

三浦・房総両半島の新第三系シルト岩中に見られる 細脈状破断勢開

小川, 勇次郎
九州大学理学部

<https://doi.org/10.15017/4495935>

出版情報：九州大学理学部研究報告．地質学．13 (2), pp.321-327, 1980-02-29. 九州大学理学部
バージョン：
権利関係：



三浦・房総両半島の新第三系シルト岩 中に見られる細脈状破断劈開

小川 勇二郎

Beard-like veinlet structure as fracture cleavage in the Neogene
siltstone in the Miura and Boso Peninsulas, central Japan

Yujiro OGAWA

Abstract

Beard-like veinlet structure is developed in the Neogene tuffaceous siltstone in the Miura Group in the Miura and Boso Peninsulas, central Japan. This structure is constructed by closely spaced dark-colored fine grained veinlets. Each veinlet is 0.2-0.5 mm in width and 1-5 cm in length. The veinlets occur selectively in much finer and more homogeneous sediments than others, and are disposed usually at high angles and rarely at low angles to the bedding plane. They are apt to develop in sediments around sedimentarily and/or structurally disturbed beds, and often accompany normal faults which were formed penecontemporaneously during the deposition of the Miura Group. Therefore the structure is considered to be formed as an assemblage of fracture cleavages by nearly vertical principal compressive stress in the dewatering process during the development of the sedimentary basin of the Miura Group.

I. 序

南関東の三浦・房総両半島に分布する新第三系のいわゆる三浦層群*のシルト岩中には、所々にあごひげ状を呈する細脈状の面構造が発達している。本論では、この細脈状構造の記載を行い、脱水過程における破断劈開として成因を議論する。

まことに拙いものであるが、本論を種子田定勝教授に捧げる。

本論の粗稿を勸米良亀齡教授に御校閲いただいた。野外調査では、堀内一利、上野正治、中野隆弘、遠藤敬一、館田真由美の諸氏に協力いただいた。心から感謝する。研究費の一部に、昭和53年度文部省科学研究費(一般(D), No. 364277)を使用した。記して謝意を表する。

II. 地質概説

三浦半島及び房総半島に分布する三浦層群は、凝灰

質シルト岩を主とし、数層準にスコリアまたはパミス質の粗粒な火砕質砂岩ないし礫岩や流紋岩質の凝灰岩をはさむ。堆積の中心は、南から北へと次第に移動したことが知られている(三梨, 1974ほか)。各地点での層厚は、1,000m以上に達する。三浦層群のうち、特に葉山一嶺岡隆起帯以南には、随所にスランプ性の堆積物をはさみ、大規模なオリストストロームや崖くずれ堆積物を観察することができる。また大小の断層や褶曲によって、地層が見かけ上著しく変形しているように見えることが多い。しかし、ほぼ40km×60kmの範囲にわたって、同一層準の地層がkmオーダーの褶曲によって何回もくりかえして分布しているので、その褶曲波面はほとんど水平であると言える。

三浦層群の堆積時代は、近年、新妻(1976)などによる浮遊性有孔虫や古地磁気の研究によって、非常に精度よく求められるようになってきた。三浦半島と房総半島の南部においては、未だに充分な対比が行われているとは言えないが、房総半島南部では、米谷(1972)、北村・高柳(1977)などによると、佐久間層は Blow の Zone N. 8 から 9、天津層は N. 8 ないし 9 から N. 17、西岬層はほぼ N. 17、さらに上位の千倉層(畑層

昭和54年7月4日受理

*本論では、木村(1971)、三梨(1974)にならない、葉山・保田層群又は矢部層より上位の新第三系のうち、上総層群及びその相当層より下位のものに対して、総称的に用いる。

・神余層を含み、一部は清澄層・安野層に対比)はほぼ N. 18から19 ないし N. 20 におおむね対比されるようである。三浦層群の絶対年代は、ほぼ 14m. y. から4 ないし 3m. y. B. P. におよぶことになり、中期中新世から前期鮮新世に対比される(北村・高柳, 1977; NIITSUMA, 1978)。

