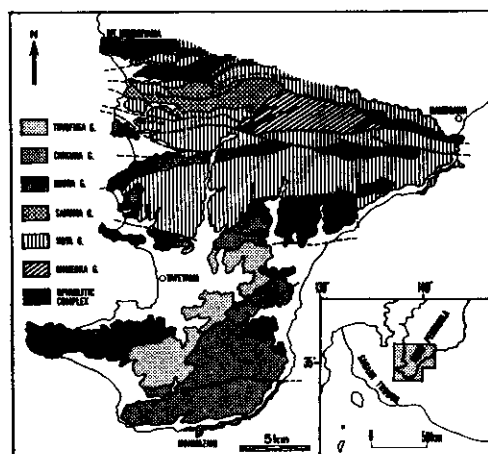


Fig. 1 Location map and simplified geological map of southern extremity of Boso Peninsula.

が識別でき、両者とも南の地質帯ほど若くなるという傾向が認められる(斎藤ほか, 1991)。被覆層の多くは各帯毎に境界断層の活動に規制されて形成された東西方向に細長い堆積盆地(slope basin)を埋積したと考えられる。それらの堆積盆は堆積中心の移動方向と断層の方向との関係に着目すると、両者が互いにはほぼ直角するものとはほぼ平行なものに区別できる。前者は逆断層の活動に規制され、それと直角する方向に成長した堆積盆であり、埋積層は北傾斜の同斜構造を有する(斎藤, 1990)。それに対し後者は堆積盆内部の構造が東西方向に非対称であることから、断層と平行な方向に成長極性を持った堆積盆と考えられる。後者のタイプの堆積盆は佐久間地域のみに発達する。

佐久間層群の層序と堆積盆の形態

佐久間地域に分布する佐久間層群は大崩層(不淘汰礫岩)、奥山層(礫質砂岩)、中尾原層(砂岩泥岩互層)に区分される(Fig. 2, 3)。積算層厚は1000m以上に達し、全体として上方細粒化を示す。

大崩層(Okuzure Formation; 大塚・小池, 1948; 層厚250m+)主に嶺岡層群、保田層群起源の角礫からなる不淘汰礫岩で、まれに奥山

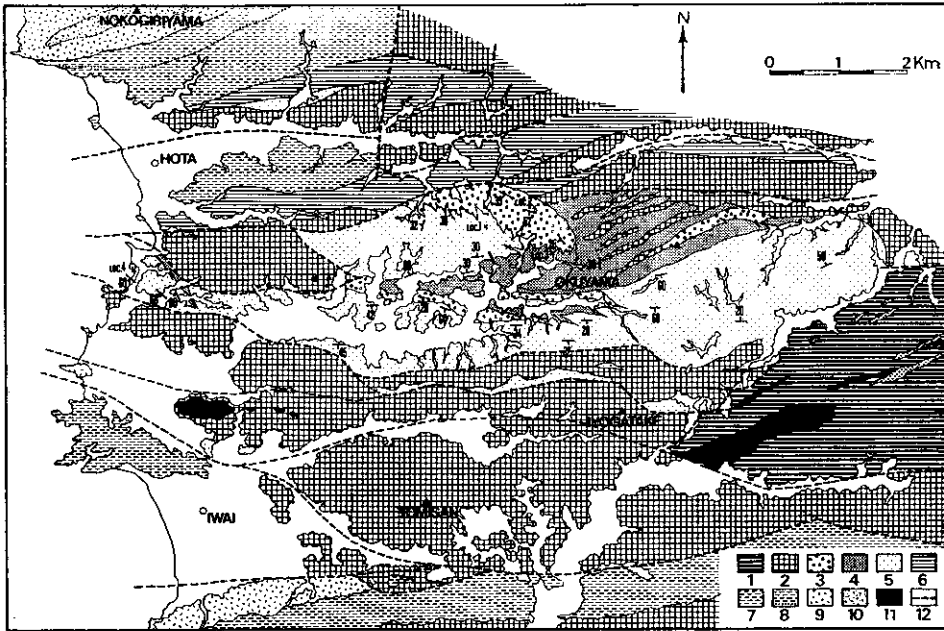


Fig. 2 Geological map of Sakuma district.

