

三浦層群における火砕鍵層の対比についての基礎的研究

卜部厚志*・赤坂正秀*・三梨 昂**

Study on the correlation of the pyroclastic key beds in the Miura Group, Kanto district, Japan

Atsushi URABE*, Masahide AKASAKA* and Takashi MITSUNASHI**

Abstract

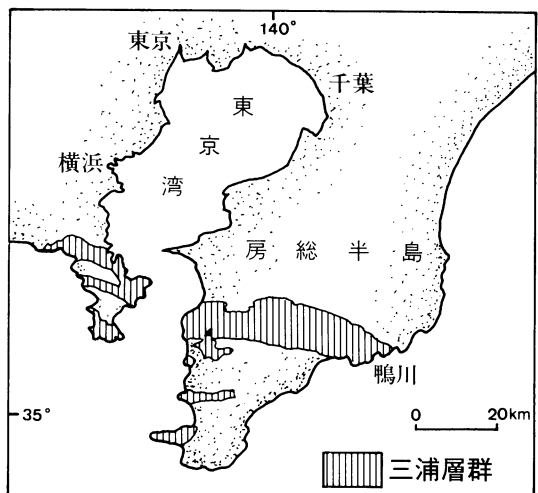
The Mio-Pliocene Miura Group distributed in the Miura and Boso Peninsula is composed of marine sediments such as silt, sands, gravels and tuff. The tuff beds are the most useful pyroclastic key beds for correlation. Most of pyroclastic key beds are correlated with the stratigraphical combination of the beds which are distinguished each other by the various characters. We investigated the typical pyroclastic key beds (So tuff, Ok tuff, Hk tuff) of the Miura Group, in terms of the following characters ; thickness, color, intralayer lithological succession, size distribution, mineral composition, heavy mineral composition, shape of glass and chemical composition of amphibole. The results show that the each bed of the Ok tuff is distinguished by the heavy mineral composition and the stratigraphical combination of each bed is useful for correlation of the Ok tuff. The Hk tuff and So tuff are characterized by the heavy mineral compositions which are abundant in amphibole. The characters of these pyroclastic key beds in the Miura Peninsula are the same as those in the Boso Peninsula. Thus the heavy mineral compositions of the pyroclastic key beds are useful for correlations in the extensive area.

はじめに

三浦・房総半島に広く分布する三浦層群(第1図)には、多くの凝灰岩層が挟在している。これらの凝灰岩層は、広範囲におよぶ同時性をもつことから、凝灰岩層の層序的組み合わせが鍵層として用いられ地質構造が解明されている。

三浦層群中で広域的に追跡された鍵層は、So・Ok・Hkである。三梨・矢崎(1958)は、鍵層Ok・Hkについて、構成する単層を肉眼の特徴によって区分し、その組み合わせにより対比を行った。村井(1962)は、凝灰岩(鍵層Hk)の粒度組成や鉱物組成が広域的に均一であることを示した。堀内・斎藤(1982)は、

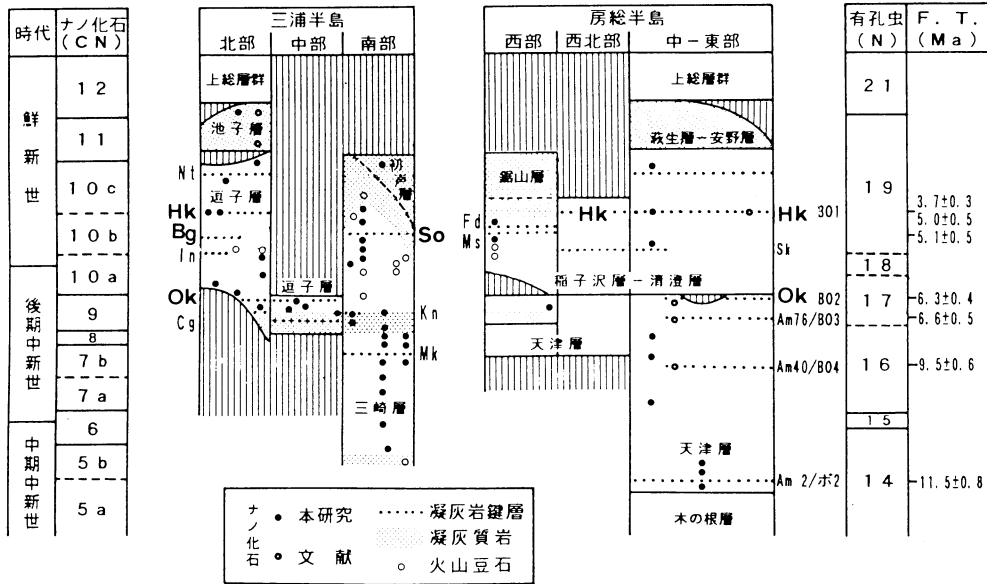
三浦半島南部の鍵層 So を含む凝灰岩層の対比のために重鉱物組成を検討した。平田ほか(1984)は、鍵層



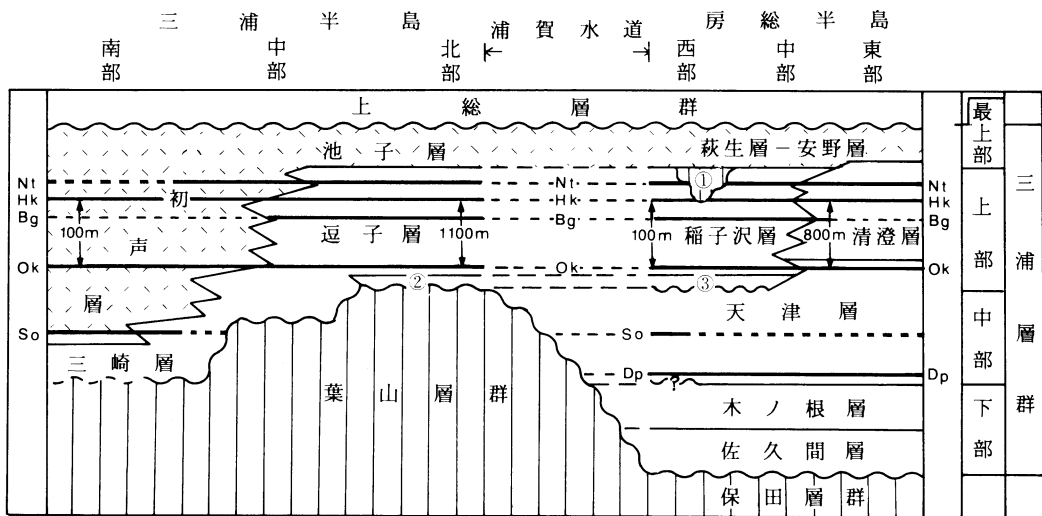
第1図 位置図

* 島根大学理学部地質学教室：Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University, 1060, Nishikawatsu, Matsue 690, Japan.

** 元島根大学理学部地質学教室.



第2図 三浦層群の層序 (蟹江・笹原, 1990)



第3図 三浦層群の層序 (三梨ほか, 1979に一部加筆).

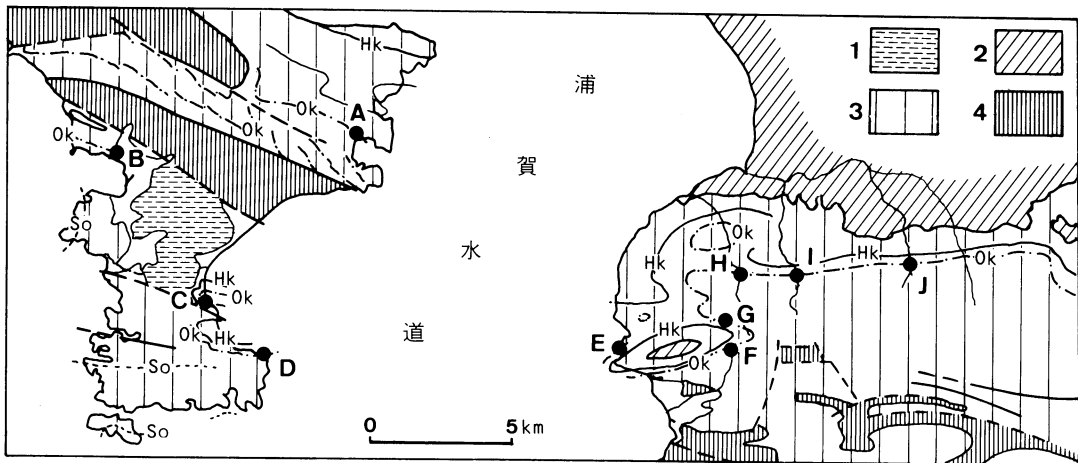
①: 白狐チャネル, ②: 田越川礫岩層, ③: 千畑礫岩層, 矢印は鍵層間の層厚を示す. 房総半島での鍵層 So は南西部のみに対比される.

Hk について岩石学的研究を行い, 三梨ほか (1979) による対比を支持する結果を得た. 堀内・谷口 (1985) は, 堀内・斎藤 (1982) が報告した地域の各凝灰岩層について輝石の化学組成による検討を行い, 輝石の組成が対比に有効であることを示した.

一方, 蟹江・笹原 (1988) は, 笹原・蟹江 (1987) による重鉍物組成分析の結果から, 鍵層 Ok・Hk・So の対比を行った. 蟹江・笹原 (1990) は, これに基

づいて, ナノ化石の国際分帯との対比や鍵層の K-Ar 法による絶対年代 (岡田ほか, 1990) の検討を行い, 三浦層群の層序の一部改訂 (三浦半島南部・房総半島西部) を提案した (第2図). しかし, その層序では, 鍵層 So は鍵層 Ok の上位である鍵層 Bg (鍵層 Hk の約100m下位) と対比されており, 三梨・矢崎 (1968) による層序関係 (第3図) と異なる.