三浦層群の地層の配列は、大局的には葉山一嶺岡帯の方向(西北西—東南東)に平行である。しかし、内部の褶曲軸は必ずしもそれに平行ではなく、特に同帯以南では、褶曲軸が雁行したり、うず巻き状に配列したりしている(小川・堀内, 1979)。褶曲の半波長は、kmオーダーから数10mオーダーのものまであり、多くのものが軸長の短いドーム・ペーズン状のものである。これらの褶曲は、三浦層群堆積中に発生し、4~3 m. y. B. P. に最盛期をむかえた堆積域内の右水平ずれ断層に基本的には由来するものと考えられ(OGAWA and HORIUCHI, 1978)、フィリピン海プレートとアジア(ユーラシア)プレートとの間のトランスフォーム断層や三重点の形成に関係するものと考えられる。

三浦層群の構造的特徴は、堆積岩の密度が低いこと、層理面に沿うずれが全くまたはほとんど見られないことのほかに、スランプ性の褶曲や堆積後の粒子の二次的移動による地層の不規則な薄化や厚化が多いこと、小断層の発達が著しいことなどがあげられる。これらの特徴は、葉山一嶺岡帯の南側で特に著しく、本論で述べる細脈状構造は、このような構造の発達する部分に限られる。

HOSHINO *et al.* (1972)、小出ほか(1971)によると、三浦半島の三浦層群の三崎層及び逗子層のシルト岩と砂岩では、密度がほぼ1.44~1.91、空隙率がほぼ30~40%であり、力学的特性としては、visco-ductile* (粘延性の)な性質が顕著で、その限界封圧は約100ないし300気圧であると言う。また試錐コアとの比較では、三浦層群は、たかだか1,000mないし1,500m程度の埋没しか経験していないことになり、同時代の堆積岩では、常磐地域のものに次いで経験封圧が低いと言う。

以上のような構造的特徴は、この地域の地層が、一見著しい歪を示すにもかかわらず、変形が低封圧下で行われたことを示している。

*三軸圧縮試験の応力—歪曲線が、ある封圧以上では、明瞭な最大強度を示す曲線とはならず、はじめからわずかな差応力で歪を生じるような性質(HOSHINO, *et al.*, 1972)。これはその岩石が、その封圧をまだ経験していないことを意味する。

III. 細脈状構造の分布、形態と配列、内部組織

A. 分布

現在までにこの細脈状構造が見出された地点を第1図に示す。三浦層群中、この構造が最もひんぱんに発達するのは、三浦半島では三崎層と逗子層、房総半島では天津層、西岬層及び千倉層中の畑互層である(各地点での地層名は Am などの記号で第1図に示してある)。小数の例外を除いて、葉山一嶺岡帯以南の、堆積構造や小構造の発達する周辺の比較的均質なシルト岩中に選択的に発達する傾向がある。砂岩や不均質なシルト岩中には発達していない。これらの地点は、大構造の特異な位置(褶曲軸部や大断層)と密接な関係にあるとは限らない。最も模式的に発達するのは、三浦半島では、横須賀市久留和の粒石付近及び同市荒井の荒崎付近、房総半島では富山町南無谷の小浜付近及び千倉町瀬戸元田の瀬戸川河口付近である。