1. Mineoka Group; 2. Hota Group; 3. Okuzure Formation; 4. Okuyama Formation; 5. Nakaobara Formation; 6. Kinone Formation; 7. Amatsu Formation; 8. Senbata Formation and Inakozawa Formations; 9. Hagi Formation; 10. Takeoka Formation; 11. basalt and serpentinite; 12. inferred fault

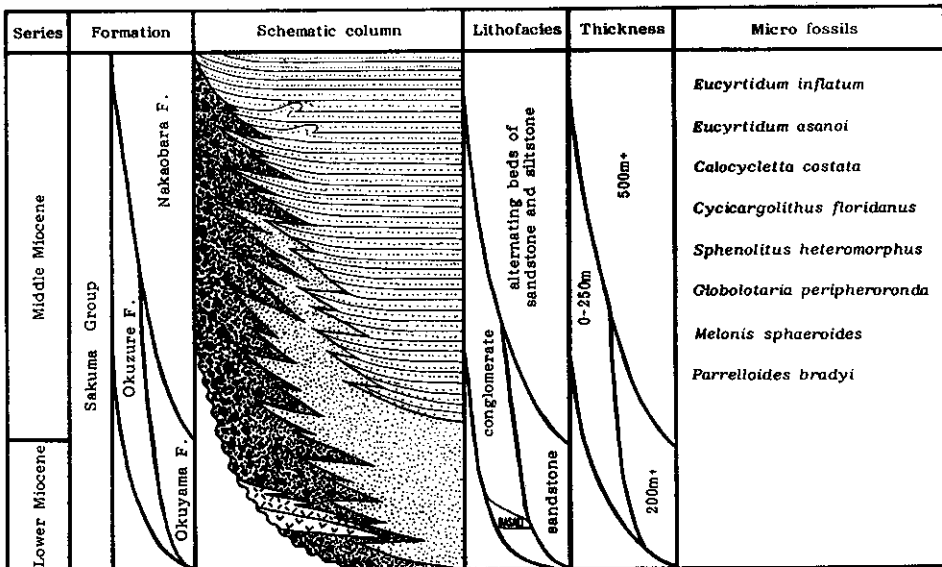


Fig. 3 Schematic column of Sakuma Group.

層起源の礫や、中生界の小円礫を含むことがある。比較的軟質な中～粗粒砂岩を基質とし、礫径は細礫大から人頭大までに及ぶ。堆積盆の北東縁で極端に厚くなる傾向があり、礫径も大きくなる。保田層群を不整合に覆い、奥山層・中尾原層と指交関係にある。

奥山層(Okuyama Formation; 大塚・小池, 1948; 層厚 200m+?) 単層の厚さが10～30cmの青灰色中～粗粒砂岩。厚さ20cm前後の細礫岩層を頻りに挟み、しばしば炭層の葉理や炭質片を挟む。保田層群を不整合に覆い、大崩層と指交関係にある。上方へ中尾原層へ漸移する。

中尾原層(Nakaobara Formation; 大塚・小池, 1948; 層厚 500m+?) 単層の厚さが10～30cmのやや泥岩勝ちの砂岩泥岩互層。砂岩は淘汰の良い非火砕性の中粒砂岩で新鮮面で青灰色を呈する。不淘汰の粗粒砂岩が突然挟在することがある。泥岩はやや砂質の緑灰色泥岩。単層の厚さは西方ほど薄くなる傾向がある。本層中には未固結時の滑動を示す変形構造が認めら

れることがある(Fig. 4)。

浮遊性微化石による佐久間層群の地質年代は中期中新世前期を示し(斎藤ほか, 1991), 岩相境界は時間面と斜交する。砂岩中には浅海性の軟体動物化石片が混入するが、泥岩中より産する底生有孔虫により推定される古水深は、中部漸深海帯下部である(斎藤ほか, 1991)。