著者らは, 三梨・矢崎 (1958) による鍵層 Ok の対



第4図 鍵層 Ok の採集地点

凡例, A: 久里浜, B: 佐島, C: 菊名, D: 金田, E: 金谷 (不動岩), F: 奥山川, G: 上白狐, H: 下白狐, I: 相川, J: 稲子沢; 1: 相模・下総層群, 2: 上総層群, 3: 三浦層群, 4: 葉山・保田層群

比が、凝灰岩層の組み合わせによって行われているのに対し、蟹江・笹原 (1988, 1990) は鍵層 Ok を単層の組み合わせとして扱っていないことから矛盾が生じたと考える。

本研究では、鍵層中の単層の重鉱物組成・火山ガラスの形態・構成鉱物の化学組成等の特徴を明らかにし、単層の組み合わせを重視した対比を行った。

なお、鍵層 Ok の対比についての研究の一部はト部ほか (1990) によって報告されているが、本研究ではこれを含めてさらに検討を加えた。

本研究では、島根大学の三宅康幸博士、高須 晃博士から、構成鉱物について御教示を頂いた。地質調査所の小玉喜三郎博士には、試料採集について御教示をうけ、対比について御討論を頂いた。東京農業大学の猪俣道也博士には、鍵層 Hk・So の構成鉱物について資料を頂いた。信州大学の山口佳昭博士には、角閃石の化学組成について御討論頂いた。元島根大学の橋尾宣弘、根岸 悟、佐目元昭、山田将史の各氏には試料の採集について御協力を得た。

また、本学大学院の松本一郎氏には、御討論を頂いた。EPMA 分析に際し本学農学部の古野 毅博士、上原 徹氏にお世話になった。これらの方々 に記して感謝の意を表します。

各鍵層の層序関係

三浦・房総半島の三浦層群の地質構造については、三梨・矢崎 (1968), 三梨ほか (1979), 小玉ほか

(1980), 中嶋ほか (1981), ト部ほか (1990) などによって明らかにされているため詳細は省略し、三浦層群中の代表的な鍵層である Ok・Hk・So の層序関係について述べる。

地質構造と鍵層を基準にした対比から決定された三浦・房総半島の三浦層群の層序を第3図に示す (三梨・矢崎, 1968; 三梨ほか, 1979, 1990)。このうち、鍵層 Ok-Hk 間の層厚変化は、三梨・矢崎 (1968) やト部ほか (1990) により明らかにされている。鍵層 So は、三浦層群中部に挟み三浦半島南部に分布する。また、房総半島南西部においても対比がなされている (三梨, 1990)。これらの鍵層の層序関係は、下位より So, Ok, Hk である。

試 料

A. 採 集

鍵層 Ok・Hk・So の試料採集のために、これらの鍵層を詳細に追跡することによってその層序と地質構造が解明されている地質図を用いた (三梨・矢崎, 1968; 三梨ほか, 1979; 小玉ほか, 1980; 中嶋ほか, 1981; ト部ほか, 1990)。試料採集した鍵層については柱状図を作成するのみでなく、その上下の全層準の柱状図 (1/100) を作成し対比にもちいた。

鍵層 Ok の模式地である三浦半島中部大楠山では、模式的な試料採集が現在困難なため、上下の層序関係が明瞭である房総半島西部富津市の志駒川河床 (稲子沢泥岩層の模式地) (J) において採集した試料を模式と

した(第4図)。また房総半島では、中西部の富津市南方を中心に金谷(E), 奥山川(F), 上白狐(G), 下白狐(H), 相川(I)で試料採集を行った。三浦半島での試料採集は、岩相変化と対比の有効性の関係を検討するため、久里浜(A), 佐島(B), 菊名(C), 金田(D)(第4図)の4地点で行った。

鍵層 Hk については、すでに広域的な追跡と重鉱物組成・構成鉱物の化学組成などのさまざまな研究がなされている(平田ほか, 1984など)。本研究では、三浦・房総半島における岩相変化と対比の有効性の関係について検討するために必要な地点(菊名(K), 金田(L), 稲子沢(N), 香木原(O), 勝浦(P))での採集にとどめた(第6図)。

鍵層 So についても重鉱物組成や構成鉱物の化学組成などが研究されている(堀内・斎藤, 1982; 堀内・谷口, 1985; 笹原・蟹江, 1987など)。本研究では、火山ガラスの形態について検討するため、模式的な地点荒崎(Q), 諸磯(R), 城ヶ崎(S)で試料採集した(第7図)。

B. 処理・方法

凝灰岩層の鉱物組成を検討するためには、採集したサンプルを乾燥させそのまま樹脂で固化して薄片をつくり観察する方法と、サンプルを水洗いして篩によって粒度をそろえてからプレパラートにして観察する方法がある。本研究では、岩相変化と対比の有効性の関係を検討する目的から、岩相が異なる地点から採集した試料の鉱物組成を検討する必要がある。このため、前者の方法では、周囲の岩相による粒度変化が構成鉱物比に影響を与えるので、後者の方法をとった。

鉱物組成：各サンプルをほぐしてわがけし、60 #, 120 #, 250 #の篩を用いて篩別をおこなった。篩別した試料を乾燥させ、プレパラートを作成した。偏光顕微鏡下で1000粒以上の粒子を観察し、長石(F)・火山ガラス(Gl)・単斜輝石(Cpx)・斜方輝石(Opx)・角閃石(Amp)・ジルコン(Zr)・その他(ot)に区分した。その際、重鉱物が200粒以上の場合は、各重鉱物数の%をそのまま重鉱物組成としたが、200粒以下の場合は、重鉱物を分離して各重鉱物の割合(%)を求めた。なお、鉄鉱物は堆積時の2次の混入の可能性があるためその他(ot)に区分し重鉱物としては扱っていない。

火山ガラスの形態：火山ガラスは、鉱物組成を測定した試料について200粒以上観察した。

火山ガラスの形態は、基本的にはマグマの発泡の程

度・泡の大小を反映し、したがって火山灰を供給したマグマの性質や火山の活動様式を反映すると考えられている。ここで用いた偏平型・中間型・多孔質型の区分(第2, 4表)は、吉川(1976)が泡の大小を表現するために用いたもので、偏平型→多孔質型と泡が小さくなると考えられている。

偏平型火山ガラス：透明で平滑なガラス。平板上で突起のないもの(HA)と曲線状の突起があるもの(HB)に区分した(図版1)。

多孔質型火山ガラス：細かな気泡を多く含み非常に密に突起のあるもの。細かな気泡が非常に密にあり不規則な形のもの(TA)と繊維状にのびたもの(TB)に区分した(図版2)。

中間型火山ガラス：偏平型と多孔質型の火山ガラスの中間的な性質を持つ。多孔質型ほど細かな気泡をもたず曲線状の突起がたくさんあるもの(CA)と直線状の突起があるもの(CB)に区分した(図版3)。

特殊型火山ガラス(本研究)：平滑であるが内部に直線的にのびた透明鉱物があるもの(TO)。淡紫色～赤紫色。後述する鍵層 Ok を構成する OkSCO 層に多くみられる(図版4)。

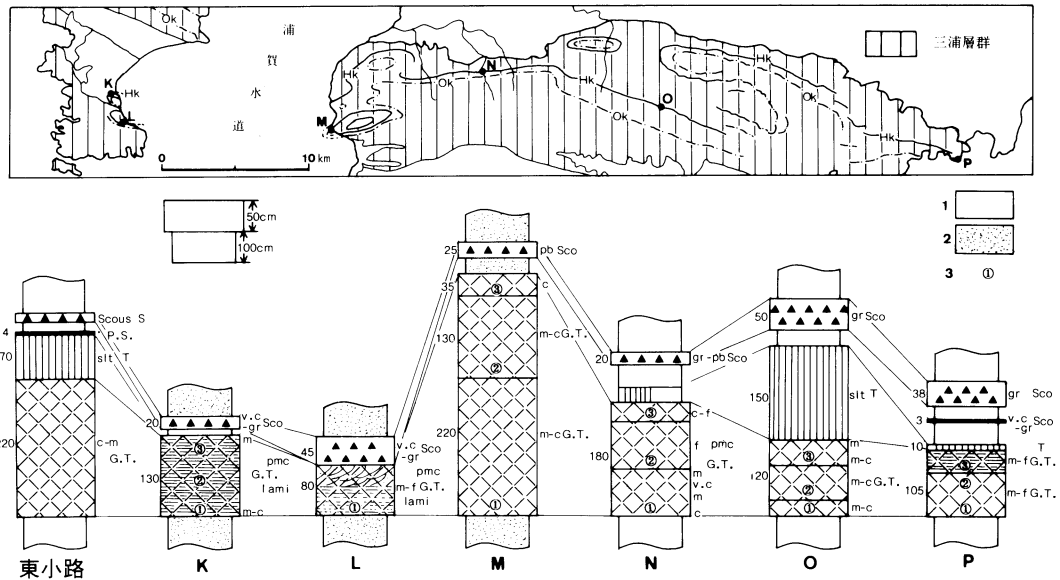
各鍵層の記載

鍵層として用いている凝灰岩層は一般に細かく、火砕物の分類では volcanic ash の区分に属する。しかし、鍵層を詳細に記載するために、碎屑岩の粒度分類を用いて以下の記載を行っている。鍵層としている凝灰岩層は、粒度・構成鉱物・有色鉱物の大きさおよび量・堆積構造(フレーム構造, 級化の有無等)などの肉眼的特徴で区分できる。

Ok：本鍵層は、三梨・矢崎(1958)により三浦～房総半島において対比された。模式地は三浦半島中部の大桶山である。本層は数枚のゴマシオ状凝灰岩*と1枚のスコリア軽石凝灰岩**との層序の組み合わせにより定義される。このうち基本的な対比に有効なのは、4枚のゴマシオ状凝灰岩と1枚のスコリア軽石凝灰岩である。本研究では第5図の柱状図のように、各単層を下位より Ok1, Ok2, Ok3, OkSCO, Ok4 とする。

* ゴマシオ状凝灰岩は、みかけがゴマシオに似ているのでこう呼ばれている。ここで、ゴマシオ状凝灰岩としているのは、白色の pumiceous sand grained tuff (バミス・石英・長石・ガラスなど)と mafic mineral (角閃石・輝石など)の混ざったものである。

** 火砕物の分類上でのスコリアは、4mm以上の大きさをもち多孔質で塩基性の成分をもつものとされている。ここではこれより小さい1mm～4mmまでの粒度のものもスコリア凝灰岩と呼び、それ以下のものをスコリア質砂岩としている。また、スコリアと軽石がまざったものをスコリア軽石凝灰岩としている。



