

島根半島の中新世泥質岩の堆積鉱物相

石黒靖彦*・島田昱郎**

Sedimentary mineral facies of the Miocene argillaceous rocks
in the Shimane Peninsula, Southwest Japan

Yasuhiko ISHIGURO and Ikuro SHIMADA

まえがき

泥質堆積岩中には種々の碎屑鉱物、粘土鉱物および自生鉱物など、さまざまな鉱物が含まれている。これらの鉱物組成は供給源 (provenance)、堆積環境、続成作用などの要因によって異ってくる。したがって、これらの鉱物組成の組合せによる堆積鉱物相は、後背地の地殻変動、火成活動などの地質学的な背景を反映し、地層の対比や堆積環境を考察する上で、有効な資料になり得るものとして注目される。

このような堆積鉱物学的研究の分野で、わが国で地層の堆積鉱物層序をはじめて研究したのは工藤 (1960) で、山形県新第三系の最上層群について試みた。その後、堆積鉱物層序は主として石油地質学的な面に利用され、わが国の油田地域の白亜系、第三系堆積岩層の粘土鉱物の研究 (樹下, 1962; 青柳, 1967; AOYAGI, 1968-a, 1968-b, 青柳・風間, 1975) に、また、関東地方の新第三系 (青柳, 1974)、九州天草地域の泥質岩 (三木, 1978) でも検討されている。

山陰グリーンタフ地域において、この種の研究資料は島根半島地区と本土側地区の新第三系堆積岩について、続成的変質鉱物の報告 (三浦, 1969, 1973) が、わずかにあるだけである。筆者らの1人石黒は島根大学理学専攻科論研究 (地質学専攻) として、島根半島の中新世泥質岩について堆積鉱物学的に検討した (石黒, 1985)。本稿では、島根半島中新世の成相寺層、牛切層、古江層の泥質岩の鉱物相の記載に主点を置き、若干の考察といくつかの問題点を報告する。なお、比較のために本土側地区からの若干の泥質岩試料についても検討したので、その知見もあわせて述べる。

地質概略

山陰グリーンタフ地域の地質区は、多井 (1957) により、隠岐群島亜区、島根半島亜区、本土側亜区に区分され、島根半島側に対して本土側の呼称は、山陰地域新生代の地質区分として定着している。

島根半島には中新統の地層がよく発達し、島根半島標準層序の下位から古浦層、成相寺層、牛切層、古江層、松江層の各層が広く分布している。島根半島中新統の層序については、富田・酒井 (1938) の調査研究に始まり、その後、多井 (1952)、西山ほか (1962)、加藤 (1969)、北島根地域広域調査 (通産省, 1967)、三浦 (1969, 1973)、山内ほか (1980)、鹿野・吉田 (1984, 1985) など、多くのかたがたにより調査・検討されてきている。一方、筆者らの研究室でも島根半島の新第三系について、岩相層序および石油地化学の両面から石油鉱床学的研究の展望を意図し、木幡 (1983)、高橋 (1983)、前田 (1984) は島根大学卒論研究として、矢野 (1985) は専攻科論研究として、それぞれ島根半島の主として中部～西部地域に分布する泥質岩について石油根源岩評価に主点を置き、調査および地化学的分析を行った。本研究の調査では、これらの卒論研究の資料を参考にし、また、北島根地域広域調査 (通産省, 1967)、山内ほか (1980) の報告にもとづき、既述の島根半島標準層序の地層名に準拠している。なお、本研究の対象とした泥質岩の調査地域は、島根半島の御津地域より西方域なので、島根半島の中部～西部地域に分布する各層の概略を述べる。

古浦層：島根半島中新統の最下部をなし、古浦海岸を模式地として古浦から西方の地合海岸にかけて分布している。下位は硬質灰色頁岩で *Viviparus Lamprotuli* などの淡水棲貝化石を産し、上位は泥岩、凝灰質砂岩、凝灰岩、礫岩の互層からなり、ともに非海成層である。

* (株) エイトコンサルタント (昭和60年島根大学理学専攻科 (地質学専攻) 修了)