B. 形態と配列

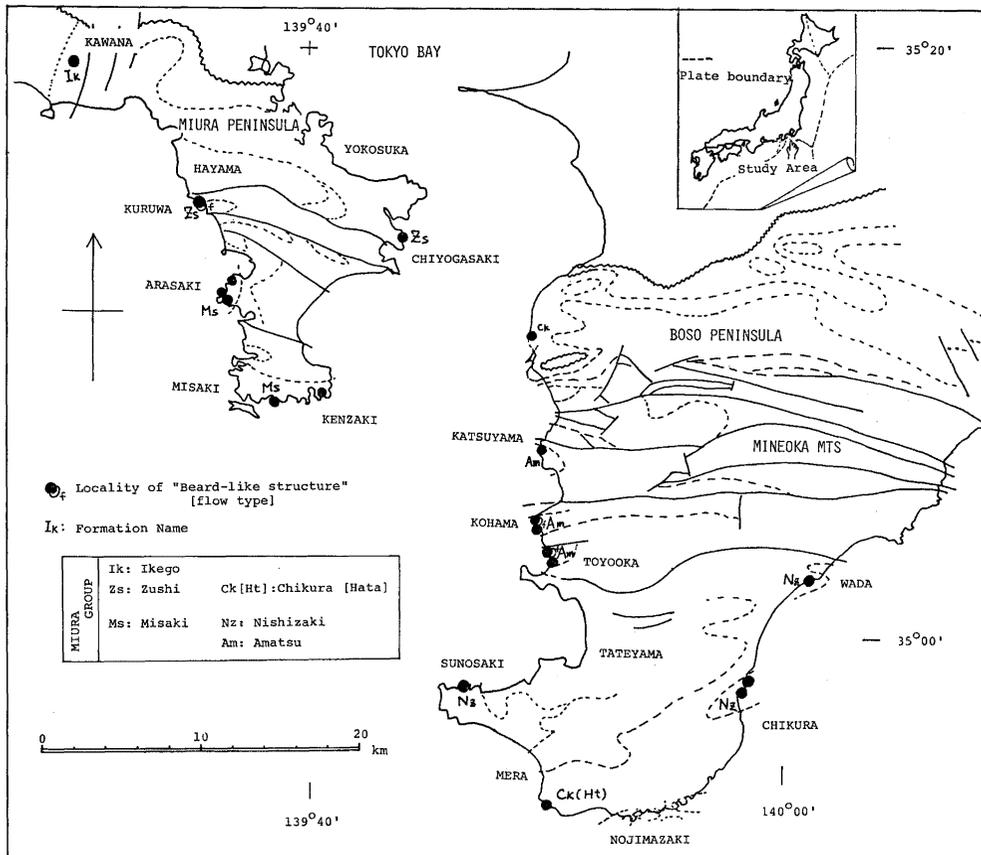
細脈状構造は、一般的には、幅約0.2~0.5mm程度、長さ約1~5cmに伸びた、暗色の脈が約2~3mm程度の間隔で平行に配列する外観を呈している。脈は、まれにcmオーダーの間隔でまばらに、しかも数10cm以上に長く発達することがある。脈は互いに平行に配列することが多いが、細い脈が分岐・派生したり、交わったりするのがふつうである。そのため、脈の集合の外観は、あごひげ状を呈する(図版21-1, 2, 3)。

脈の発達は、凝灰質細粒砂岩シルト岩互層のうち、より細粒で均質な部分でより顕著である。脈の中央部分は幅が太く、脈間隔も大であるが、上下の方向へ向って分岐しつつ次第に細くなり、堆積物粒子の粒度が大きくなる部分で徐々にまたは急激に消滅する。分岐の角度は10°ないし30°である。

この脈は、岩質を選んで発達するため、一般的には、層理に平行な面で消えたり、急激に止ったりしている。層理をずらしていることはあまりないが、まれに数mm程度のずれがみられることがある。また、別の破断面(断層や節理)の所で急激に止っていることもある(図版21-3、後述)。

脈の露頭面上でのトレースは、一般には直線状であるが、しばしば層理に沿って引きずられ、引きのばされたS字状を呈する(図版21-2)。この引きずりのセンスは、地層の傾斜と関係があり、曲げ褶曲(flexure fold)の層理に働かずれのセンスと同一である。

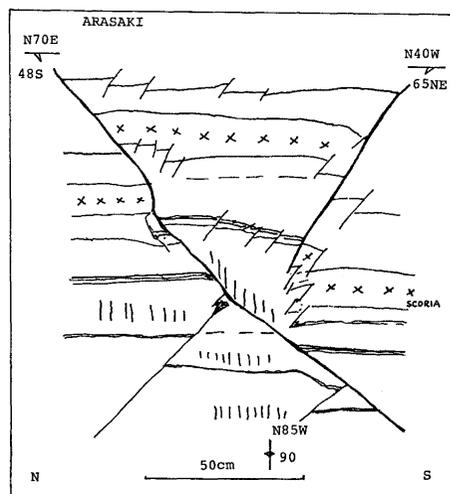
脈は、層理面に直交して発達するが多いが、60°



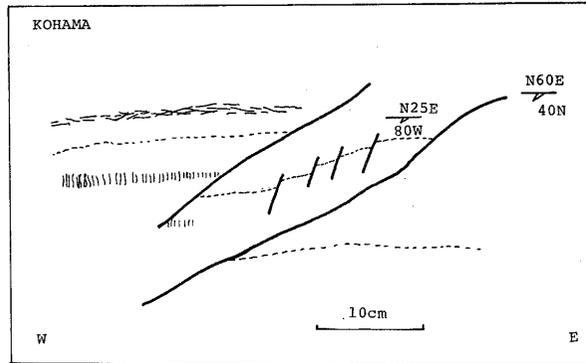
第 1 図 細脈状構造の観察される地点。
Fig. 1, Locality map of "beard-like veinlet structure"

