

## 新潟県新井市平丸地域に分布する 新第三系の粘土鉱物学的研究

渡 辺 隆・藤 井 優 子

### 要 旨

新潟県新井市平丸地域に分布する新第三系の堆積岩をX線粉末回折法、薄片の顕微鏡、走査電子顕微鏡を用いて解析した。主要な粘土鉱物はスメクタイト、混合層鉱物(クロライト/スメクタイト、イライト/スメクタイト)とクロライトである。それらのうち自生鉱物はスメクタイトと混合層鉱物であった。しかし混合層鉱物は、本地域に限られた地所からのみ産出していた。これらのことからこの地域の埋没続成を示す粘土鉱物はスメクタイトであると結論された。

### KEY WORDS

burial diagenesis 埋没続成作用  
illite/smectite interstratified mineral  
chlorite/smectite interstratified mineral  
smectite スメクタイト

interstratified mineral 混合層鉱物  
イライト/スメクタイト混合層鉱物  
クロライト/スメクタイト混合層鉱物

### 1. は じ め に

近年、埋没続成作用について研究が進み、第三系の堆積岩中の埋没続成作用の程度と生成鉱物の関係について総括的なまとめがなされている(歌田(1977))。特にわが国の第三系の埋没続成作用では火山ガラスから沸石・粘土鉱物・シリカ鉱物などに变化していく系列が詳しく研究されている。沸石相は最も続成作用の進んだ段階を示し、粘土鉱物は沸石と共生またはより低次の履歴を持ち、埋没続成作用の段階を示すものとして重要である。

一方、新潟県新井市平丸地域については、現在まで多くの地質学的研究が行われてきた(森島(1941), SAITO(1961, 1962), 池田(1975), 中村(1982), 藤井(1985MS))。しかし、本地域における粘土鉱物学的研究はほとんどなされていない。本研究では平丸地域の新第三系の堆積岩の組成鉱物の組合せから埋没続成作用の程度を検討した。

### 2. 地 質 概 説

新潟県新井市平丸地域は上越地域の南東部に位置し、新第三系が広く分布し、その分布は長野県の境界まで広がっている(図1, 2)。

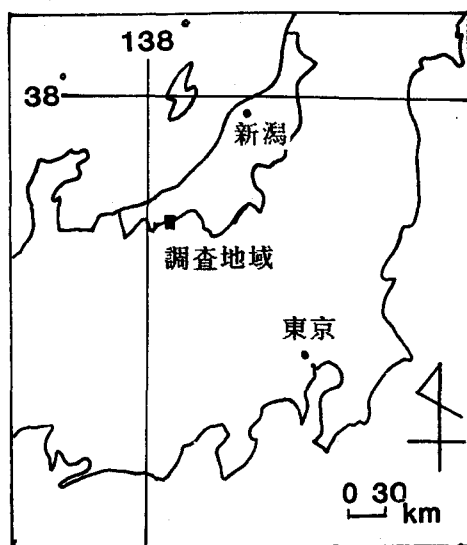


図1 調査地域

本調査地域には第三系から第四系にかけて層厚 3000m 以上に及ぶ厚い堆積物が広く発達している。これらの堆積岩は下位より富倉層、長沢層、白岩層、土路層、猿橋層に区分される。各累層は泥岩、砂岩、礫岩の各碎屑岩よりなり、上方粗粒化の傾向が認められる (図 3)。

本地域の地質構造は南北方向に発達する富倉背斜西翼には、曲群が発達し、全体としては南北方向の曲軸を持つゆるい複合斜構造を示している (図 4)。

## 2.1 富 倉 層

層厚は東翼で 700m 以上、西翼で 800m 以上である。

暗灰色から黒色の泥岩及び、砂岩泥岩互層よりなり、含礫泥岩、砂岩、礫岩、凝灰岩を挟む泥岩は風化すると 2 cm 以下のサイコロ状に割れる特徴をもつ。富倉背斜東翼の富倉層上部には