第6図 鍵層 Hk の採集地点とその柱状図

凡例, K: 菊名, L: 金田, M: 金谷, N: 稲子沢, O: 香木原, P: 勝浦; 1: 泥岩, 2: 細～中粒砂岩, 3: 試料採集位置

Ok1: 厚さ20～40cm中～粗粒ゴマシオ状凝灰岩。上部では漸移的に粗粒のパミスが多くなる。中粒の有色鉱物が多い。

Ok2: 厚さ20～40cmの中～粗粒ゴマシオ状凝灰岩。中粒の有色鉱物が多い。

Ok3: 厚さ10～20cmの中～粗粒ゴマシオ状凝灰岩。粗粒の有色鉱物が多い。

Ok sco: 厚さ5cm程度の粗～極粗粒スコリア軽石凝灰岩。下部は粗粒のスコリアが多く。上部は粗粒のパミスが多いが、やや漸移的である。

Ok4: 厚さ10～30cmの粗粒ゴマシオ状凝灰岩。ほかの単層と比較すると有色鉱物が多く。粗粒な角閃石が多く含まれる。

岩相によって各単層の層厚が変化するが、その特徴は変化しない。ただし、三浦半島南部の金田(D)では、周囲の岩相がクロスラミナを示す粗粒砂岩であり、鍵層を構成するゴマシオ状凝灰岩も堆積時の混入の影響をうけている。したがって、各単層が鍵層 Ok のどれに対比できるかは、肉眼的特徴からは判定できない*。

Hk: 本鍵層は、三梨・矢崎(1958)によって三浦・房

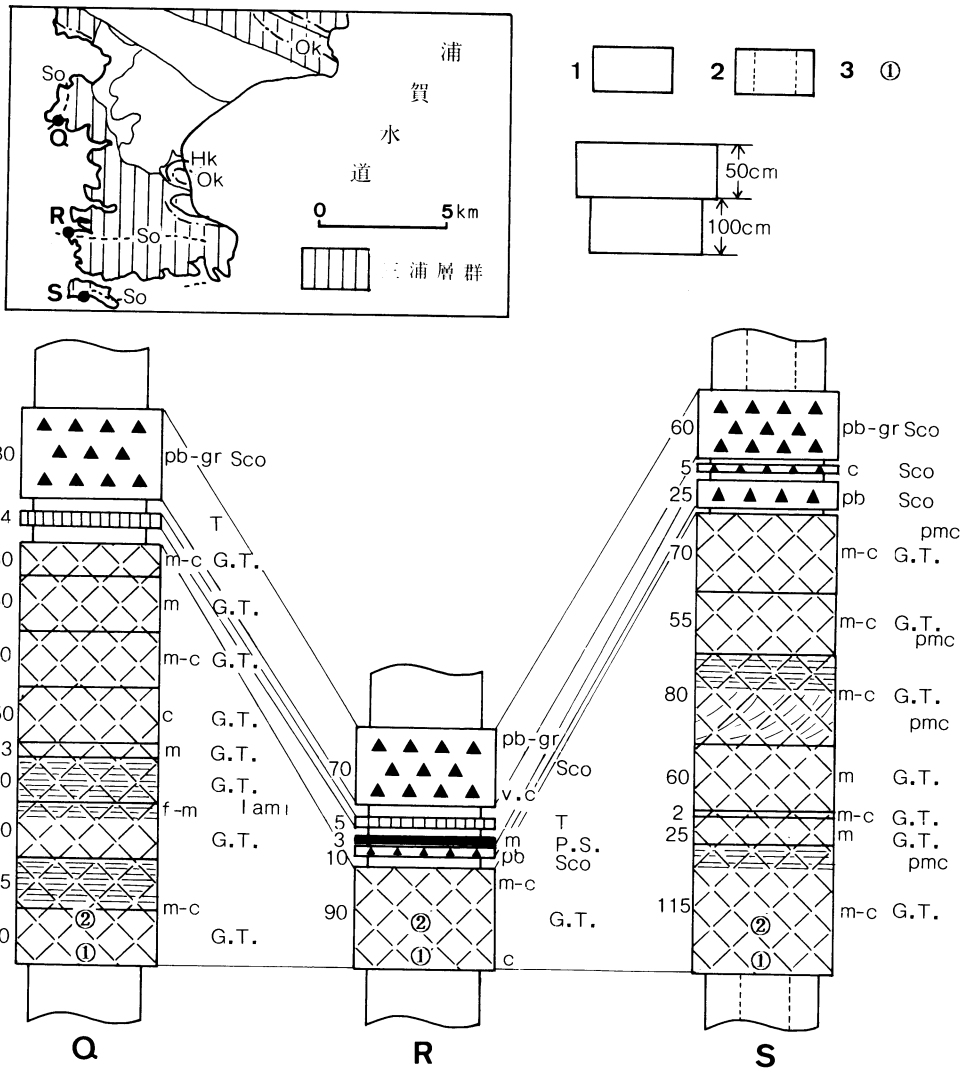
総半島において対比され、三梨・矢崎(1968)、三梨ほか(1979)により広域的に追跡されている。模式的には、三浦半島の返子市(東小路)である。厚さ100～200cmの中粒ゴマシオ状凝灰岩と細礫スコリア凝灰岩よりなる(第6図)。これらの間にシルト粒凝灰岩ないしは凝灰質泥岩が挟在することが多い。ゴマシオ状凝灰岩は、泥岩の薄層により3パートに区分できる。本研究では、下位より Hk1, Hk2, Hk3 とした。

Hk1, 2: 中～粗粒ゴマシオ状凝灰岩。有色鉱物は中～粗粒の角閃石が多い。

Hk3: 中～粗粒ゴマシオ状凝灰岩。Hk1, 2と比較してややパミスが多く、全体的に平行ラミナが発達する場合が多い。

So: 本鍵層は、三梨・矢崎(1968)、小玉ほか(1980)により、三浦半島南部で広域的に追跡された。模式的な地点の柱状図(荒崎・諸磯・城ヶ島)を第7図に示す。厚さ100～300cmの中～粗粒ゴマシオ状凝灰岩と細礫スコリア凝灰岩よりなる。ゴマシオ状凝灰岩は、いくつかのパートに区分できる。上部では、細礫のスコリアが散在し、上方ほどパミスが多くなる傾向がある。ただし、クロスラミナや平行ラミナが発達しており、堆積時の混入が考えられるため、下部のラミナが

* 第5図で示めされている金田(D)における鍵層 Ok の対比は、後に述べる重鉱物組成などを総合的に検討した結果である。



第7図 鍵層 So の採集地点とその柱状図

凡例, Q: 荒崎, R: 諸磯, S: 城ヶ島; 1: 泥岩, 2: 泥質砂岩, 3: 試料採集位置

発達しない部分を So1, So2 として記載する。

So1, 2: 中～粗粒ゴマシオ状凝灰岩。有色鉱物は粗粒の角閃石が多い。

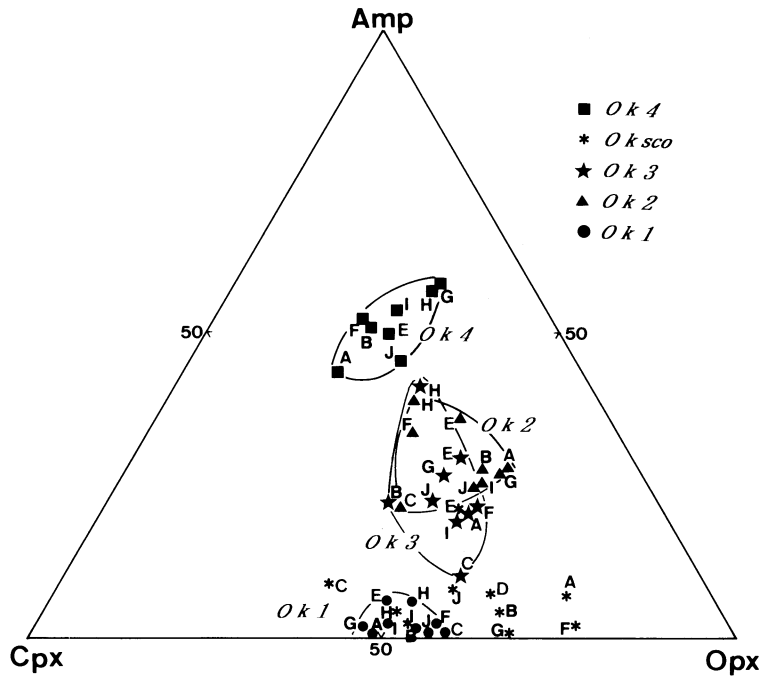
鉱物組成と火山ガラスの形態

各鍵層の鉱物組成および火山ガラスの形態を以下に述べる。

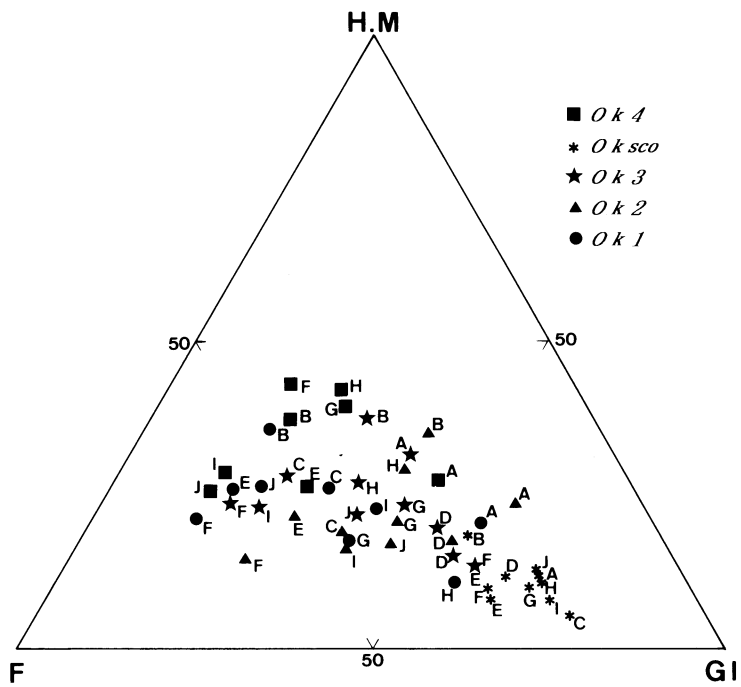
Ok: 重鉱物組成 (Amp, Opx, Cpx)