程度の場合や、まれに層理面に平行の場合もある。また、砕屑性の岩脈の付近では、不規則な方向に、局部的に発達することがある。ほとんど均質でかつ塊状の地層内では、同程度の密度で一面に発達することもある。その場合、発達する部分が雁行状に配列することがある。

上記のような例は、脈が互いにほぼ平行に規則的に発達する場合であるが、それらが発達する付近で、しばしば脈が、全く不規則に、すみ流しのような流れた形態を示すことがある(図版22-4)。これは、多くの場合ある層理面または断層面にはさまれた、帯状部に密集して発達する。またある場合には、この帯状部そのものが、断層面(帯)となっている。さらに、ある場合には、単一の脈が、みかけ上、3~10cm程度の傾斜または走向セパレーションをもつ断層面として見られることがある。これらは、形態的には、あごひげ状の脈状構造とは言えないが、成因的には密接な関係で形成されたものと言える(後述)。



第 2 図 三浦半島、横須賀市荒崎で見られる細脈状構造。逆断層に切られている。
Fig. 2. "Beard-like veinlet structure" at Arasaki, Yokosuka City, Miura Peninsula.



第 3 図 房総半島、富山町小浜で見られる細脈状構造。正断層と逆断層が見られる。
Fig. 3. "Beard-like veinlet structure" at Kohama, Tomiyama Town, Boso Peninsula.

細脈状構造は、多くの場合、小断層の発達する部分に発達する。逆断層（堆積直後、地層がまだほとんど水平であった時期の形成）に伴う場合は、それに例外なく切られている（第 2, 3 図）。また共役の逆断層の主応力軸の方位とは一般には関係がない。一方、正断層には、切られている場合もあるが、正断層面の所で急激に止まっている（止められている）ことがある（図版21-3、後述）。

C. 内部組織

脈の発達する部分を薄片にし、顕微鏡で観察した結果、次の様な事が分った。

- 1) 脈の内部は周辺より細粒物質に富んでおり、そのために暗色を示す。
- 2) 脈の内部には、粘土鉱物* が濃集している場合

*三浦層群のシルト岩の粘土鉱物は、モンモリロナイトからなる。また、2価の鉄のため、新鮮な部分では緑色を示す。鑑定をして下さった、中牟田義博氏に感謝する。

と、微細粒子が形状定向配列している場合とがある。前者の場合は、粘土鉱物が細粒のために乱反射をし、そのために暗色となり、後者の場合は、粒子間にある dusty part（於保, 1978; これも粘土鉱物と思われる）により暗色となっていると考えられる。粒子の形状定向配列は、脈の伸びの方向に平行である（図版22-5, 6）。粒子間の dusty part は、粒子間の差別的流動によって形成、濃集したものであろう。これは、スレート劈開のものに類似するが、形成時の圧縮主応力の方向が90°異なる（後述）。