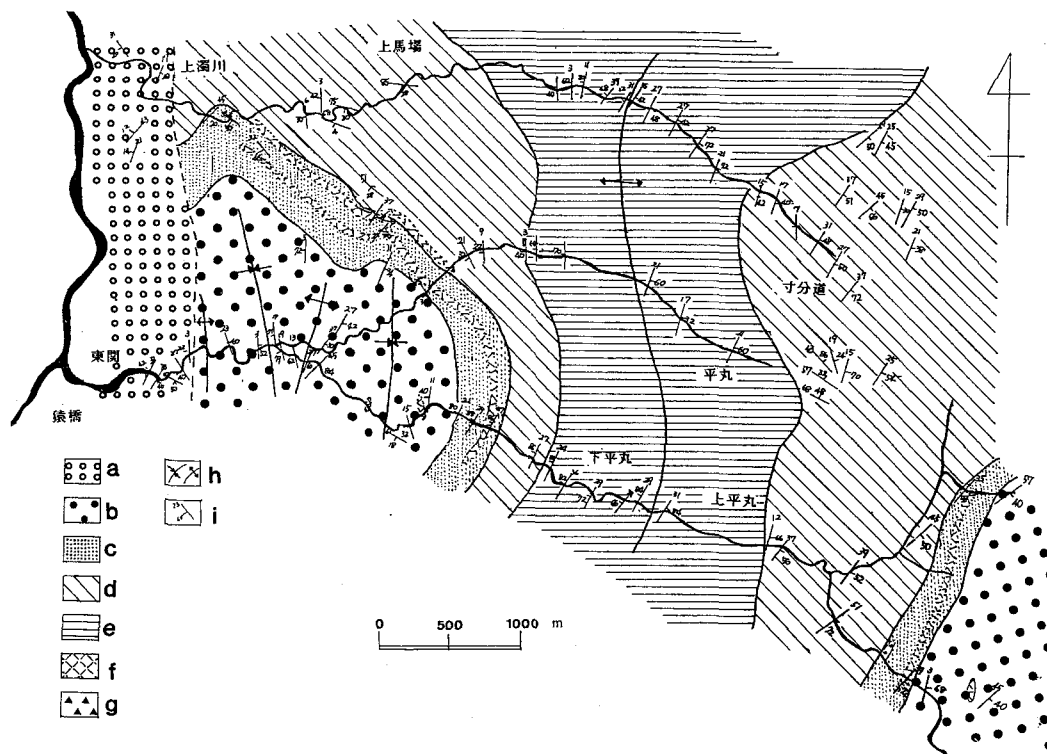


図2 地質図 a ; 猿橋層, b ; 土路層, c ; 白岩層, d ; 長沢層, e ; 富倉層, f ; 凝灰岩, g ; 貫入岩, h ; 褶曲軸, i ; 走行・傾斜



ち密な凝灰岩である。下平丸の模式地では下部で層厚 0.5~4m の凝灰岩と層厚 0.1~0.7m の凝灰質シルト岩の互層をなしている。T<sub>1</sub>は白色浮石質凝灰岩であり富倉背斜西翼のみでその分布が認められている。

## 2.4 土 路 層

層厚は東翼で 750m 以上、西翼で 600m 以上である。

主として泥岩、砂岩泥岩互層、泥岩砂岩礫岩互層、砂岩、礫岩よりなり凝灰岩と亜炭層を頻繁に挟む。泥岩層は中礫岩や亜炭層を 0.15m 以下の厚さで含む。砂岩泥岩互層は富倉背斜西翼部で発達し、泥岩砂岩礫岩層は富倉背斜西翼で認められる。また互層中の砂岩層は極細粒砂から粗粒砂岩より、中礫岩をレンズ状に含み、葉理、級化層理などの堆積構造も認められる。

## 2.5 猿 橋 層

層厚は東翼で 100m 以上である。

主として礫岩より成り凝灰岩を挟む。礫岩は細礫から大礫の亜円礫ないしは円礫より成り分級度は低い。礫質はおもに安山岩、チャート、頁岩で基質は凝灰質砂岩である。含まれる凝灰岩は灰色ち密な凝灰岩と火山礫凝灰岩である。

# 3. X 線 分 析

## 3.1 実 験 方 法

富倉背斜両翼から約 100 個の試料を採集し実験に供した。その岩石種は泥岩、砂岩、凝灰岩で、礫岩は除いた。

実験方法は、各試料を水ヒして 2 $\mu$ m 以下の粒径部分を分離採集した。その試料について室温で乾燥させたものとエチレングリコール処理したものを作成した。水ヒ処理、エチレングリコール処理したものはすべてスライドガラス上に塗布して実験試料とした。又、必要に応じて全岩分析もおこなった。

試料の採集地点は図 5 の柱状図に採集番号で示した。

## 3.2 X 線分析の結果

本地域の泥岩、砂岩、および凝灰岩に含まれる鉱物を X 線粉末回折分析法により判定した。その結果を表 1, 2 にまとめて示した。主要鉱物は石英、長石、沸石、雲母類鉱物、クロライト、スメクタイトとイライト/スメクタイト、クロライト/スメクタイト混合層鉱物である。とくに本地域で産出分布に特徴あるクロライト、イライト/スメクタイト、クロライト/スメクタイトについては以下鉱物学的特徴を記載した。