各地点における鍵層 Ok の単層ごとの鉱物組成の重鉱物組成分析の結果を第1表に示す。また、単層ごと (Ok1, Ok2, Ok3, Ok4) の重鉱物組成 (Amp,

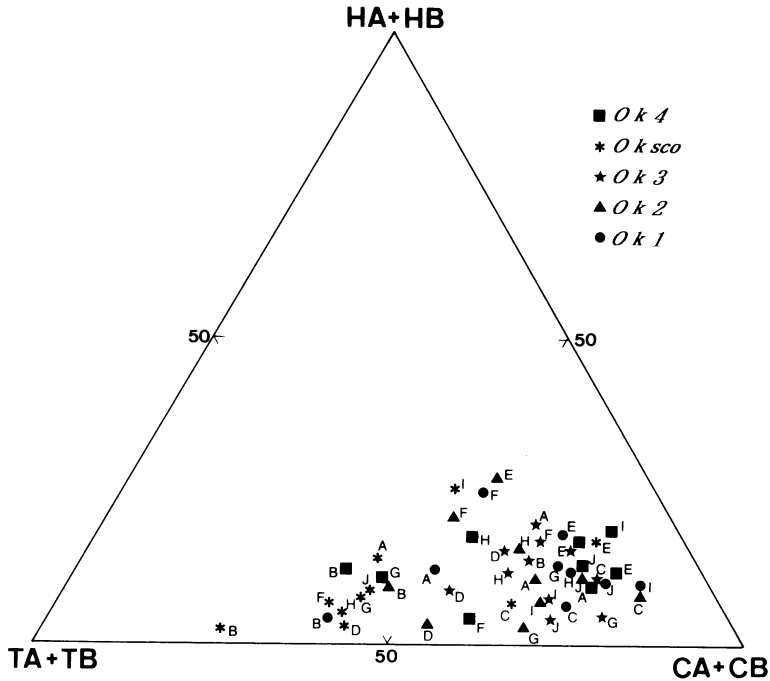
Opx, Cpx) を第8図に示す。ただし、この図では、肉眼の特徴によって区分できた単層の重鉱物組成をプロットし、金田(D)のもを除外してある。鍵層 Ok を構成する各単層 (Ok1～Ok4) の重鉱物組成比は、Ok2 と Ok3 の領域が大きく重なっているものの、全体としては特徴的な領域を占める。したがって、重鉱物組成比により Ok1, Ok2, Ok4 あるいは Ok1, Ok3, Ok4 を区別することが可能である。また、Ok2 あるいは Ok3 に相当する単層の区分についても、単層間の層序関係がわかっているならば重鉱物組成比により判定することが可能である。なお、構成鉱物比 (長石(F), 重



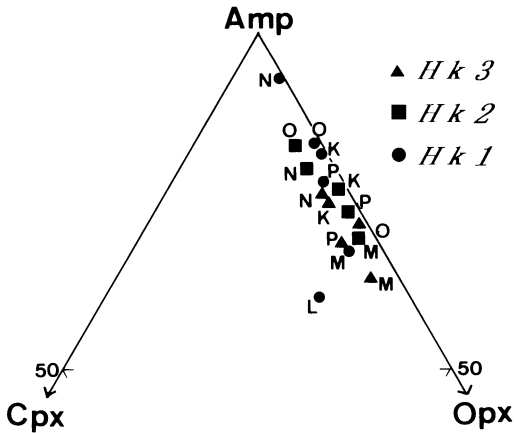
第 8 図 鍵層 Ok の重鉱物組成 (角閃石・斜方輝石・単斜輝石) のダイアグラム
 図中の A~J は, 第 4 図に同じ



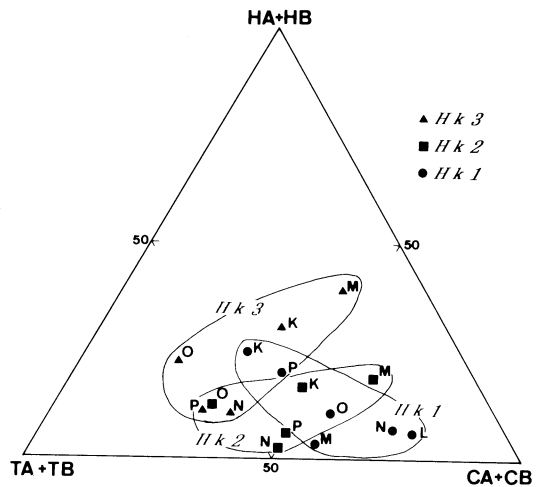
第 9 図 鍵層 Ok の鉱物組成 (ガラス・長石・重鉱物) のダイアグラム



第10図 鍵層 Ok のガラスの形態（偏平型・中間型・多孔質型）のダイアグラム



第11図 鍵層 Hk の重鉱物組成（角閃石・斜方輝石・単斜輝石）のダイアグラム
図中のK～Pは、第6図に同じ



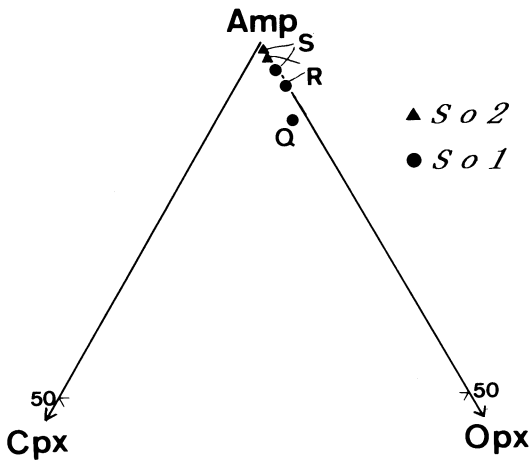
第12図 鍵層 Hk のガラスの形態（偏平型・中間型・多孔質型）のダイアグラム

鉱物 (H.M), ガラス (Gl) (第9図) では, Ok sco がガラス質な傾向がみられるが, Ok 1~Ok 4 の各ゴマシオ状凝灰岩層を単層ごとに区分することはできない。ガラスの形態: 各単層ごとの火山ガラス形態 (偏平型 (HA+HB), 中間型 (CA+CB), 多孔質型 (TA+TB)) の割合を第2表と第10図に示す。各地点におけるそれぞれの単層のうちゴマシオ状凝灰岩では, 偏平

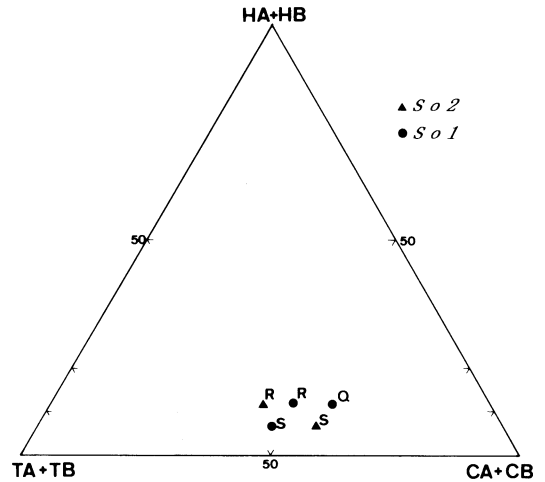
型が少ない傾向がみられるが, 全体的に中間型が多く単層ごとに区分して対比にもちいることは困難である。ただし, Ok sco 層は, 赤紫色を呈した特殊型の火山ガラスを含むことが特徴である (第2表)。

Hk: 重鉱物組成 (Amp, Opx, Cpx)

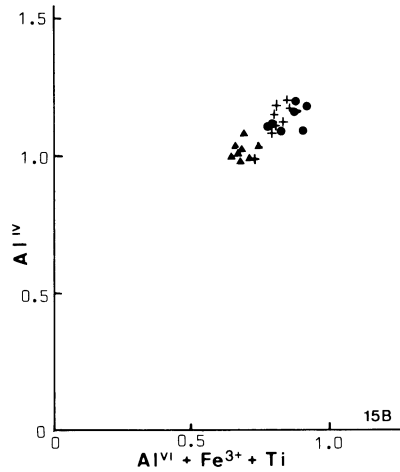
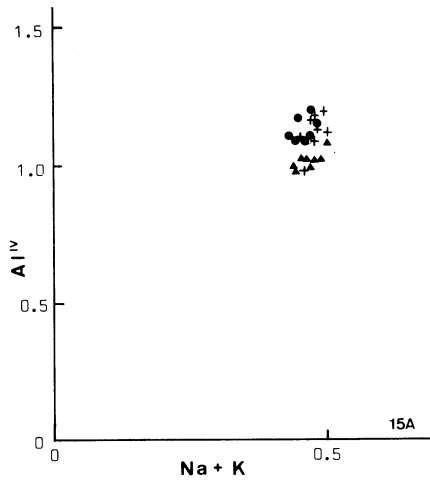
各地点における鍵層 Hk の鉱物組成を第3表に, ま



第13図 鍵層 So 重鉱物組成 (角閃石・斜方輝石・単斜輝石) のダイアグラム
 図中のQ~Rは、第6図に同じ



第14図 鍵層 So のガラスの形態 (偏平型・中間型・多孔質型) のダイアグラム



第15図 鍵層 Ok (Ok4) の角閃石の化学組成
 15 : $Al^{IV}-Na+K$, 15B : $Al^{IV}-Al^{VI}+Fe^{3+}+2Ti$, + : 金谷(E), ● : 相川(I), ▲ : 稲子沢 (J)

た、重鉱物組成を第11図にしめす。各層の重鉱物組成は、角閃石の割合が高いことを特徴とする。また、各地点ごとに Ok1~Ok3 を比較すると、上部になるほど含まれる角閃石の割合が低くなる。

ガラスの形態：各地点における鍵層 Hk の火山ガラスの形態 (偏平型, 中間型, 多孔質型) を第4表および第12図にしめす。おおむね偏平型が少なく、Hk1~Hk3 の順に中間型が減少していく傾向がみられる。

So : 重鉱物組成 (Amp, Opx, Cpx)