** 島根大学理学部地質学教室

層厚、約 600 m 。

成相寺層：黒色頁岩と流紋岩～デイサイト溶岩・火砕岩類を主体とし、また、局所的に安山岩溶岩・火砕岩類を挟み、半島の中・西部に広く分布している。黒色頁岩は一般に硬質で、主に下部と上部に比較的厚く発達し、中部に指交関係で流紋岩～デイサイト溶岩・火砕出類を挟在する。頁岩層から *Nuculana*, *Yoldia*, *Megayoldia* などの比較的深い海域を示す海棲貝化石を産出する。

なお、島根半島には、かつて層状黒鉱鉾床、黒鉱式石膏鉾床として著名な鱈淵、唐川、鶴峠、田中、片江の各鉾山（いずれも廃山）が稼動したが、鉾床は、いずれも本層上部の頁岩層とその下位の酸性凝灰岩層の境界付近に胚胎している。したがって、この上部泥岩層は鉾床胚胎の層準規制の鍵相としても重要である。層厚、900～1,200 m 。

牛切層：砂岩、泥岩、礫岩、凝灰岩の互層を主体とするタービダイト相で、釜浦～十六島ルート、河下～別所ルート、三津、小伊津ルートなどに好露出をなして分布している。鱈淵鉾山付近では、上記互層相の下位に安山岩溶岩・火砕岩類が分布し、しばしば泥岩、砂岩層を挟在する。本層は成相寺層上部に指交関係で重なる海成層であるが（高橋、1983）、互層相には、し

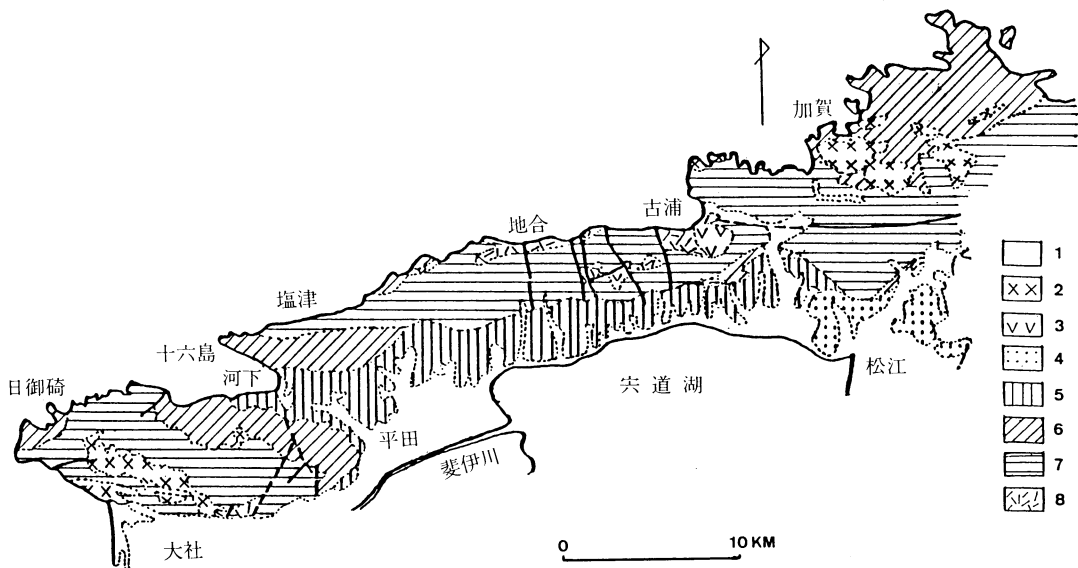
ばしば流痕が認められる。また、本層は水平的にも垂直的にも岩相変化が著しく、東方へ層厚が著しく減少している。層厚、100～700 m 。

古江層：塊状の黒色～暗灰色泥岩を主体とする海成層で、河下から宍道湖の北岸沿いに東方へ、東西性の走向で広く分布している。本層は東方で牛切層を欠き、成相寺層を直接被覆している。層厚、100～500 m 。