佐久間堆積盆は嶺岡構造帯西方延長部の数条の東西性断層に囲まれた地帯に発達し、東西に細長い形態を示す。同堆積盆は少なくとも4つ



Fig. 4 Slump structure observed in Nakaobara Formation, at Loc. 1

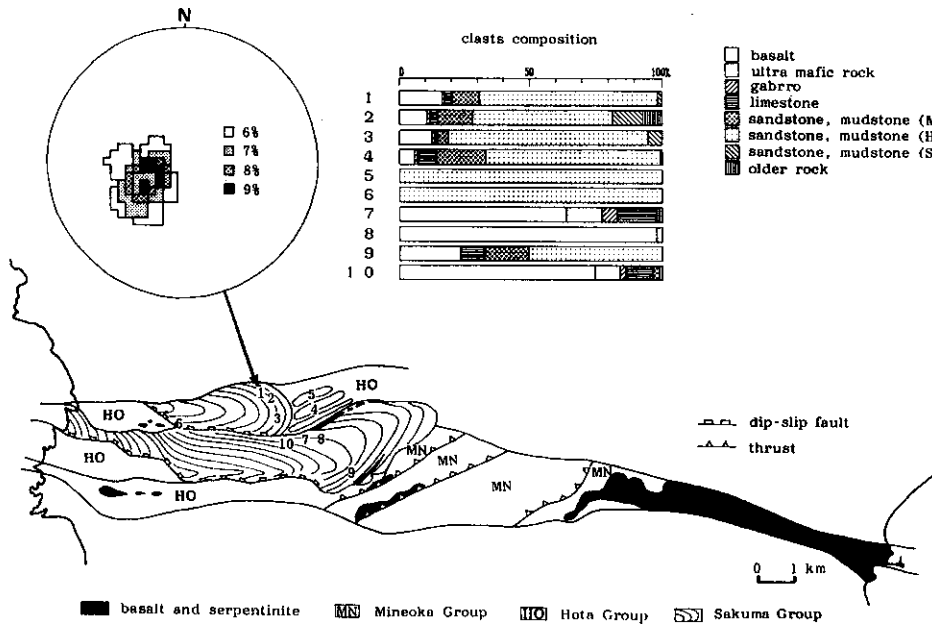


Fig. 5 Tectonic map of Mineoka Belt and Sakuma district with analytical data of clasts. Analytical data is projected on lower hemisphere. Ratio of clasts composition is analyzed by the number of clasts.

の小堆積盆の集合体であり、それぞれの小堆積盆の形態を規制している断層は主断層に対し左雁行状に配列している。これらの雁行断層群は主断層を越えて伸びることはないことから、断層帯内における二次的な派生断層と判断される。また各堆積盆内部には西へプランジした向斜が発達し、向斜軸は南に偏り、軸面は南に急斜している。各小堆積盆内の埋積層は南あるいは南西に層厚を増す。堆積の中心は小堆積盆内においても全堆積盆内においても西へ移動して