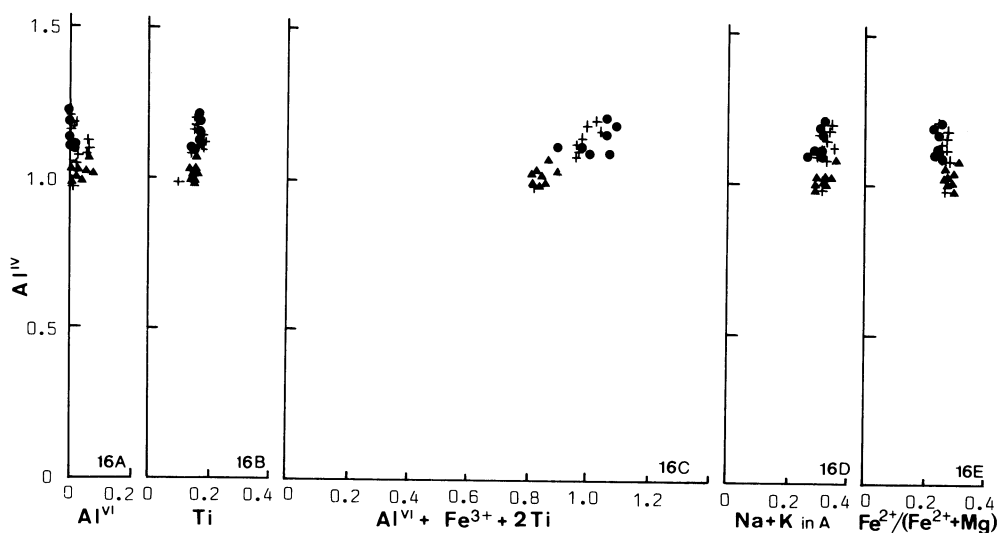
模式的な地点における鍵層 So の鉱物組成を第3表

に、また、重鉱物組成を第13図にしめす。採集地点が少ないが模式的な地点での重鉱物組成は、角閃石が非常に多いことで一致している。

ガラスの形態：鍵層 So の火山ガラスの形態 (第4表, 第14図) は偏平型が少なく、So1 および So2 とほぼ同一の傾向がみられる。

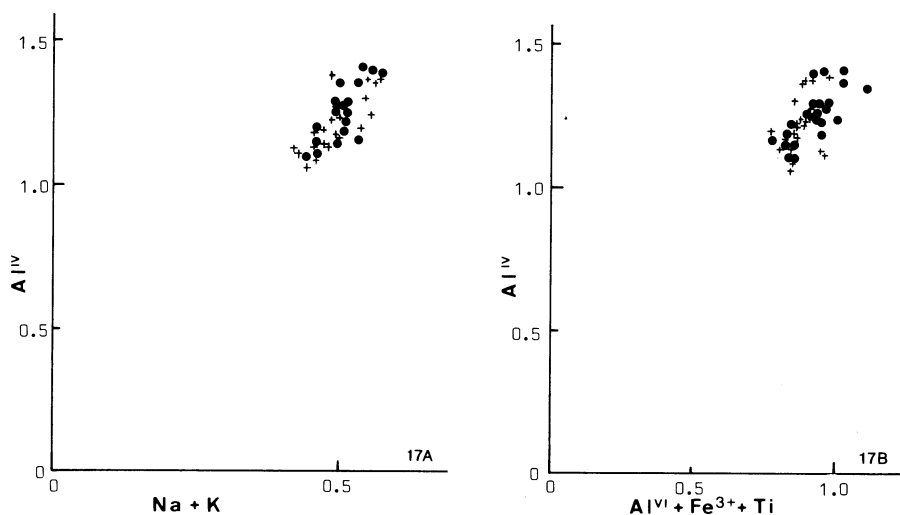
構成鉱物の化学分析

鍵層を構成する各単層を重鉱物組成によって検討するためには、構成鉱物の化学組成を確かめておく必



第16図 鍵層 Ok (ok4) の角閃石の化学組成

16A : Al^{IV}-Al^{VI}, 16B : Al^{IV}-Ti, 16C : Al^{IV}-Al^{VI}+Fe³⁺+2Ti, 16D : Al^{IV}-Na+K in A site, 16E : Al^{IV}-Fe²⁺/
(Fe²⁺+Mg), + : 金谷(E), ● : 相川(I), ▲ : 稲子沢(J)



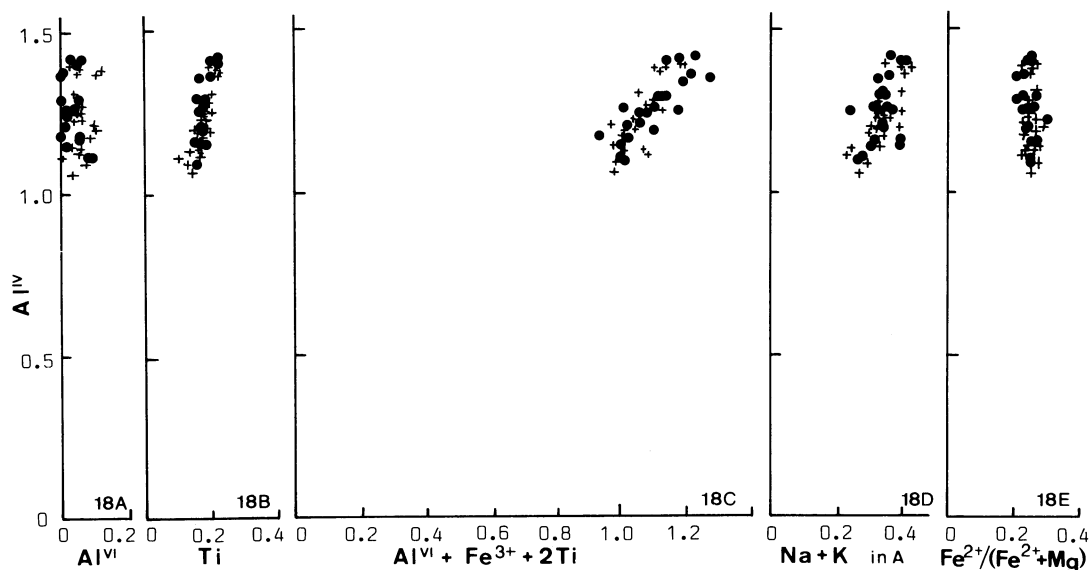
第17図 鍵層 So の角閃石の化学組成

17A : Al^{IV}-Na+K, 17B : Al^{IV}-Al^{VI}+Fe³⁺+2Ti, ● : 諸磯(R), + : 城ヶ島(S)

要がある。鍵層 Ok の各単層の重鉱物組成は角閃石の量比に特徴がみられるため、本研究では、予察的に金谷(E)・相川(I)・稲子沢(J)の Ok4 層に含まれる角閃石の化学組成を検討した。また、鍵層 So でも、重鉱物のほとんどが角閃石であるためその化学組成を検討した。

角閃石の分析には、島根大学の JXA733 型 X線マイ

クロアナライザーを用いた。分析条件は、加速電圧 15KV, 試料電流 0.02μA (標準試料スピネル上) である。補正計算は、赤坂・山口 (1988) による補正計算プログラムを用い、Bence & Albee 法 (BENCE and ALBEE, 1968) でおこなった。Fe²⁺ と Fe³⁺ の見積もりは STOUT (1972) の方法を用いて行った。また、角閃石の分類は、I. M. A. (1978) の分類法に基づいた



第18図 鍵層 So の角閃石の化学組成

IV 18A : Al^{IV}-Al^{VI}, 18B : Al^{IV}-Ti, 18C : Al^{IV}-Al^{VI}+Fe³⁺+2Ti, 18D : Al^{IV}-Na+K in site, 18E : Al^{IV}-Fe²⁺/(Fe²⁺+Mg), ●諸磯(R), + : 城ヶ島(S)

Rock (1987) のプログラムを用いて行った。これらの分析結果の一部を第5, 6表にしめす。

Ok4 : 金谷・相川・稲子沢の3地点における鍵層 Okのうちそれぞれの Ok4 層に含まれる角閃石は、すべて Magnesio-Hornblende である。また、これらの化学組成を Al^{IV}-(Na+K) 図および Al^{IV}-(Al^{VI}+Fe³⁺+Ti) 図(第15図)で比較すると、相川の角閃石と稲子沢の角閃石は若干組成が異なるが、いずれも金谷のもの組成領域におさまり、次に述べる鍵層 So の角閃石の組成領域と比べても、全体としては比較的よく収束している。組成変化と陽イオン置換の関係をより明確にするために、Al^{IV} と Al^{VI}, Ti, Al^{IV} + Fe³⁺ + 2Ti, Na+K in A site, Fe²⁺/(Fe²⁺+Mg) の関係(KAWAKATSU and YAMAGUCHI, 1987)を第16図に示した。Al^{IV} と Al^{VI} + Fe³⁺ + 2Ti は相関を示すが、Al^{IV} および Ti の変化が小さいことから、Al^{IV} の変化は主に Fe³⁺ に依存していることがわかる。

So : 諸磯、城ヶ島における鍵層 So に含まれる角閃石は、Magnesio-Hornblende であり、それらの化学組成領域は、ほぼ同一である(第17図)。また、陽イオン置換の関係は鍵層 Ok (Ok4) の場合と同様で、化学組成の変動は主に Fe³⁺ とそれに対応する Al^{VI} の変化による(第18図)。

鍵層 So に含まれる角閃石の Al^{IV} は、鍵層 Ok

(Ok4) に含まれる角閃石のものより多い傾向がある。これも鍵層 So の角閃石の Fe³⁺ が Ok4 のものより多いことを反映している。

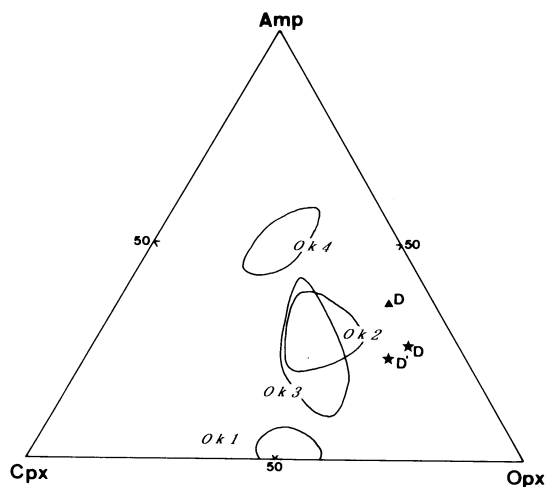
各鍵層の対比と検討

Ok : 三梨・矢崎 (1958) は、鍵層 Ok を構成する各単層の肉眼的特徴と層序の組み合わせによって鍵層 Ok の対比を行っている。これに基づき各地点において柱状図を作成し、各単層の肉眼的特徴とその層序の組み合わせを検討した結果、各地点において三梨・矢崎 (1958) の対比の正当性を確認した(第5図)。