### 3.2.1 クロライト

クロライトは X 線分析において 14 $\text{\AA}$ , 7 $\text{\AA}$ , 4.7 $\text{\AA}$  の特徴的な回折線を示す。これら 3 本の回折線の強度を測定し三角ダイアグラム (OINUMA et al. (1972)) にプロットすることによりクロライトの性質が明かになった。又、スメクタイトと共に産出するクロライトとイライト/スメクタイトと共に産出するクロライトでは、イライト/スメクタイトと共に産出するクロライトの方

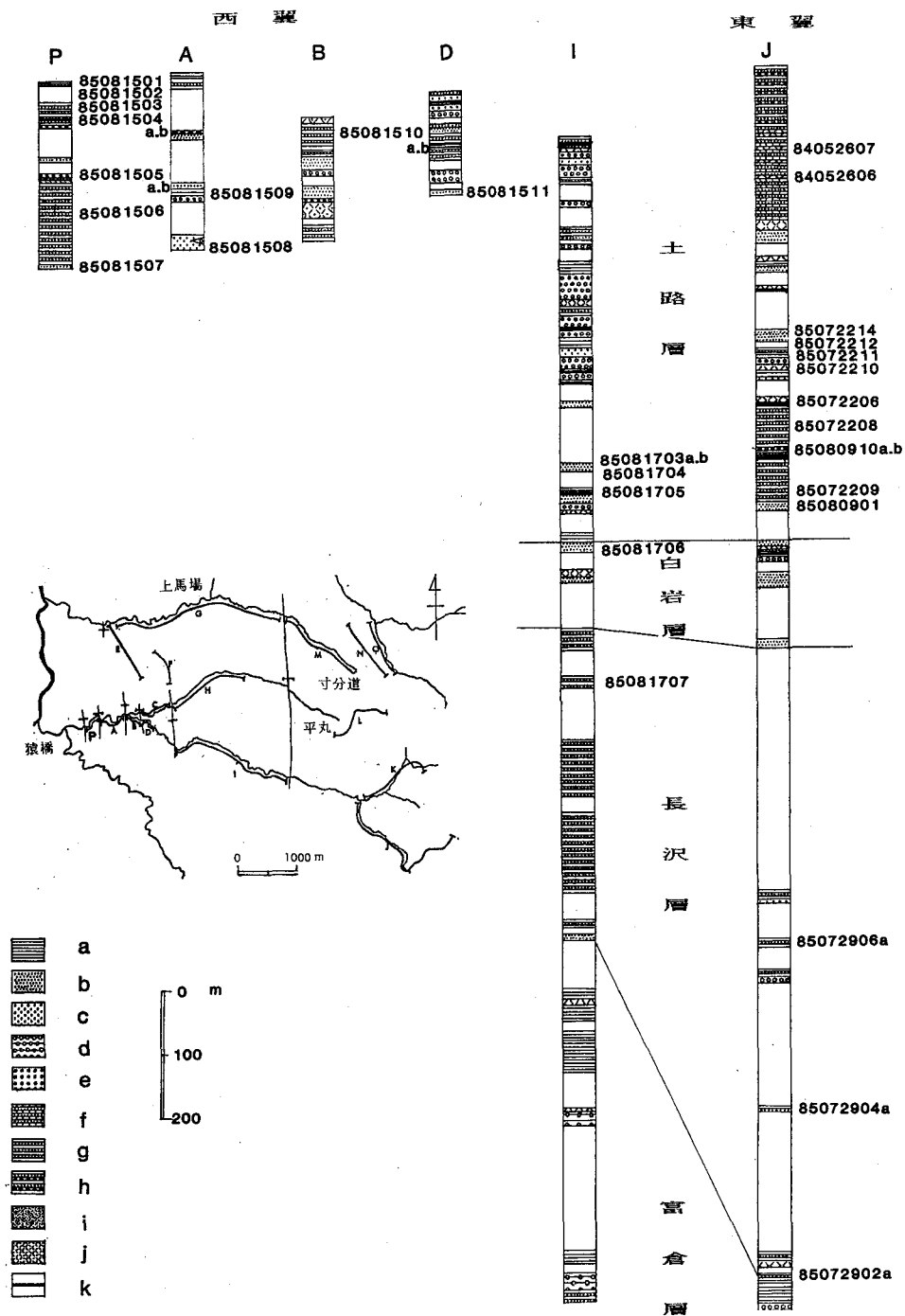


図5 地質柱状図 a ; 泥岩, b ; 細粒砂岩, c ; 中粒砂岩, d ; 含礫泥岩, e ; 礫岩, f ; 泥岩砂岩互層, g ; 砂岩泥岩互層, h ; 泥岩砂岩礫岩互層, k ; 亜炭層

表1 平丸地域の堆積岩に含まれる鉱物の組成表 (富倉背斜東翼)