松江層：粗粒～中粒砂岩層とアルカリ玄武岩溶岩・火砕岩類からなる海成層である。

以上、島根半島の中・西部地域に分布する各層の地質概略図を第 1 図に示した。

山陰グリーンタフ地域の地質区は、隠岐、島根半島、本土側に区分されていることについて既述した。これらの各地質区では、それぞれ基盤運動、堆積盆地、堆積環境に地域性があり、各地質区の層序の対比については見解の相異もあり、今日、なお問題として残っている。最近の対比試案のなかで高安（1983）、立石・小林（1984）、鹿野・吉田（1984）の生層序、放射年代層序区分を参考にして編表した島根半島中新世の各層と、新潟、秋田地域との層序対比（島田ほか、1986）を第 1 表に示した。



第 1 図 島根半島中・西部地域の地質概略図(各地層分布図)

1. 沖積層、2～3. 貫入岩類 (2. 粗粒玄武岩、玄武岩、ひん岩；3. 流紋岩、デイサイト)、
4. 松江層、5. 古江層、6. 牛切層、7. 成相寺層、8. 古浦層。

第1表 島根半島中新世層序と新潟・秋田地域との対比

Ma	時代	島根半島	新潟	秋田
5	鮮新世		椎谷	船川
6		柏久羅山 安山岩		
7	後期			
8		松江		
9				
10	中期		寺泊	女川
11		古江		
12	新期	牛切		
13				
14	前期	成相寺	七谷	砂子淵 (西黒沢)
15				
16	世		津川	
17				
18			鹿瀬	大倉又 (台島)
19	前期			
20		古浦		
21			三川	萩形 (門前)
22				
23				

高橋(1983), 高安(1983), 立石・小林(1984)
鹿野・吉田(1984)の資料を参考に編表。
島田ほか(1986)を一部修正・加筆。

泥質岩試料の採取と分析方法

1) 各ルートおよび試料の採取地点

既存資料を参考に、成相寺層(上部層のみ)、牛切層、古江層にかけて、できるだけ連続的に地層を追跡、観察できるルートを選定し、各ルートごとに地質柱状図を作製した。試料の採取はこの柱状図に基づいて行なった。また、露頭状況が不良で柱状図の作製が困難な所では、その地点ごとにスポットサンプリングを行なった。これらの各試料採取ルートおよび地点を第2図に、地質柱状図を第3図に示した。

ここで、古江層についてスポットサンプリングを行なった試料は多井(1955)を参考に検討した結果、各ルートで確認した古江層よりいずれも上位に位置する。したがって、本稿では各ルートで採取した古江層の試料を下部に、スポットサンプリングを行なった試料を上部として扱った。

2) 分析方法

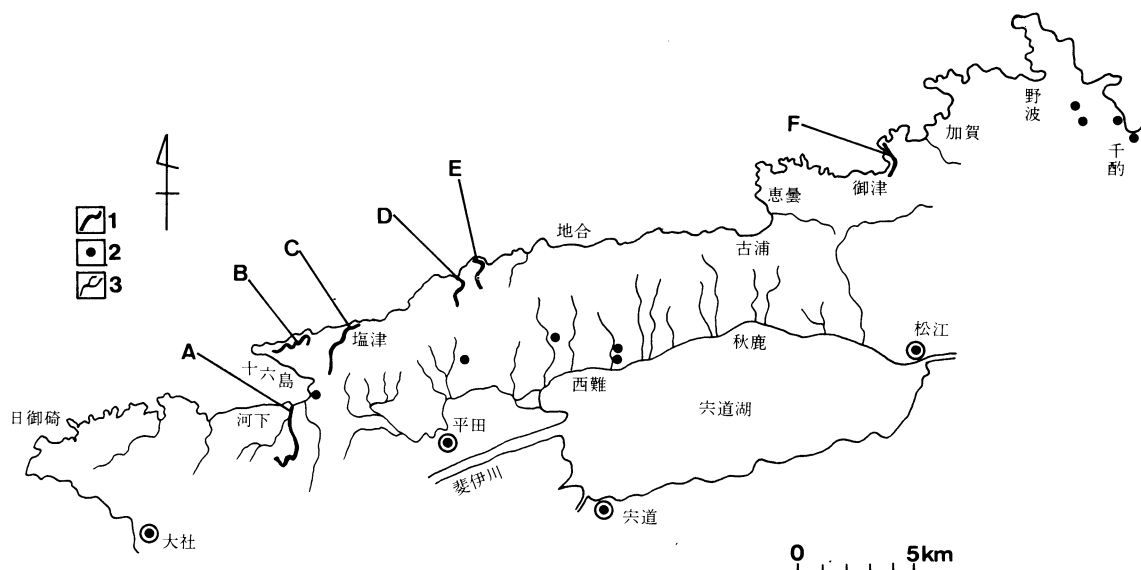
採取した試料約60個について泥質岩の鉱物組成全般を検討するため、めのう乳鉢で磨砕した粉末試料を用いて不定方位試料としてX線回析を行なった。また、約30個の試料について水簸により2μ以下の粘土分を採取し、定方位試料としてX線回析分析を行ない、粘土鉱物組成を検討した。粘土鉱物の同定にあたり、すべての試料についてエチレングリコール処理、塩酸処理を行なった。