Fig. 7 Interfinger beds of Okuzure Formation and Okuyama Formation, at Loc. 3

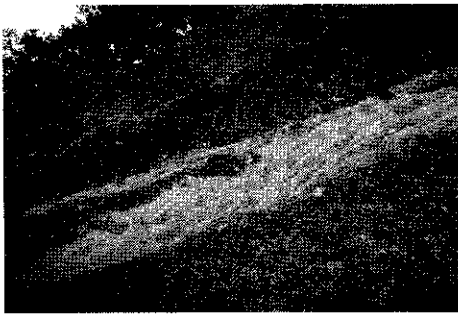


Fig. 6 Okuzure Formation, at Loc. 2

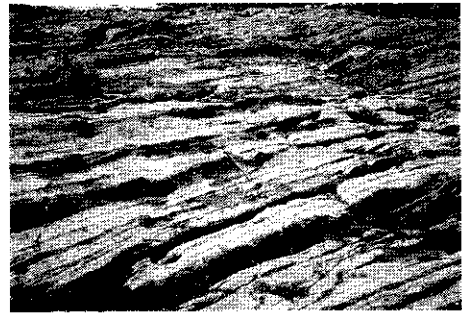


Fig. 8 Nakaobara Formation, at Loc. 4

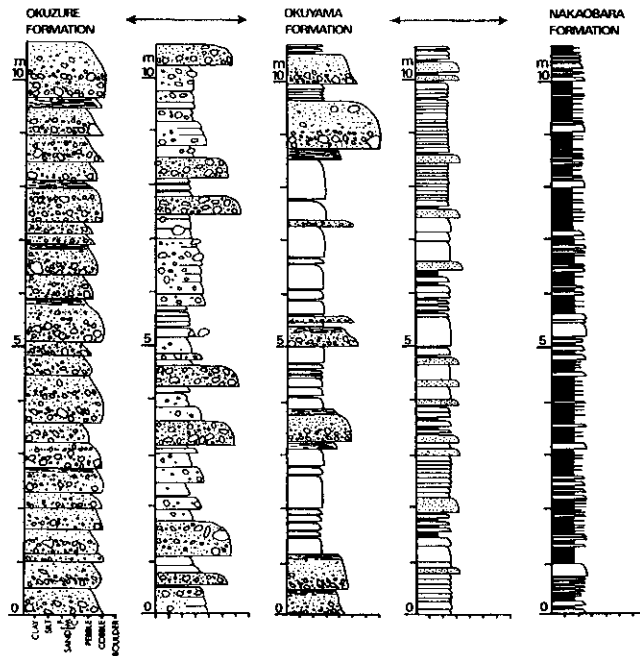


Fig. 9 Columner sections showing lateral lithofacies variation of Sakuma Group. Column width represents grain size.

いることが走向線図から読み取れる(Fig. 5).

佐久間層群の堆積相と堆積モデル

大崩層は堆積盆縁辺部に発達する不淘汰角礫岩で、北東部で最も顕著に発達し、最大層厚は250mに達する。本層分布域から露出良好な10地点を選び、礫種を解析した(Fig. 5)。含まれる礫種は、嶺岡層群起源の玄武岩、超塩基性岩、斑レイ岩、石灰岩、珪質頁岩、頁岩、砂岩、及び保田層群起源の砂岩・泥岩でほとんど全てが占められている。ただし、それらの礫種構成は地点によって極端に異なり、単一の礫種によって構成される場合もある。従って礫を供給した地点の岩種が直接礫種に反映しているものと考えられる。また1地点において礫のインプリゲーションを計測することができたが、明瞭に堆積盆の縁辺方向からの供給を示した(Fig. 5)。これらのことは、礫は遠方からではなく、周囲の地質体、特に断層崖からの供給であることが示唆される。また大崩層は堆積盆の縁辺近傍で最も粗粒でかつ不淘汰であるが(Fig. 6)、側方へ徐々に層理が明瞭になる。さらにある程度縁辺域から離れると砂岩や泥岩の薄層を挟むようになり急激に尖滅する。奥山層との指交部では、奥山層の砂岩主体のタービダイト互層中に、突然不淘汰礫層が介在する(Fig. 7)。また奥山層は側方及び上方に砂岩泥岩互層よりなる中尾原層に漸移する。最上部の中尾原層は数cmの砂岩を挟む約10cm単位の泥岩勝ち砂岩泥岩互層となる(Fig. 8)。このような側方への岩相変化や指交関係は、Fig. 9の柱状図に明瞭に表れている。

以上のような礫岩の性格と堆積相の側方変化から、Fig. 10に示すような堆積モデルが考えられる。基盤の沈降と傾動に伴って、縁辺断層から崖錐礫が定常的に供給され、それとは独立に、タービダイトによる深海底扇状地も発達し、礫岩と指交する。それらは主傾動方向へ厚く堆積し、礫岩も傾動方向へ供給域を広げるために、北縁部で顕著な発達を見る。傾動と堆積作用が並進することにより、同時に向斜構造も形成さ