重鉱物組成の分析結果より各単層は異なる重鉱物量比をもつことが明らかとなったので、鍵層 Ok を“異なる重鉱物組成比をもつ単層の組み合わせ”としてとらえることができる。また、ゴマシオ状凝灰岩に挟まれたスコリア軽石凝灰岩は、赤紫色を呈した火山ガラスを含むことを特徴としており(第2表)、鍵層 Ok の対比に際して有効な要素の1つと考えられる。

このような鍵層 Ok の特徴から、三浦半島南部において対比が比較的困難であった菊名(C)、および金田(D)(第5, 6図)の鍵層 Ok の対比が可能となる。

菊名(C)で Ok と同定された鍵層は、Ok1 ~ Ok3 および OkSCO の肉眼的特徴をしめす単層含む。OkSCO 層は火山ガラスの色からも確認できる。Ok1 ~ Ok3



第19図 金田(D)の Ok4 より下位の単層に関する重鉱物組成ダイアグラム ▲印のものは★印のものより下位

の重鉱物組成も他の地域のものと同様の特徴を示す。しかし、層序的に Ok4 に相当するゴマシオ状凝灰岩は、重鉱物組成が $\text{Opx} : \text{Cpx} : \text{Amp} = 58.0 : 42.0 : 0$ で角閃石が含まれず、このことからより上位の Ok5 ~ Ok7 ($\text{Opx} : \text{Cpx} : \text{Amp} = 54 \sim 64 : 35 \sim 45 : 0$) に対比される可能性が大きい。したがって本研究では、菊名(C)での鍵層 Ok は Ok4 が欠如したものとして第5図に示してある。後述するように、鍵層 Ok の上位の凝灰岩層が鍵層 Hk に対比されることから、本地域は Ok-Hk 層準として対比される。

さきに述べたように、金田(D)で鍵層 Ok と同定された鍵層は、周囲の粗粒砂岩がクロスラミナを示すことから、鍵層を構成するゴマシオ状凝灰岩も堆積時の混入の影響を受けていると考えられる。本鍵層は粗粒なパミスが多く重鉱物が少ない傾向を示し、単層の肉眼的特徴づけが困難である。しかし、火山ガラスの色から、Ok4 が決定される。また、Ok4 の下位で層序的に区分される2枚の単層の重鉱物組成を他の地域のものとは比べると、単斜輝石が10%程度少ないが、Ok2 および Ok3 の領域に近い(第19図)。したがって、より下位の単層を Ok2 に、より上位の単層を Ok3 に対比できる。このようにして決定した Ok2, Ok3, Ok4 とその層序的組み合わせによって、本地域の鍵層を鍵層 Ok に対比することが可能である。

蟹江・笹原(1988)は、房総半島西部地域(本研究の E~G 地点)(第4図)の鍵層 Ok・Hk について重鉱物等の比較から他の地域の鍵層 Ok・Hk と異なる

と指摘している。そこで本研究では、ト部ほか(1990)による地質図をもとに、蟹江・笹原(1988)が対比を疑問視している地域の各地点(E~G)において、三梨・矢崎(1958)による組み合わせに基づいた対比をおこない、さらに重鉱物組成・ガラスの形態・Ok4 層に含まれる角閃石の化学組成についての検討をおこなった。その結果、この地域の鍵層 Ok は、鍵層 Ok としての特徴(重鉱物組成・ガラスの色)をすべてみたしており、さらに、金谷(E)の鍵層 Ok は、やや粗粒で各単層が一体となっているがこのうち角閃石は、相川(I)、稲子沢(J)における鍵層 Ok の Ok4 層に含まれる角閃石とほぼ同一の化学組成をもっている(第15, 16図)ことが明らかになった。これらからこの地域の鍵層 Ok は、他の地域と同様に鍵層 Ok として対比できることを確認した。さらに、稲子沢泥岩層の模式ルート(志駒川)にそって作成した稲子沢泥岩層全層準の1/50実測柱状図でも、鍵層 Ok の特徴をもつ組み合わせが他に出現しない*ことから鍵層 Ok を単層の組み合わせとして扱うことの正当性が確認できる。

また、後述するようにこの地域では、上位100~150 mにある凝灰岩が鍵層 Hk として対比され追跡されることから、Ok-Hk 層準として一連の対比が可能である。したがって、蟹江・笹原(1988, 1990)の結果は、鍵層 Ok の同定に問題があるものと考えられる。Hk: 鍵層 Hk は、三梨・矢崎(1958)により三浦・房総半島において対比され、三梨・矢崎(1968)、三梨ほか(1979)により詳細に追跡されている。さらに平田ほか(1984)により構成鉱物の量比、EPMA分析による各鉱物の検討がなされ三浦・房総半島における対比が確認されている。このため本研究では重鉱物組成による鍵層 Hk の広域的な対比の有効性を検討した。

菊名(K)の鍵層 Hk は、平行ラミナが発達しておりパミスの割合が多いが、重鉱物組成は他地域の鍵層 Hk と一致している。

金田(L)の鍵層 Hk は、粗粒砂岩中に挟在しているため、層序的な組み合わせは他の地域と一致するが、堆積時の影響を強く受けているため、粗粒なパミスが多く重鉱物がきわめて少ない。また、重鉱物組成は、他の鍵層 Hk と比較すると角閃石の割合が少ない。すでに述べたように下部(Hk1)から、ラミナ構造を示す

* 鍵層 Ok の上位5~30mに類似した組み合わせをもつものがあるが、各単層の肉眼的特徴と重鉱物組成が異なる。“鍵層 Om”として追跡可能。

上部(Hk3)になるほど角閃石の割合が減少する傾向がある。このことから、堆積時の影響により、含まれる角閃石の割合が減少していることが示唆される。ゆえに、金田(L)における鍵層Hkの角閃石の割合が少ない原因は、堆積時の影響を強く受けたためと考えられる。

金谷(M)については、各層の重鉱物組成が一致することから、鍵層Hkとして対比できるが、層厚が厚くなっている。

その他の地点では、多少の層厚変化はあるが層序的組み合わせと重鉱物組成の検討によって対比が可能である。

菊名(K)から約50km離れた勝浦(P)までは、ガラスの形態には、多少のばらつきがみられる(第12図)が重鉱物組成はほとんど変化していない。

よって鍵層Hkについて各地点の層序的組み合わせによる対比(第6図)と重鉱物組成(第11図)から三浦半島から房総半島東岸までの対比が可能である。

So:三梨・矢崎(1968)や小玉ほか(1980)によって三浦半島南部において詳細に追跡され、その後多くの研究(堀内・谷口, 1985; 笹原・蟹江, 1987など)により、重鉱物組成・構成鉱物の化学分析がおこなわれ対比されることが確認されている。本研究では、柱状図を用いてゴマシオ状凝灰岩とスコリア凝灰岩の組み合わせによる対比をおこない、重鉱物組成・角閃石の化学組成・火山ガラスの形態を検討した。その結果はすでに述べたとおりで、これらから各地点の鍵層Soは、同一のものとして対比できることを確認した。

ま と め

三浦・房総半島における上総層群・三浦層群をはじめとした地域には、多くの凝灰岩層が存在し、鍵層として追跡され層序の組み立てのほか地質構造とその発展過程を解明する1つの手段とされている。しかし、その数の多さゆえに対比に際しては、さまざまな特徴をもつ単層の層序的組み合わせにより対比されてきた。しかし、これまでの鍵層としての凝灰岩層の研究では、この組み合わせを重視した検討と鉱物学的手段による検討がなされていない。今回、三浦層群の代表的な鍵層Ok・Hk・Soについて柱状図による対比・重鉱物組成・ガラスの形態による検討をおこない構成鉱物の一部について化学分析を行った。その結果、三梨・矢崎(1958)が肉眼的特徴によって区分した各単層は、重鉱物組成によっても特徴づけられること、凝

灰岩層を多産する三浦・房総半島地域ではそれらの単層の組み合わせによる対比が有効であることが確認された。また、それぞれの鍵層について三梨・矢崎(1958, 1968)および三梨ほか(1979)による対比を支持する結論を得た。これにより、蟹江・笹原(1990)による提案は不適當である。

鍵層の重鉱物組成は、偽層した場合を除き岩相による影響を受けにくく広域的な変化が少ないことから対比に有効な要素であると考えられる。特に鍵層Okについては構成する各単層が肉眼的特徴によって対比できない場合でも重鉱物組成の検討によって対比が可能となる。実際の野外における鍵層Okの同定に際しては、各単層の肉眼的特徴とOk4の鉱物組成の特徴(粗粒の角閃石を多く含み、肉眼で識別できること)が有効な指標となる。今後、鍵層によって決定された層序に基づいて、岩相や層厚の変化する地域での堆積環境を復元し、堆積盆地の形成過程を検討する必要がある。

文 献

- 赤坂正秀・山口佳昭, 1988: EPMA オフライン定量補正計算プログラムの改良。島根大学地質学研究所報告, 7, 85-90.
- BENCE, A. E. and ALBEE, A. L., 1968: Empirical correction factors for the electron microanalysis of silicates and oxides. *Jour. Geol.*, 76, 382-403.
- 平田大二・相原延光・猪俣道也, 1984: 三浦層群中の鍵層の構成鉱物。日本地質学会第91年学術大会講演要旨, 137.
- 堀内一利・斎藤京子, 1982: 三浦半島南部, 三浦層群における凝灰岩鍵層の重鉱物組成。日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, 17, 47-58.
- ・谷口英嗣, 1985: 三浦半島南部, 三浦層群の凝灰岩鍵層の対比に関する基礎的研究。日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, 20, 11-31.
- I MA, 1978: Nomenclature of amphiboles. *Am. Min.*, 63, 1023-1052; *Can. Min. and Min. Mag.*, 42, 533-563.
- 蟹江康光・笹原由紀, 1988: 凝灰岩鍵層による三浦層群の対比—三浦・房総両半島地域—。日本地質学会第95年学術大会講演要旨, 50.
- ・———, 1990: 三浦半島と房総半島中部の三浦層群の層序。日本地質学会第97年討論会講演要旨, 19-20.