泥質岩の粘土鉱物相

X線分析の結果、泥質岩に認められた粘土鉱物はイライト、クロライト、加水イライト、イライトーモンモリロナイト混合層鉱物、カオリナイトの5種であった。このうち、多少の膨潤層を含んでいても10.0~10.6Å付近に対称性のあるピークをもつものをイライトとし、11.0Å付近にピークをもつものをイライトーモンモリロナイト混合層鉱物とした。また、本稿ではイライトのピークから低角度側へ連続的な反射が認められるものを加水イライトとした。ここでは粘土鉱物相について定性的な記載をする。

粘土鉱物相として、a型、b型、c型、d型、e型、f型、g型*の7つのパターンに区分される。具体的には、a型：クロライトーイライト相、b型：クロライ

* 泥質岩中の粘土含有量が非常に少なく、十分なX線回折強度が得られなかったため、粘土鉱物の同定ができなかった試料。



第2図 泥質岩試料採取位置

1. サンプリングルート, 2. スポットサンプリング地点, 3. 河川系
 A: 別所-河下ルート, B: 釜浦-十六島ルート, C: 塩津-小津ルート,
 D: 三浦漁港ルート, E: 林道小伊津大谷線-長尾鼻ルート, F: 御津ルート

ト-加水イライト-イライト相, c型: クロライト-イライト/モンモリロナイト混合層鉱物-イライト相, d型: 加水イライト-イライト相, e型: 加水イライト-イライト-カオリナイト相, f型: クロライト-イライト/モンモリロナイト混合層鉱物-イライト-カオリナイト相およびg型: 貧粘土鉱物相となる。これらの粘土鉱物相を層準ごとに区分したものを第2表に示し、各粘土鉱物相の代表的なX線回折図を第4図に示した。

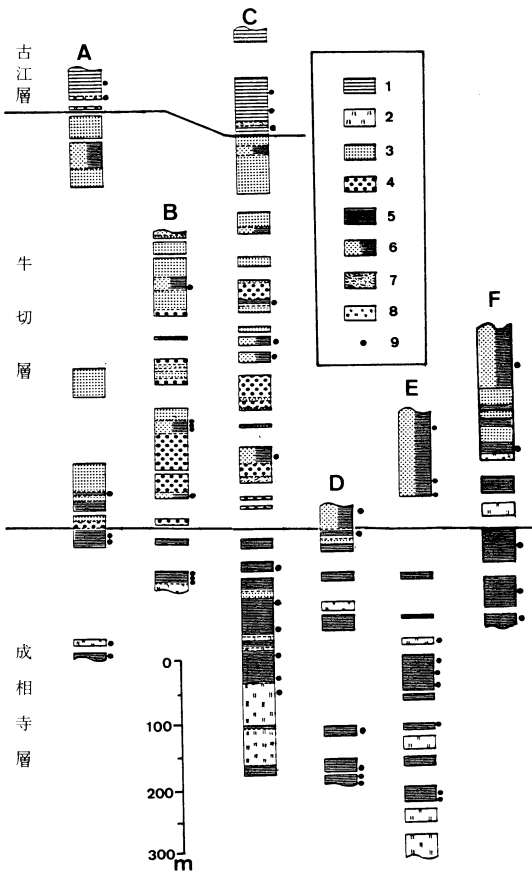
第2表より、成相寺層、牛切層、古江層下部では、a型のクロライト-イライト相、b型のクロライト-加水イライト-イライト相、d型の加水イライト-イライト相などを主体としているが、成相寺層にはg型の貧粘土鉱物相が認められる。これら各層での粘土鉱物はクロライト、加水イライト、イライトの3種類を主体とする。また、古江層上部では、f型のクロライト-イライト/モンモリロナイト混合層鉱物-イライト-カオリナイト相を主体とし、これより下位の泥岩と異なりイライト/モンモリロナイト混合層鉱物、カオリナイトを含む。