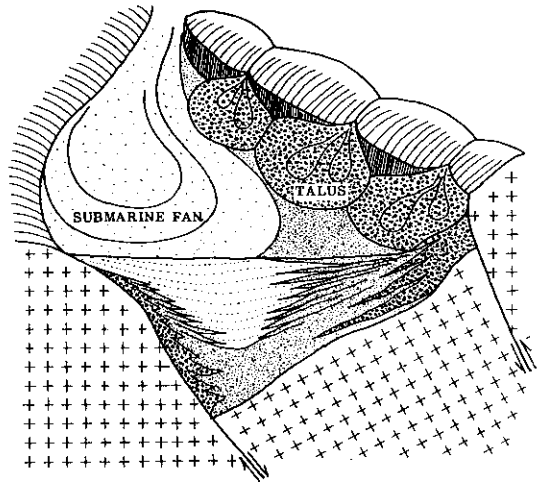


Fig. 10 A sedimentary model of Sakuma Basin.

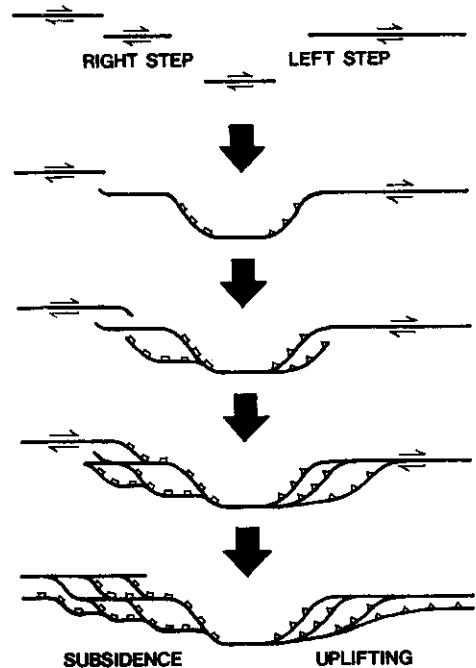


Fig. 11 Schematic model of the development of Sakuma Basin.

れ、向斜軸は基盤の主傾動方向へプランジする。

考察

— 嶺岡構造帯の右横ずれ運動と堆積盆の形成 —

佐久間堆積盆の形態や堆積相の特徴は、前述した世界各地の横ずれ堆積盆の一般的特徴と多くの点で類似している。それらの特徴は本地域の堆積盆が南西側に大きく傾動した半地溝の集合体であり、東西に細長い地帯において半地溝の形成域が徐々に西方に移動したということを意味する。この移動は構造帯の伸びの方向に

して左雁行する正断層の西方への伝搬によってもたらされる。断層帯において半地溝群の傾動方向や伝搬方向が極性を持つということは横ずれ運動によって説明され得る。また断層帯内における正断層の雁行配列は、剪断帯の二次破断面の配列に対応することから、それらのセンスは右横ずれを示唆する。一方嶺岡構造帯は佐久間堆積盆とは対照的に、構造帯内部の断層や褶曲軸の方向(ENE-WSW)が構造帯の伸びの方向(E-W)に対して右雁行する隆起帯を形成している。これらのことは、嶺岡構造帯が右横ずれ運動に伴って contractional duplex を形成した