- KAWAKATSU, K. and YAMAGUCHI, Y., 1987 : Successive Zoning of amphiboles during progressive oxidation in the Daito-Yokota granitic complex, San-in belt, southwest Japan. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 51, 535-540.
- 小玉喜三郎・岡 重文・三梨 昂, 1980 : 三崎地域の地質. 地域地質研究方向, (5万分の1図幅), 地質調査所, 38 p.
- 三梨 昂, 1990 : 関東堆積盆南部のシンセディメンタリー・テクトニクス. 地質学論集, 34, 1-9.
- ・奈須紀幸・楡井 久ほか, 1976, 1979 : 東京湾とその周辺地域の地質. 特殊地質図 (20), 地質説明書, 地質調査所.
- ・矢崎清貫, 1958 : 火砕鍵層による房総・三浦両半島の新生代層の対比 (第1報). 石油技誌, 23, 16-22.
- ・———, 1968 : 日本油田・ガス田図6, 三浦半島 (1 : 25,000). 地質調査所.
- 村井 勇, 1962 : 凝灰岩層の粒度組成と鉱物組成の均一性について. 地震研究所彙報, 40, 333-355.
- 中嶋輝允・牧本 博・平山次郎・徳橋秀一, 1981 : 鴨川地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 107 p.
- 岡田尚武・斎藤和男・金子 満, 1990 : 三浦層群の石灰質ナノプランクトンと凝灰岩鍵層のK-Ar年代. 日本地質学会第97年討論会講演要旨, 23-24.
- ROCK, N. M. S., 1987 : A FORTRAN program for tabulating and naming amphibole analyses according to the International Mineralogical Association scheme. *Mineral. Petrol.*, 37, 79-88.
- 笹原由紀・蟹江康光, 1987 : 新第三系三浦層群に挟在する凝灰岩鍵層の鉱物組成. 横須賀市博物館報告 (自然科学), 34, 29-37.
- STOUT, J. H., 1972 : Phase petrology and mineral chemistry of coexisting amphiboles from Telemark, Norway. *J. Petrol.*, 13, 99-145.
- ト部厚志・佐目元昭・秋山晋二・椿 和弘・山内靖喜・三梨 昂, 1990 : 房総半島半島中部西岸・浦賀水道地域の第三系の地質構造. 地質学論集, 34, 31-44.
- 吉川周作, 1976 : 大阪層群の火山灰層について. 地質雑, 82, 497-515.

第1表 鍵層 Ok の鉱物組成

採集地点	鍵層	F	Gl	H.M	ot.	Opx	Cpx	Amp	Zr
A 久里浜	Ok4	26.3	45.4	26.9	1.4	33.0	19.5	40.4	7.1
	Ok3	28.6	39.5	31.2	0.7	49.6	28.0	19.6	2.9
	Ok2	18.3	58.5	22.9	0.3	49.2	17.7	25.4	7.7
	Ok1	24.4	54.8	19.7	1.1	46.2	50.6	1.2	2.0
	Ok4	42.7	19.3	36.9	1.1	20.7	23.8	46.0	9.6
B 佐 島	Ok3	31.4	30.1	37.3	1.2	35.0	34.0	19.3	11.8
	Ok2	24.4	40.0	34.7	0.9	43.5	20.0	25.1	11.5
	Ok1	44.4	16.6	34.2	4.8	47.8	40.3	2.0	10.0
	Ok5	39.8	19.2	39.9	1.1	49.7	36.0	0.0	14.6
	Ok3	47.9	23.3	27.9	0.9	53.2	32.0	6.5	8.3
C 菊 名	Ok2	43.8	35.5	18.7	2.0	42.7	40.0	9.2	8.1
	Ok1	41.6	28.7	24.8	4.9	51.7	35.6	1.1	11.7
	Ok4	24.9	63.9	10.7	0.5	71.9	44.4	1.3	2.0
	Okb	28.3	62.2	9.1	0.4	45.6	44.4	0.0	10.0
	Okc	29.1	56.5	14.1	0.3	60.8	22.8	9.5	7.0
D 金 田	Okd	34.7	51.9	12.9	0.5	70.5	18.9	1.6	9.0
	Ok3a	30.9	49.0	19.5	0.6	60.3	10.9	25.9	2.9
	Ok3b	30.9	53.0	15.4	0.7	56.7	16.4	21.1	5.8
	Ok2	29.8	51.8	17.1	1.3	51.3	8.8	34.7	4.7
	Ok4	45.2	27.6	25.9	1.1	23.7	21.9	45.2	9.3
E 金 谷	Ok3	28.5	57.8	13.3	0.4	45.0	23.8	27.8	3.3
	Ok2	49.4	27.5	21.3	1.8	39.6	19.8	34.1	6.5
	Ok1	56.3	16.7	26.4	0.6	39.3	39.3	5.2	16.6
	Ok0	24.8	62.0	12.4	0.8	51.6	32.8	4.1	11.5
	Ok4	37.9	15.9	41.0	5.2	24.2	19.0	47.7	9.0
F 奥山川	Ok3	57.3	18.0	23.0	1.7	49.4	25.1	21.0	4.5
	Ok2	60.7	24.8	14.2	0.3	34.4	27.0	31.3	7.4
	Ok1	63.3	14.0	21.1	1.6	49.3	36.4	2.2	12.0
	Ok4	33.4	26.0	39.5	1.1	27.2	13.5	55.0	4.3
	Ok3	33.9	41.8	23.0	1.3	42.6	25.8	25.4	6.1
G 上白狐	Ok2	34.3	42.3	22.0	1.4	50.4	19.1	5.9	3.8
	Ok1	42.0	36.0	17.2	4.8	41.1	45.8	2.2	10.9
	Ok4	32.7	24.3	42.4	0.6	28.1	13.8	55.7	2.4
	Ok3	37.7	33.9	27.3	1.1	32.8	22.6	39.4	5.2
	Ok2	31.2	39.7	28.6	0.5	33.0	24.8	37.4	4.8
H 下白狐	Ok1	33.1	55.9	10.7	0.3	45.5	38.5	5.6	10.5
	Ok4	56.1	14.6	28.4	0.9	23.9	20.3	51.1	4.6
	Ok3	53.8	21.8	23.6	0.8	47.7	28.2	18.3	5.6
	Ok2	45.2	37.8	16.1	0.9	45.0	21.1	21.1	12.9
	Ok1	37.7	38.2	22.9	1.2	47.2	45.2	2.4	5.2
I 相 川	Ok4	42.3	26.7	26.6	4.4	47.5	39.6	0.0	12.8
	Ok6	55.7	15.7	24.6	4.6	51.3	38.4	0.0	10.3
	Ok5	47.5	30.0	20.2	2.3	54.1	30.3	0.0	15.7
	Ok4	59.6	14.3	25.9	0.2	31.9	21.8	41.3	4.9
	Ok3	40.9	36.4	21.8	0.9	46.4	29.2	22.5	1.9
J 稲子沢	Ok2	38.7	43.7	16.9	0.7	46.7	27.3	22.4	3.6
	Ok1	50.4	20.7	24.6	4.3	52.8	40.4	1.3	5.5

第2表 鍵層 Ok のガラスの形態

cl : 無色, br : うす茶色, wine : 赤紫色 (ワイン色)

採集地点	鍵層	HA	HB	CA	CB	TA	TB	TO	color
A 久里浜	Ok4	1.4	9.4	52.4	21.2	6.1	9.4	0	cl
	Ok3	4.0	15.4	46.6	14.6	12.1	7.3	7.5	cl;ot,wine
	Ok2	3.0	7.9	44.4	10.6	6.6	27.5	0	cl
	Ok1	3.7	8.6	45.3	4.9	23.9	13.6	0	cl
	Ok3	4.0	15.4	46.6	14.6	12.1	7.3	7.5	cl;ot,wine
B 佐島	Ok4	4.2	8.1	25.1	12.4	44.4	5.8	0	cl
	Ok3	4.6	9.1	44.8	16.8	12.2	11.3	17.5	cl-br;ot,wine
	Ok2	5.2	4.1	29.4	15.6	14.1	31.6	1.2	cl
	Ok1	2.3	1.9	25.8	13.6	43.7	12.7	0	cl
	Ok3	4.6	9.1	44.8	16.8	12.2	11.3	17.5	cl-br;ot,wine
C 菊名	Ok5	0	3.1	53.7	25.3	14.4	3.5	0	cl
	Ok3	2.3	8.8	53.4	20.6	6.9	8.0	14.5	cl;ot,wine
	Ok2	0	7.8	70.3	16.4	5.6	0	0	cl
	Ok1	1.6	4.9	54.3	18.0	9.8	11.4	0	cl
	Ok3	2.3	8.8	53.4	20.6	6.9	8.0	14.5	cl;ot,wine
D 金田	Ok4	1.9	10.9	39.3	23.7	16.3	7.8	0	cl
	Ok3	1.4	11.9	39.4	16.2	23.8	7.2	0	cl
	Ok2	2.1	10.1	39.2	14.3	23.2	11.0	0	cl
	Ok1	0.9	14.5	41.2	22.6	19.9	0.9	0	cl
	Ok3a	3.1	5.6	35.6	18.1	13.6	23.7	5.2	br;ot,wine
	Ok3b	6.0	10.0	41.2	16.8	8.8	17.2	0	cl
	Ok2	0	3.2	30.9	23.2	12.2	30.5	0	cl
	Ok3	0.8	14.7	58.0	9.8	7.8	9.0	0	cl
E 金谷	Ok4	0.8	10.5	60.3	16.5	10.1	1.7	0	cl
	Ok3	0.8	14.7	58.0	9.8	7.8	9.0	1.1	cl;ot,wine
	Ok2	5.6	21.9	39.5	11.6	10.2	11.2	0	cl
	Ok1	1.8	16.4	58.0	7.1	13.7	3.1	0	cl
	Ok0	0.9	14.5	41.2	22.6	19.9	0.9	0	cl
F 奥山川	Ok4	0.5	4.2	47.4	11.5	32.8	2.1	1.6	cl;cl-br
	Ok3	1.0	16.2	52.3	10.2	15.2	5.1	21.6	br-cl;ot,wine
	Ok2	3.9	17.2	37.9	10.5	12.5	18.0	0	cl
	Ok1	1.9	23.1	45.4	5.4	21.2	3.1	0	cl
	Ok3	1.0	16.2	52.3	10.2	15.2	5.1	21.6	br-cl;ot,wine
G 上白狐	Ok4	4.0	7.6	34.1	18.8	24.2	11.2	0	cl
	Ok3	0.9	4.0	47.1	30.2	21.1	11.7	19.3	cl-br;ot,wine
	Ok2	0	2.7	46.2	21.1	17.0	13.0	0	cl
	Ok1	7.7	5.3	40.6	16.4	28.5	1.4	0	cl
	Ok3	0.9	4.0	47.1	30.2	21.1	11.7	19.3	cl-br;ot,wine
H 下白狐	Ok4	11.1	6.8	37.0	15.7	16.6	12.8	0	cl
	Ok3	5.2	6.8	44.4	16.0	15.6	12.0	18.1	cl-br;ot,wine
	Ok2	3.9	11.8	30.7	29.4	12.3	11.8	0	cl
	Ok1	0.9	11.2	53.0	16.8	14.7	3.4	0	cl
	Ok3	5.2	6.8	44.4	16.0	15.6	12.0	18.1	cl-br;ot,wine
I 相川	Ok4	2.7	16.7	59.3	12.2	4.1	5.0	0	cl-br
	Ok3	0	7.2	60.8	7.7	16.0	8.2	26.3	br-cl;ot,wine
	Ok2	0	7.3	59.1	8.5	6.1	19.0	0	cl
	Ok1	0	9.8	70.3	10.2	9.4	0.4	0	cl
	Ok3	0	7.2	60.8	7.7	16.0	8.2	26.3	br-cl;ot,wine
J 稲子沢	Ok7	0.9	8.2	58.8	4.7	20.6	9.0	0	cl
	Ok6	9.8	22.8	37.7	12.6	17.2	0	0	cl
	Ok5	1.5	11.2	40.1	17.6	22.5	7.1	0	cl
	Ok4	0	12.6	52.4	18.2	15.6	1.3	0	cl
	Ok3	0	4.2	54.4	16.3	23.3	1.9	21.1	br-cl;ot,wine
	Ok2	0	11.3	56.1	15.5	12.1	5.0	0	cl
	Ok1	0.4	10.5	58.8	15.8	12.7	1.8	0	cl
	Ok3	0	4.2	54.4	16.3	23.3	1.9	21.1	br-cl;ot,wine