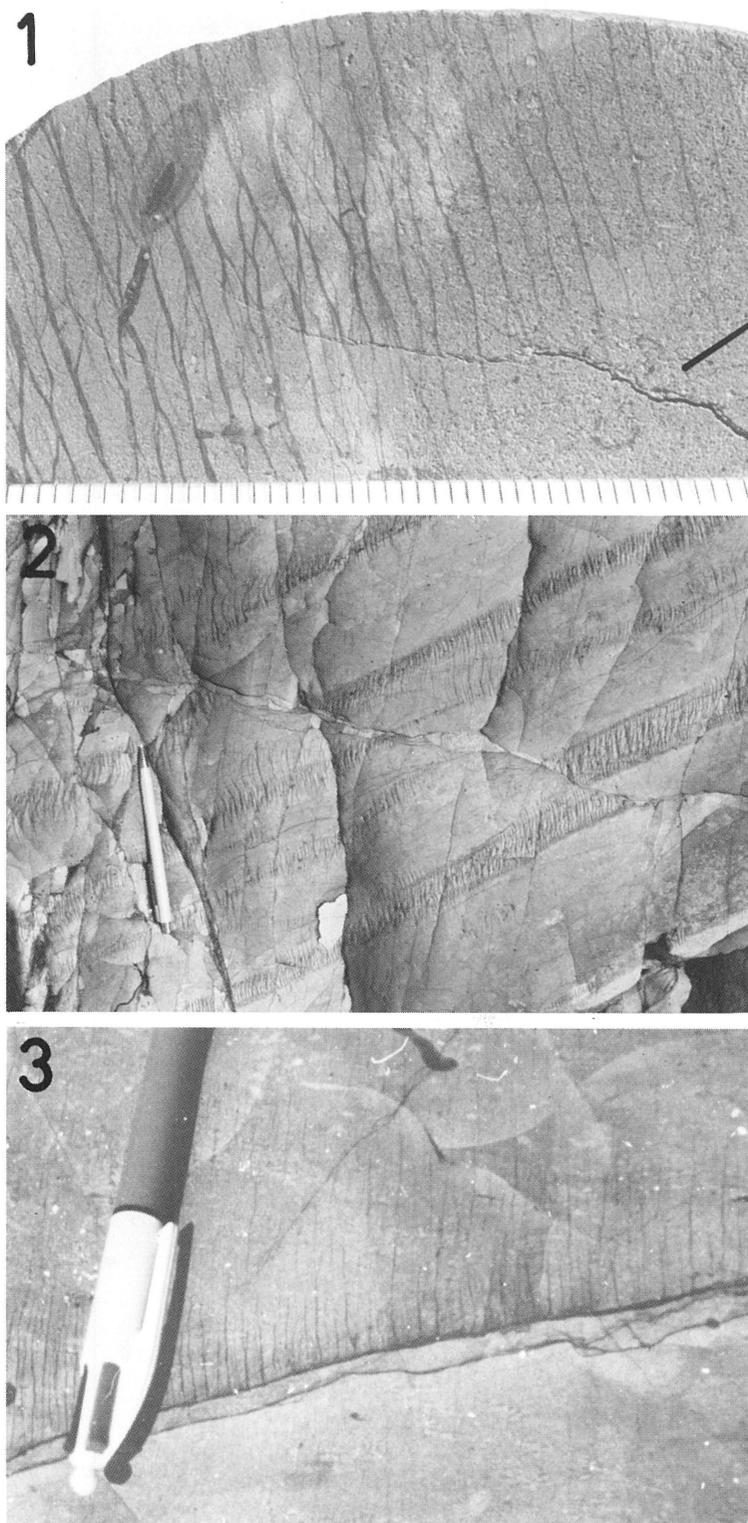
3) 脈の側面の境界は、不明瞭な場合もあるが、明瞭な場合は、周辺との間のずれを伴う破断面であると考えられる。

4) 脈の外側の粒子の配列は、層理面に平行であることが多いが、脈の境界部分でしばしば脈に向かって流れ込むような配列を示す（図版22-6）。これは、後述するように、脈形成時の面の開離やずれに伴う、粒子

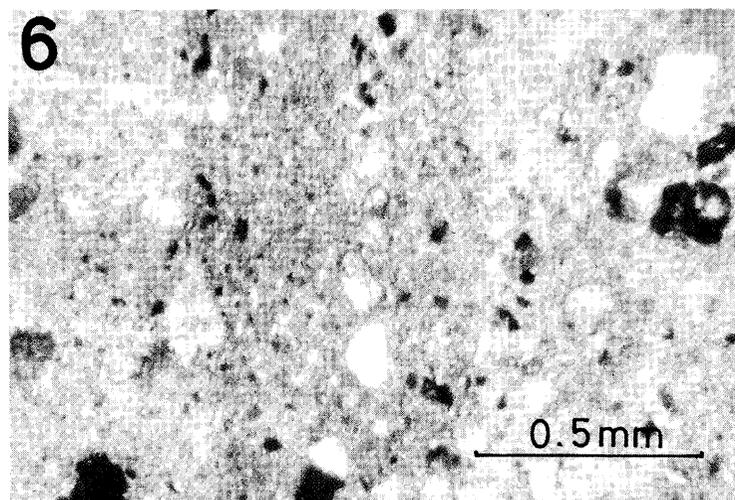
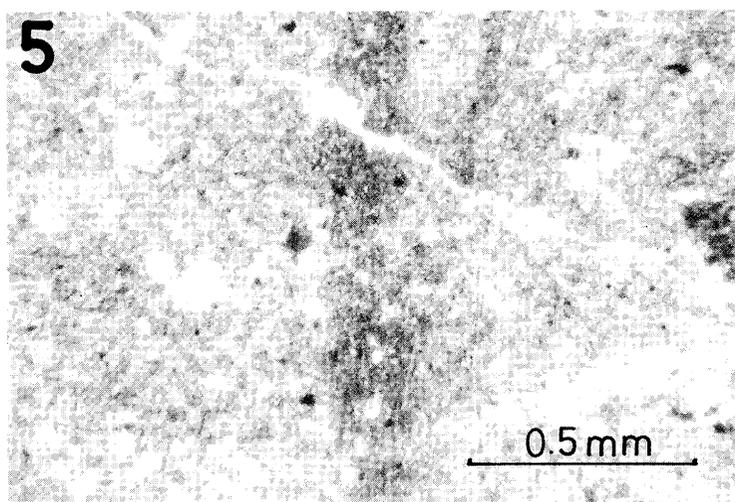
第 21 図 版 説 明