以上の結果より、島根半島中部~西部域に分布する中新世泥質岩については、粘土鉱物相から成相寺層-牛切層-古江層下部と古江層上部との2つに少なくとも

第2表 粘土鉱物相

地層名		粘土鉱物相
古江層	上部	Chl - Ill/Mont M.L. - Ill - Ka (Hy. Ill - Ill - Ka)
	下部	Chl - Hy. Ill - Ill Hy. Ill - Ill
牛切層		Chl - Ill Chl - Hy. Ill - Ill Hy. Ill - Ill (Chl - Ill/Mont M.L. - Ill)
成相寺層		Chl - Ill Chl - Hy. Ill - Ill Hy. Ill - Ill 貧粘土鉱物

Chl: クロライト Hy. Ill: 加水イライト Ill/ Mont M.L.: イライト-モンモリロナイト混合層鉱物
 Ill: イライト Ka: カオリナイト
 () はまれに認められるもの



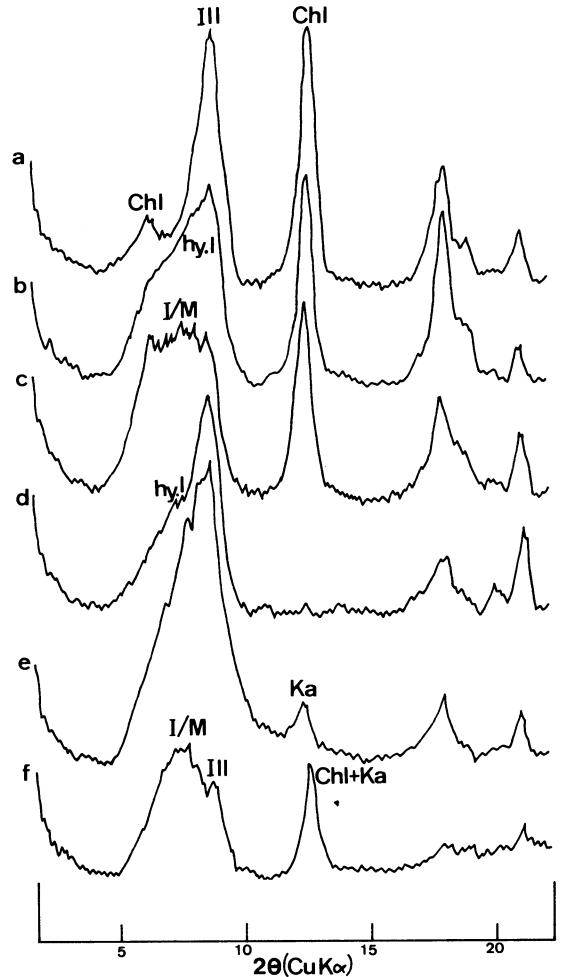
第3図 泥質岩試料採取ルートの地質柱状図

1. 泥岩(古江層), 2. 酸性凝灰岩, 3. 砂岩, 4. 礫岩,
 5. 頁岩, 6. 砂岩・頁岩互層, 7. 安山岩質凝灰岩,
 8. 流紋岩質火砕岩類, 9. サンプルングポイント
- A : 別所一河下ルート, B : 釜浦一十六島ルート
 C : 塩津一小津ルート, D : 三浦漁港ルート
 E : 林道小伊津大谷線一長尾鼻ルート, F : 御津ルート

も区分可能である*。この点について、若干の考察を述べる。

古江層泥質岩については、三浦(1972)によると本稿で古江層上部とした層準より、さらに上位と考えられるものではモンモリロナイトを主体としている。一般に、泥質堆積物に含まれるモンモリロナイトは、統成作用によってモンモリロナイト/イライト混合層鉱物を経てイライトまたはクロライトに変化すると、こ