第3表 鍵層 Hk・So の鉱物組成

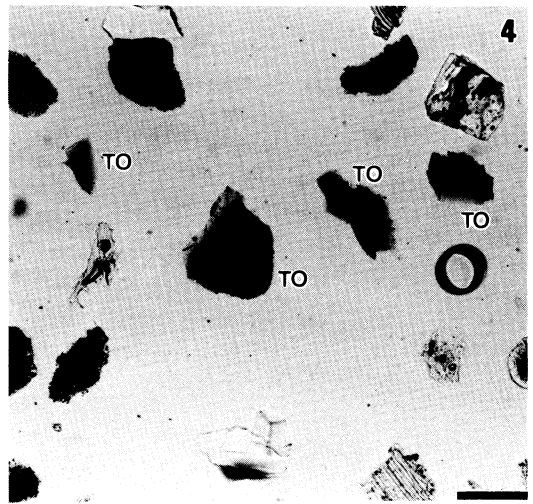
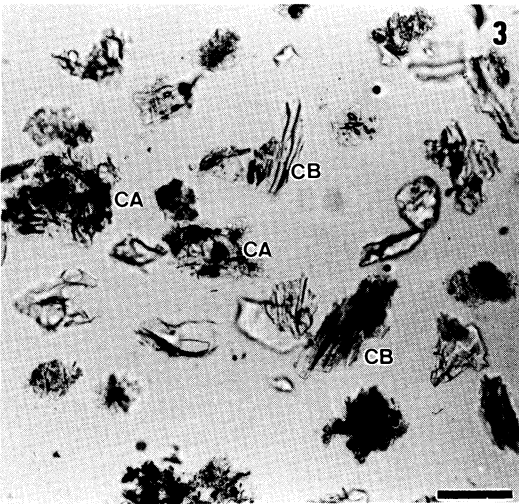
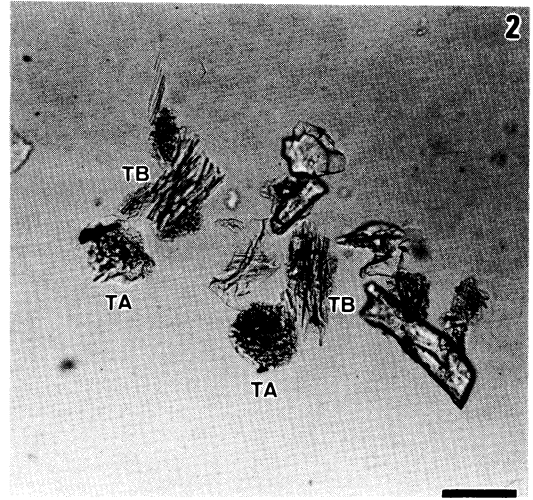
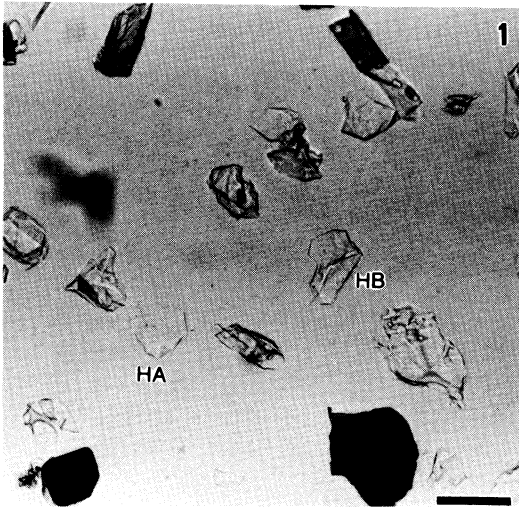
採集地点	鍵層	F	Gl	H.M	other	Opx	Cpx	Amp	Zr
K 菊名	Hk3	37.9	41.2	19.7	1.2	21.0	3.3	72.9	2.8
	Hk2	35.4	43.8	6.3	1.1	21.3	1.4	76.0	1.4
	Hk1	32.2	43.7	6.1	0.8	16.9	0.4	81.8	0.8
L 金田	Hk1	13.3	82.7	3.6	0.4	25.5	10.1	55.4	9.0
M 金谷	Hk3	44.2	22.3	31.7	1.8	32.3	3.4	63.0	1.3
	Hk2	44.7	32.1	22.4	0.8	27.9	1.7	69.4	1.3
	Hk1	39.5	37.4	22.7	0.5	27.2	3.5	67.1	2.2
N 稲子沢	Hk3	29.1	58.0	12.5	0.5	18.8	4.3	69.6	3.6
	Hk2	29.5	52.4	17.9	0.3	15.5	3.3	76.8	4.4
	Hk1	54.1	26.4	18.4	1.7	5.8	0.5	92.6	1.1
O 香木原	Hk3	34.4	45.0	18.2	2.5	25.0	1.5	67.6	5.9
	Hk2	34.0	49.2	14.6	2.2	13.3	1.8	79.6	7.3
	Hk1	38.8	44.5	16.3	0.4	14.3	1.1	79.4	5.1
P 勝浦	Hk3	35.7	32.0	30.4	1.9	25.0	4.7	66.5	3.8
	Hk2	34.6	38.8	25.6	0.9	24.0	1.5	72.4	2.2
	Hk1	30.0	53.7	15.5	0.7	19.5	3.1	76.1	1.3
Q 荒崎	So1	34.8	26.2	37.3	0.8	9.1	1.3	89.2	0.2
R 諸磯	So2	45.4	24.6	28.7	1.4	5.8	0	89.4	4.5
	So1	55.8	24.0	19.1	1.9	4.0	0	91.4	4.6
S 城ヶ島	So2	55.1	24.0	19.1	1.9	3.6	0	96.3	3.1
	So1	51.0	33.0	15.1	0.9	1.8	0	92.2	6.0

第4表 鍵層 Hk・So のガラスの形態

cl : 無色, br : うす茶色

採集地点	鍵層	HA	HB	CA	CB	TA	TB	T0	color
K 菊名	Hk3	9.1	21.9	29.7	6.5	15.9	17.4	0	cl
	Hk2	6.8	10.2	36.8	9.4	15.8	21.1	0	cl
	Hk1	9.8	14.9	20.9	11.1	19.9	23.4	0	cl
L 金田	Hk1	0	6.5	58.9	16.3	9.8	8.5	0	cl-br
M 金谷	Hk3	17.4	22.5	30.8	13.0	8.3	7.9	0	cl
	Hk2	5.7	13.5	39.3	21.4	14.8	5.2	0	cl
	Hk1	0.3	3.5	35.5	21.3	17.8	21.6	0	cl
N 稲子沢	Hk3	3.9	7.0	31.6	4.4	42.5	10.5	0	cl-br
	Hk2	0.9	2.3	29.0	20.6	37.4	4.8	0	cl-br
	Hk1	1.6	5.7	43.3	18.4	18.0	13.1	0	cl-br
O 香木原	Hk3	5.5	17.1	15.1	4.5	36.7	21.1	0	cl
	Hk2	3.1	9.8	21.7	9.8	29.9	25.6	0	cl
	Hk1	2.4	8.7	41.7	14.6	13.8	18.9	0	cl
P 勝浦	Hk3	2.9	8.4	20.4	10.2	33.6	24.5	0	cl
	Hk2	1.0	4.8	33.0	16.7	24.5	20.1	0	cl-br
	Hk1	5.8	14.0	30.0	12.3	16.7	21.2	0	cl
Q 荒崎	So1	3.8	8.2	34.0	22.6	7.2	24.2	0	cl
R 諸磯	So2	0.7	6.5	47.8	7.6	1.7	19.9	0	cl
	So1	3.4	8.4	39.5	8.8	17.2	22.6	0	cl
S 城ヶ島	So2	3.3	8.6	37.7	5.3	30.7	14.3	0	cl
	So1	1.3	9.0	39.2	20.8	8.2	19.2	0	cl

第1図版



1：扁平型ガラス，2：多孔質型ガラス，3：中間型ガラス，4：特殊型ガラス，Scale bar：0.1mm