図 版

1. 三浦半島横須賀市千代ヶ崎の細脈状構造。分岐と合流、消滅が見られる。右側のバーは層理面のトレース。スケールの一目盛は1mm。
"Beard-like veinlet structure" at Chiyogasaki, Yokosuka City, Miura Peninsula. Bar at the right is the trace of bedding plane. Scale 1mm.
2. 房総半島千倉町瀬戸瀬戸川河口の細脈状構造。層理面に沿うずれによってS字形に曲っている。脈は逆及び正断層によって切られている。
"Beard-like veinlet structure" at the mouth of the River Seto, Seto, Chikura Town, Boso Peninsula. Veinlet structures are folded into S-shape by bedding-slip. They are cut by reverse and normal faults.
3. 三浦半島横須賀市久留和の細脈状構造。断裂面の所で脈状構造が止められている。
"Beard-like veinlet structure" at Kuruwa, Yokosuka City, Miura Peninsula. veinlets are stopped at the former fracture.



小川勇二郎：シルト岩中に見られる細脈状破断劈開



小川勇二郎：シルト岩中に見られる細脈状破断劈開

の移動によるものと考えられる。

IV. 細脈状構造の形成時期と成因

A. 形成時期

この細脈状構造は、スランプ性堆積物やそのような堆積物の要因となった正断層の発達と関係があると考えられる。OGAWA and HORIUCHI (1978) によると、三浦半島の三崎層では、小断層群は大きく2つに分けられる。初期の逆断層と後期の正ないし水平ずれ断層である。前者は層理面がまだ水平であった時、地層がまだ充分固結していない条件下で形成されたもので、断層によって、地層の不規則な薄化や厚化、引きずりなどが生じた。各々の地点では、この初期の逆断層群よりもさらに以前に形成されたと考えられる正断層が認められる。これは、スランプ性の褶曲や礫岩の形成と関係がある。この正断層直下には、崖くずれ堆積物や地入り堆積物が見られる場合がある。これらの最初期の正断層群は、三浦層群の堆積が継続していた期間内に形成されたものであると考えることができる。

さて、細脈状構造は一連の逆断層には例外なく切られており(第2図)、より初期の正断層には切られている場合と、その断層の面で止められている場合とがある(第21図版-3)。後者の場合は、細脈状構造形成時には、すでにその正断層が形成されており、その面で細脈状構造形成のための歪エネルギーが解放されてしまったために、断裂面を横切ってはもはや脈の形成が進まなかったものと考えられる。この時期の正断層面には、しばしば細脈状構造の面と見かけ上類似する物質がたまっている。よって、細脈状構造はこのような正断層群の形成期間とほぼ同時期に形成されたものと考えられる。それは、三浦層群堆積中でかつ堆積面にごく接近する浅所での形成と考えられる。

B. 成 因

上記のように、この細脈状構造は、次のような特徴

を持っている。

1) 上下のシルト岩、細粒砂岩より細粒物質に富み、より均質な部分に選択的に発達している。また脈自身にもより細粒物質を含んでいる。

2) 脈は薄い板(またはシート)状であるが、分岐や合流が普通に見られる。脈の幅は、中央部で最も広く、両端部で細くなる。同一地点では、一定方向に規則的に配列する。脈の方向は必ずしも層理面と直交するとは限られなが、一般に高角で交わる。