* 全岩によるX線粉末回折で、成相寺層泥質岩は最上部でクロライトを含む場合があるが、それ以外ではクロライトを含まないことが確認できた。今回、粘土鉱物相の検討では試料数が少なく、成相寺層泥質岩を2つの粘土鉱物相に区分していないが、今後の分析資料の検討により区分される可能性もあり得るものと考えている。



第4図 X線回折図

- a型: 成相寺層〔三浦漁港ルート16〕, b型: 牛切層〔御津ルート05〕, c型: 牛切層〔御津ルート07〕, d型: 成相寺層〔林道小伊津大谷線一長尾鼻ルート01〕, e型: 古江層〔1020-05〕, f型: 古江層〔1020-06〕

Chl: クロライト, III: イライト, hy. I: 加水イライト, I/M: イライト-モンモリロナイト混合層鉱物, Ka: カオリナイト。

れまでの研究報告により考えられている。本地域において粘土鉱物は、古江層泥質岩では上位から下位へモンモリロナイトからモンモリロナイト/イライト混合層鉱物さらにクロライトおよびイライトに変化し、牛切層、成相寺層でもクロライトおよびイライトが主体となっている。このような鉱物相の分布は地域的に偏在している事ではなく、層準によって規制されているこ

とから、三浦(1982)の指摘にあるように続成変質作用の結果と推定される。

また、古江層上部ではカオリナイトおよびカリ長石(全岩のX線粉末回折による)が少量ながら認められ、本土側に対比される布志名層でもこの2つの鉱物が含まれている。これらの鉱物の供給源を求めるとすれば、この地域では白亜紀から古第三紀にかけての酸性火成活動に伴い貫入した花崗岩類とするのが妥当である。おそらく、両層の堆積期には比較的近距离で花崗岩類が露出し、風化、侵食作用を受けていたと推定される。

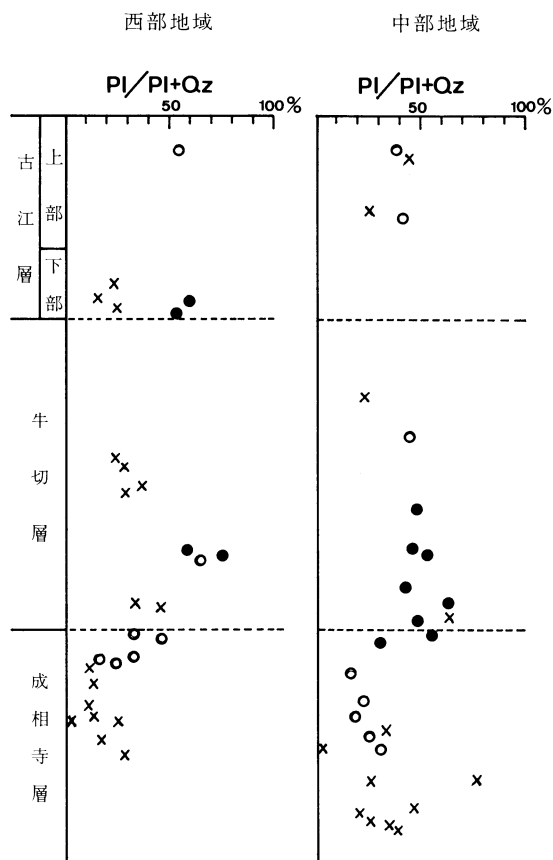
前述のように、島根半島の中～西部地域では、中新世泥質岩粘土鉱物相の違いから成相寺層—牛切層—古江層下部と古江層上部との2つに区分できるが、このことは続成作用、堆積環境の変化および供給源の相異による反映と推定される。

石英〔(101)面〕—斜長石〔(002)面〕のX線回折強度比およびクロライト含有量の関係

X線粉末回折法では、各鉱物の含有量はX線回折強度にはほぼ比例することから、石英〔(101)面〕と斜長石〔(002)面〕のX線回折強度比をもとに石英と斜長石の相対量変化を読みとることができる。第5図に石英の強度と斜長石の強度を加えたものに対する斜長石の強度と各層の関係を示した。また、各層の層序的分布変化は別所—河下ルートを基準として、成相寺層、牛切層の試料では両層の境界から、古江層の試料では古江層の下限からの層準をもとにそれぞれプロットした。但し、島根半島の中部地域では成相寺層の一部の試料は層準が不明であるので除外してある。