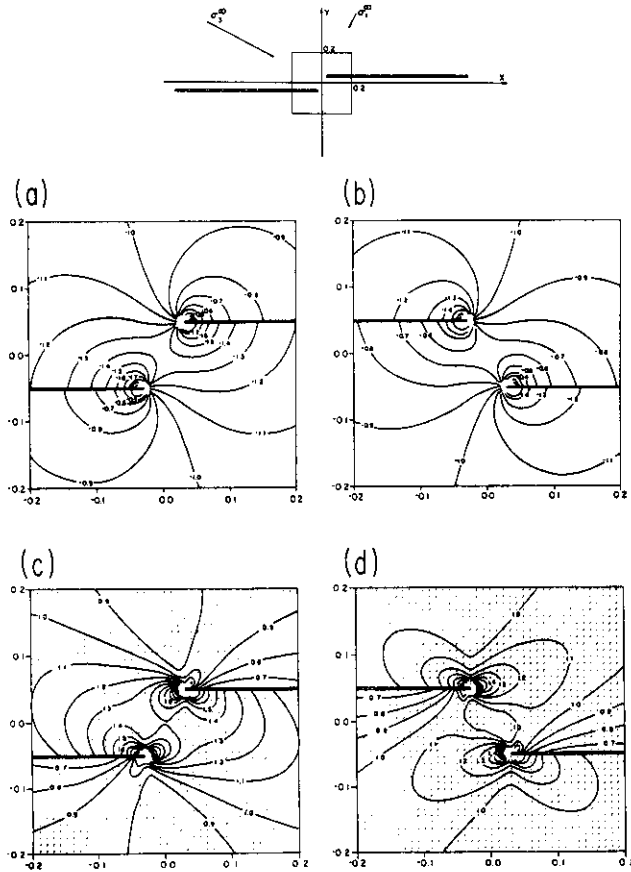


Fig. 12 State of stress near echelon discontinuities. Distribution of mean stress $1/2(\sigma_1 + \sigma_3)$ for (a) left and (b) right step. Background value is -1.0 . Distribution of maximum shear stress $1/2(\sigma_1 - \sigma_3)$ for (c) left and (d) right step. Background value is 1.0 . Tick marks indicate direction of minimum compression σ_1 . After Segall and Pollard (1980)

transpressional な隆起帯であったのに対し、隣接する佐久間堆積盆が extensional duplex を形成した transtensional な沈降域であったことを示唆している。また横ずれ断層から局部的に張り出した bend あるいは offset の橋渡しをするように東西に断層が伝搬し、bend あるいは offset を修復するように主断層へ収れんしていく発展過程を考えることによって、地域全体の断層の配列を説明することができる (Fig. 11)。これらの strike-slip duplex の形成時期は横ずれ堆積盆を埋積した佐久間層群の年代から浮遊性有孔虫化石帯の Zone N. 8-9 以内であった可能性が高い。

Segall & Pollard (1980) は、雁行配列した断層に応力を与えた時、個々の断層の先端に働く応力の集中領域の干渉パターンを実験によって求めている (Fig. 12)。それによる右ずれ圧縮型の雁行配列、及び右ずれ展張型の雁行配列の場合の先端から派生する二次的な断層の方向は、嶺岡帯の褶曲軸・スラストの方向、及び佐久間堆積盆の正断層の分岐の方向に対応し、それらに必然性を与える。また本地域は2通りの雁行パターンが近接するために、横ずれ運動による隆起域と沈降域が同時に接して発達する特殊な例であると考えられる。

結 論

中部中新統下部からなる佐久間堆積盆は房総半島南部に発達する多くの slope basin と比較すると、堆積盆の形態や堆積様式が大きく異なる。それらの特徴は世界各地の横ずれ断層に伴って発達する堆積盆の一般的特徴と多くの点で類似している。半地溝群の傾動方向や伝搬方向は同堆積盆が右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する。また佐久間堆積盆の形態を規制する断層系の配列と逆の雁行パターンを示す嶺岡隆起帯は同堆積盆と構造的に対をなしている。これらの構造は中期中新世初期における右横ずれ運動によって形成された strike-slip duplexes であると考えられる。

謝 辞 本研究を報告するにあたり、東北大学理学部地質学古生物学教室の中川久夫教授、大槻憲四郎博士には粗稿の御校閲をお願いし、有益な御助言をいただいた。九州大学理学部の小川勇二郎教授、東京大学海洋研究所の藤岡換太郎博士、日本大学文理学部の谷口英嗣氏には嶺岡構造帯周辺の地質に関し討論していただいた。