3) 脈の面に沿ってわずかにずれを伴うことがある。脈はその周辺の最初期の正断層と同時に形成されたと考えて矛盾しない方向をとる。

4) 脈は初期の逆断層には必ず切られているが、最初期の正断層には、切られたり、その部分で止められていたりし、正断層群の発達中に形成されたと考えられる。

5) 脈の内部の粒子は、脈の伸びの方向に形状定向配列をとることが多い。

6) 周辺の粒子が流れ込むように脈に集まっているのが見えることがある。

7) 脈が雁行状に配列したり、すみ流し状に入っていたりすることがある。

以上のような脈の特徴を説明するために、次のような成因を考えることができる。

堆積時の正断層に伴うことが多く、層理にほぼ直交する同一方向の平行な配列をとることが多いことから、この脈は正断層形成条件、即ちほぼ鉛直方向に最大圧縮主応力軸が配置する場での、引張り割れ目の性質を強く持つ*。脈の中央部で幅が広いことも、このこと

*尚、まれに第3図に示すような、層理面にほぼ平行な脈状構造が見られることがあるが、正断層群の発達過程において、一時的に最大圧縮主応力軸がほぼ水平になったことがあったとして、これを説明できるかもしれない。

第 22 図 版 説 明

- 房総半島富山町南無谷小浜のすみ流し状の構造。層理面に平行なゾーンの中に発達している。
Flow type of "beard-like structure" at Kohama, Tomiyama Town, Boso Peninsula. It is developed within a zone parallel to the bedding plane.
- 三浦半島横須賀市千代ヶ崎の細脈状構造の顕微鏡写真。開放ニコル
Photomicrograph of the "beard-like veinlet structure" at Chiyogasaki, Yokosuka City, Miura Peninsula. Open nicol.
- 房総半島千倉町瀬戸元田瀬戸川河口の細脈状構造の顕微鏡写真。開放ニコル。
Photomicrograph of the "beard-like veinlet structure" at Seto, Chikura Town, Boso Peninsula. Open nicol.

を示している。また、分岐や合流が見られたり、わずかではあるがずれの成分を持つことから、一部では剪断割れ目の性質を持つ。剪断破壊の内部摩擦説では、摩擦係数が大きくなると、剪断面角は0に近づき、その状態では、剪断割れ目は引張り割れ目と同一となる。

さて、脈状構造の発達する三浦層群は、HOSHINO *et al.* (1972)、小出ほか (1971) に述べられているように、非常に強く圧密を受けたわけではなく、低封圧 (たかだか100ないし300気圧) しか経験していない。また、変形の様式や断層面の性質からは、初期の逆断層も最初期の正断層も、いわば半固結の状態で形成されたことが明らかである。空隙率の約30~40%という値は、地層がかなりの水を含んでいたことを意味する。しかし、続成過程において、細粒で均質の部分は、粘土鉱物や凝灰質の物質などによって、ある程度固結していて、他の粗粒や不均質の部分よりも比較的強度が大きくなっていてであろうと考えられる。そのためある程度の差応力を保持し得、破壊に際しては、脆性を示し得たであろう。圧密などの続成作用が続く中での正断層形成条件下* では、鉛直方向の引張り割れ目ないし低角の剪断面角を持つ剪断割れ目が形成されると考えられる。低封圧下及び低強度物質であるから、割れ目による歪は小さい。

このような割れ目の形成に伴って、割れ目部分は一時的かつ急激な応力低下を来とし、周辺の地層から、流動性をもつ細粒物質が流れ込むことが考えられる。脈の内部が細粒物質に富むことや、流れ込むような粒子の配列は、それを示している。剪断性の性質を持つ割れ目では、わずかではあるが、脈の内部や外壁の粒子間で引きずりが生じたであろう。それによって、粒子の脈方向の形状定向配列や、粒子間の dusty part が生じたものと思われる。これらの現象は、未ないし半固結堆積物の脱水過程を示すものと考えられる。

脈の配列は互いに平行で密である。その間隔は約2~3mm程度である。TURNER and WEISS (1963) は、密に配列した平行な破断面の集合を、また PRICE and HANCOCK (1972) は、地層の厚さの1/20以下または5cm以下の間隔をもって配列した破断面の集合を、破断劈開 (fracture cleavage) と定義した。三浦層群に見られる、このあごひげ状の細脈状構造は、破断劈開と呼ぶべきものであろう。

*この正断層の成因は明らかではないが、所々で比較的セパレーションの大きな、ほぼ東西方向の堆積時の正断層が見られることから、基盤ないしより下位の地層の変位に由来するすのと思われる。