第5図において●印、○印で示した点は、X線粉末回折においてクロライトの(002)面のピークが認められたものである。●印のものはそのピークが○印のものに比べてより強いことを示している。クロライトの(002)面のピークが認められなかった試料については、クロライトを含んでいる可能性が残るが、含むとしてもそれが認められたものに比べてかなり少量であると推定されるため含まないものとして扱った。また、塩酸処理をしていないためクロライトの(002)面によるピークはカオリナイトの可能性もあるが、この地域ではその存在は量的に無視できるため含まないものとして扱った。

まず、半島の中部地域については、石英と斜長石の量比は成相寺層から牛切層にかけて斜長石の割合が多くなることを示している。さらに、それに対応してク



第5図 石英(Qz)—斜長石(Pl)の相対量およびクロライト含有量関係図

クロライト(002): ●強, ○弱, ×なし

ロライトは成相寺層のかなり上部から出現し始め、牛切層に入るとさらにクロライトの相対的含有量が増え、そのような層序的分布変化はほぼ普遍的に認められる。これに対し、西部地域については、成相寺層から牛切層に入ると石英に対して斜長石の割合が多いものはクロナイトを含み、それが低く成相寺層のものとは大差ないものではクロライトを含まないという2つのタイプに区分できる。また、古江層下部について同様な傾向が認められる。

ここで、成相寺層から牛切層にかけて、成相寺層の上部の層準ほど石英に対する斜長石の相対量が増加し、それに対応してクロライトが次第に出現し始め、牛切層ではクロライトの出現がより顕著となってきている。このことについて若干の知見を述べる。

泥質岩中のクロライトの起源として、堆積時に供給

されたもの、続成変質や熱水変質作用によるものなどが考えられる。しかし、熱水変質作用はその証跡がなく、また、牛切層ではクロライトはほぼ普遍的に認められることから考えられない。また、単に累進的な続成変質作用とした場合、クロライトが成相寺層から牛切層にかけて成相寺層の上部の層準ほど出現するようになることに対して説明が困難となる。ここで、牛切層の堆積期には安山岩質の火成活動とそれに伴う変質作用が特徴的であり、クロライトの起源をその時代の変質作用に求め、泥質岩の堆積時に供給されたものと考えることができる。また、牛切層の泥質岩中の石英に対する斜長石の増加も安山岩質火成活動に由来するものとして、クロライトの出現と共に一連の傾向を説明できる。したがって、この時期の泥質岩の鉱物組成を考察するには、安山岩質の火成活動とそれに伴う変質作用の影響が重要であろう。また、成相寺層最上部からこの傾向の兆候が認められることは、その堆積時に安山岩質の火成活動が始まっていたことを暗示している。但し、西部地域の牛切層、古江層下部に認められたクロライトを含まないような泥質岩については、その堆積時における地質的背景の考察など今後の問題である。

あとがき

島根半島中新世の成相寺層、牛切層、古江層の泥質岩の鉱物相について、記載に主点をおき述べたが、古江層泥岩の粘土鉱物組成や牛切層、古江層下部で認められた2つの鉱物相型の泥岩の成因など、今後の問題点として指摘した。既述のように、牛切層は成相寺層上部に指交関係で重なるタービグイト相であるが、本研究の堆積鉱物相の問題は岩相層序的、堆積学的に牛切層にまつわる問題にとって、今後、再検討への一つの資料になるものと思われる。