文 献

- Bluck, B. J., 1980: Evolution of a strike-slip fault-controlled basin, Upper Old Red Sandstone, Scotland. in Ballance, P. F., and Reading, H. G., eds., *Sedimentation in Oblique-Slip Mobile Zone*, International Association of Sedimentologists Special Publication 4, p. 63-78.
- Crowell, J. C., 1974: Sedimentation along the San Andreas Fault. in Dott, R. H., eds., *Modern and ancient geosynclinal sedimentation*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 19, p. 292-303.
- 飯島 東・渡部芳夫・松本 良, 1984: 瀬戸川一嶺岡帯の地質時代. 齋藤常正・岡田尚武・海保邦夫編, *日本の古第三系の生層序と国際対比*, 山形大学理学部, 69-73.
- Ito, M., 1989: The Itsukaichimachi Group: A Middle Miocene strike-slip basinfill in the southeastern margin of the Kanto Mountain, Central Honshu, Japan. in Taira, A., and Masuda, F., eds., *Sedimentary facies in the active plate margin*, Terra Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo, 659-673.
- 小竹信宏, 1988: 房総半島南端地域の海成上部新生界. *地質雑*, v. 94, 187-206.
- Mann, P., Hempton, M. R., Bredley, D. C., and Burke, K., 1983: Development of pull-

- apart basins. *Journal of Geology*, v.91, 529-554.
- Manspeizer, W., 1985: The Dead Sea Rift: Impact of climate and tectonism on Pleistocene and Holocene sedimentation. in Biddle, K. T., and Christie-Blick, N., eds., *Strike-slip deformation, Basin formation and Sedimentation*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 37, 143-158.
- Miyata, T., 1980: Wrench fault tectonics of the Median Tectonic Line and deformation of the Cretaceous Izumi Group in west Kinki, Southwest Japan, *Journal of Geoscience, Osaka City University*, v. 23, 65-114.
- Nilsen, T. H., and McLaughlin, R. J., 1985: Comparison of tectonic framework and depositional patterns of the Hornelen strike-slip basin of Norway and the Ridge and Little Sulphur Creek strike-slip basins of California. in Biddle, K. T., and Christie-Blick, N., eds., *Strike-slip deformation, Basin formation and sedimentation*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 37, 79-103.
- 小川勇二郎, 1981: 三浦・房総両半島の新第三紀テクトニクス—本州弧にトラップされたオフィオライトと伊豆前弧盆堆積物—。月刊地球, v. 3, 411-420.
- 大塚弥之助・小池 清, 1948: 房総半島中部の地質: 東大立地自然科学研究所報告, v. 2, 31-32.
- Reading, H. G., 1980: Characteristics and recognition of strike-slip fault system. in Ballance, P. F., and Reading, H. G., eds., *Sedimentation in oblique-slip mobile zones*, International Association of Sedimentologists Special Publication 4, 7-26.
- 齋藤実篤, 1990: 付加体の成長に伴う slope basin の発達様式—南房総を例として—。日本地質学会東北支部会報, v. 20, 23-25.
- ・塩沢孝彦・熊井一之・山田泰広・近藤 健・関 修一・山本 真・中川久夫・遅沢壮一, 1989: 房総半島南部の層序と構造。日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 107.
- ・酒井豊三郎・尾田太良・長谷川四郎・田中裕一郎, 1991: 房総半島南部の三浦層群—陸化した現世前弧域—。月刊地球, v.13, 15-19
- Segall, P., and Pollard, D. D., 1980: Mechanics of Discontinuous Faults. *Journal of Geophysics Research*, v. 85, 4337-4350.
- Steel, R. J., and Gloppen, T. G., 1980: Late Caledonian (Devonian) basin formation, western Norway: Signs of strike-slip tectonics during infilling. in Ballance, P. F., and Reading, H. G., eds., *Sedimentation in oblique-slip mobile zone*, International Association of Sedimentologists Special Publication 4, 79-103.
- Woodcock, N. H., and Fischer, M., 1986: Strike-slip duplexes. *Journal of Structural Geology*, v. 8, 725-735.