類似の構造は、他にあまり報告がない。OGAWA (1977) は、神奈川県平塚市北東の寒川における第四紀層のボーリングコアの89.6mの深度の細粒凝灰質シルト岩中に、鉛直方向の暗色の破断面を見出し記載している。この面には鉛直方向のずれがみられる。また、岩松 (1979) によると、新潟県下の鮮新統の西山層の泥岩には、2~3mmの間隔の破断劈開がみられるという。勘米良亀齡教授の御教示によると、宮崎県都井岬付近の漸新統~中新統の日南層群中の砂岩及び徳島県沢谷付近の石炭~二畳系の沢谷層群中のチャートにも類似の構造がみられるという。

なお、すみ流し構造は、おそらく、含水率の大きな状態下での地震による急激なショックによって、堆積物が液状化 (Liquifaction) を起こし、チキソトロピックな挙動をとったため、細粒物質が堆積物中を浮遊流動して生じた構造と考えられる。先に述べた脈状構造中にも、流体の存在下で形成されたと考えられる組織が認められることから、この脈状構造の成因にも、PRICE and HANCOCK (1972) が述べているような、空隙流体圧が急激に高まったことによる液状化現象の影響があるかもしれない。

V. 結 語

本論では、三浦層群のシルト岩中に発達するあごひげ状の細脈状構造を記載し、その成因を堆積が引きつづき行われている間の準同時的な正断層形成時における破断劈開として議論した。この破断劈開は、細粒物質からなる、幅を持った脈として特徴づけられ、形成に伴って流状物質の応力低下部への流れ込みや、粒子間のずれに伴う細粒物質の集合や粒子の形状定向配列が行われたことが認められる。これは、脱水過程での一現象として生じたものである。堆積が行われている最中のこうした変形は、堆積構造と地質構造の中間的位置を占めるものであって、堆積テクニクスを論じる上で重要なものと考えられる。

文 献

- HOSHINO, K., KOIDE, H., INAMI, K., IWAMURA, S. and MITSUI, S. (1972): Mechanical properties of Japanese sedimentary rocks under high confining pressures. *Geol. Soc. Japan Rept.*, 244, 200p., pls. 23.
 岩松 暉 (1979): 岩石の劈開. 植村・水谷編「地球科学, 9, 地質構造の形成」, 岩波書店, 161-185.
 木村政昭 (1971): 南関東の地殻モデルに関する一考察. 地質ニュース, 204, 1-10.
 北村 信・高柳洋吉 (1977): 新第三紀地史編纂上の諸問題. 藤岡一男教授退官記念論文集, 193-222.
 小出 仁・星野一男・井波和夫・岩村茂男・三井 忍

- (1971) : 第三紀堆積岩の強度・延性度の年代・地域による差異について. 地質雑, 77, 327-334.
- 米谷盛寿郎(1972) : 南房総地域の西岬累層・千倉累層・豊房累層の浮遊性有孔虫. 岩井淳一記念論文集, 649-656.
- 三梨 昂(1974) : 南関東地区の構造発達史. 垣見・鈴木編, 南関東の地震と地殻変動, ラティス, 31-50.
- 新妻信明(1976) : 房総半島における古地磁気層位学. 地質雑, 82, 163-181.
- NIITSUMA, N. (1978) : Magnetic stratigraphy of the Japanese Neogene and the development of the island arcs of Japan. *Jour. Phys. Earth*, 26, Suppl. S. 367-378.
- OGAWA, Y. (1977) : Depth-depending development of fractures and foliations in the Quaternary boring cores in the Sagami Tectonic Basin, southwest of Tokyo. *Proc. Inst. Nat. Sci., Nihon Univ., Earth Sci.*, 12, 11-21.
- and HORIUCHI, K. (1978) : Two types of accretionary fold belt in central Japan. *Jour. Phys. Earth*, 26, Suppl., S.321-336.
- 小川勇二郎, 堀内一利(1979) : 三浦一房南地向斜のテクトニクス (I). 日本地質学会西日本支部会94例会演旨, 3-4.
- 於保幸正(1978) : 南部北上山地牡鹿半島におけるスレートへき開について. 日本地質学会85年学術大会講演要旨, p.406.
- PRICE, N. J. and HANCOCK, P. L. (1972) : Development of fracture cleavage and kindered structures. *24th I.G.C.*, [3], 584-592.
- TURNER, F. J. and WEISS, L. E. (1963) *Structural analysis of metamorphic tectonites.* 545 p., McGraw-Hill Book Co., N. Y.