文 献

青柳宏一, 1967: X線回折法による堆積岩の鉱物学的研究とその石油地質学への応用例。佐々保雄教授還暦記念文集, 541-556。
 AOYAGI, K., 1968-a: Mineralogical study of sedimentary rocks in the oil fields of Japan by the X-ray diffraction method, and its application to petroleum geology (part 2). *Clay Science*, **3**, 54-69。
 ———, 1968-b: Mineralogical study of sedimentary rocks in the oil fields of Japan by the X-ray

diffraction method, and its application to petroleum geology (part 3). *Clay Science*, **3**, 70-86。
 青柳宏一, 1974: 埼玉県比企丘陵北部に分布する新第三系の堆積鉱物学的研究。岩鉱誌, **69**, 45-51。
 ———・風間利栄, 1975: 山形県庄内盆地新第三系泥質岩の堆積鉱物層序とその抗井地質区分への応用。岩鉱誌, **70**, 99-106。
 石黒靖彦, 1985: 出雲地方における中新世泥質岩の堆積鉱物学研究。島根大学理学専攻科論(手記)。
 樹下 惺, 1962: 裏日本新第三系堆積岩中の粘土鉱物分析成果概要と堆積岩中の粘土鉱物分析法基準の提案。石油技協誌, **27**, 227-264。
 鹿野和彦・吉田史郎, 1984: 島根県中・東部新第三系の放射年代とその意義。地調月報, **35**, 159-170。
 ———・———, 1985: 境港地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 1-57。
 加藤穰司, 1969: 島根半島中西部の層序。九州大学理研報告(地質), **10**, 31-49。
 木幡信弘, 1983: 島根半島中西部坂浦～芦尾間の新第三系について——とくに石油根源岩の地化学的評価について。島根大学卒論(手記)。
 工藤修治, 1960: 新庄・庄内地域における最上層群のX線回折による鉱物学的研究(渾旨)。石油技協誌, **25**, 174。
 前田正光, 1984: 島根半島恵曇付近の地質及び新第三系泥質岩の有機物。島根大学卒論(手記)。
 三木 孝, 1978: 九州天草の泥質岩の粘土鉱物組成とアルカリ含有量。石油技協誌, **43**, 16-23。
 三浦 清, 1969: 島根半島およびその周辺地域における新第三系の層序と変質について。日本地質学会「グリーンタフに関する諸問題」討論資料, 225-230。
 ———, 1972: 島根県内地すべり(III)頁岩類に発生する地すべり(その1)。島根大学山陰文化研究紀要, **12**, 26-39。
 ———, 1973: 島根県およびその周辺地域の新第三紀中性～塩基性貫入岩類にみられる岩石化学的地域性について。地質学論集, **9**, 173-182。
 ———, 1982: 島根県下の地すべり——特に泥岩の岩質と関係して。地質学会89年学術大会講演要旨, 486。
 西山省三・三好 一・岡本和夫・多井義郎, 1962: 鰐淵鉱山と出雲市新第三系。地質巡検案内書, 1-24。
 島田昱郎・鈴木德行・矢野寛幸・木幡信弘・高橋尚彦・前田正光, 1986: 島根半島の新第三系泥質岩の抽出

- 性有機物, 山陰地域研究(自然環境), **2**, 91-103.
- 多井義郎, 1952: 島根半島中央区の層序と構造——島根半島第三系の地質学的研究(その1), 地質雑, **58**, 573-582.
- , 1955: 古江累層の微小古生物学的研究——島根半島第三系の地質学的研究(その3), 地質雑, **61**, 407-420.
- , 1957: 日本の新生代の堆積区とその変遷(2), 一山陰地区一, 新生代の研究, 20-27.
- 高橋尚彦, 1983: 島根半島西部十六島～坂浦地域の新第三系——とくに石油根源岩の地化学的評価について——, 島根大学卒論(手記).
- 高安克己, 1983: 山陰地方の中新統一鮮新統の層序と古地理, 地図研第37回学術シンポジウム資料集「島弧背後の地質学的性格」, 139-143.
- 立石雅昭・小林敏雄, 1984: 日本海沿岸新期新生代層の層序学的研究の現状と課題, 地球科学, **38**, 282-289.
- 富田 達・酒井栄吾, 1938: 松江市付近の中新統に就て, 地質雑, **45**, 529-532.
- 通商産業省, 1967: 昭和41年度広域調査報告書「北島根地域」, 1-26.
- 山内靖喜・三梨 昂・山本洋一郎, 1980: 島根半島の中新統, 日本地質学会第87年総会(松江)見学旅行案内書第2班, 1-39.
- 矢野寛幸, 1985: 島根半島中西部の新第三系泥質岩の石油根源岩評価, 島根大学理学専攻科論(手記).