地層	Sample No.	岩 質	S	I/S (%)	I	C h	C/S	Z	Q	F
土 路 層	84052607	泥岩			*				*	*
	84052607 b	泥岩	*		*	*		*		
	84052607 c	泥岩	*		*	*			*	
	84052606	凝灰岩	*		*	*				
	84052604	凝灰岩	*		*	*			*	*
	84052605	泥岩	*		*	*				
	85072214	細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85072212	細粒砂岩	*		*	*		*	*	*
	85072211	泥岩	*		*	*			*	*
	85072210	中粒砂岩	*		*	*			*	*
	83111908	泥岩	*		*	*			*	*
	85072206	凝灰質細粒砂岩	*		*	*		*	*	*
	85072208	凝灰岩	*		*	*			*	*
	85080910 a	細粒砂岩		* (35)	*	*		*	*	*
	85080910 b	泥岩		* (65)	*				*	
	85080909 a	泥岩		* (33)	*	*			*	*
	85080909 b	凝灰質細粒砂岩			*	*	*		*	*
	85080907 a	凝灰質細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85080907 b	泥岩	*		*	*				
	85080908	泥岩	*		*	*			*	*
	85080906	凝灰質細粒砂岩	*		*	*		*	*	*
	85080905 a	中粒砂岩	*		*	*				
	85080905 b	細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85080904 a	細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85080904 b	泥岩	*		*	*			*	*
	85072209 a	泥岩		* (40)	*	*			*	
	b	凝灰質細粒砂岩		* (40)	*	*			*	
	c	凝灰岩			*		*		*	*
	85080903	細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85080902	細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85080901	中粒砂岩	*		*	*			*	*
	83110307	細粒砂岩	*		*	*			*	
白 岩 層	83080802	泥岩	*		*	*			*	
	83112004	細粒砂岩	*		*				*	
	83052005	細粒砂岩	*						*	
	83052202	細粒砂岩			*	*			*	
長 沢 層	85072906 a	細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85072904 a	凝灰質細粒砂岩	*		*	*			*	*
	85072902 a	細粒砂岩	*		*	*			*	*
	84051503	泥岩	*		*	*		*	*	*
	84051801 a	泥岩	*		*	*			*	
	83090904	泥岩	*		*	*			*	
富 倉 層	84093002	泥岩	*		*			*	*	
	84100704	泥岩	*					*	*	
	84100706	泥岩	*					*	*	

S ; Smectite

C/S ; Chlorite/smectite

I/S ; Illite/smectite

Z ; Zeolite

I ; Illite

Q ; Quartz

Ch ; Chlorite

F ; Feldspar

Illite/smectiteの( )の中の数値は、スメクタイト成分の割合を示す。

地層	Sample No.	岩 質	S	1/S	I	Ch	Z	Q	F
土                路	85081501	細粒砂岩	*		*	*		*	*
	85081502	凝灰岩			*			*	*
	85081503	凝灰岩			*	*		*	*
	85081504a	泥岩	*		*			*	*
	85081504b	凝灰岩	*		*			*	
	85081510a	細粒砂岩	*		*			*	*
	85081510b	泥岩	*		*	*			
	85081505a	極細粒砂岩							
	85081505b	泥岩	*		*			*	*
	85081506	極細粒砂岩	*		*	*		*	*
	85081509	凝灰質細粒砂岩	*		*	*		*	*
	85081511	極細粒砂岩	*		*	*		*	*
	85081701	凝灰質細粒砂岩	*		*	*		*	*
	85081702	凝灰質細粒砂岩	*		*	*			
	85081508	泥岩	*		*	*		*	*
	85081507	凝灰岩	*		*	*		*	*
白 岩	85081703a	泥岩	*		*	*		*	*
	85081703b	細粒砂岩	*		*	*		*	*
長 沢	85081704	凝灰質細粒砂岩	*		*	*		*	*
	85081705	細粒砂岩	*		*	*		*	*
白 岩	85081706	凝灰質細粒砂岩	*		*	*		*	*
長 沢	85081707	泥岩	*		*	*		*	*

S ; Smectite  
I/S ; Illite/smectite  
I ; Illite  
Ch ; Chlorite  
C/S ; Chlorite/smectite  
Z ; Zeolite  
Q ; Quartz  
F ; Feldspar

Illite/smectite の ( ) の中の数値は、スメクタイト成分の割合を示す。

### 3.2.2 イライト/スメクタイト混合層鉱物

### 3.2.3 クロライト/スメクタイト混合層鉱物

クロライト/スメクタイト混合層鉱物は約  $30\text{\AA}$  の長周期反射と  $15\text{\AA}$ ,  $7.3\text{\AA}$ ,  $4.8\text{\AA}$  の回折線を

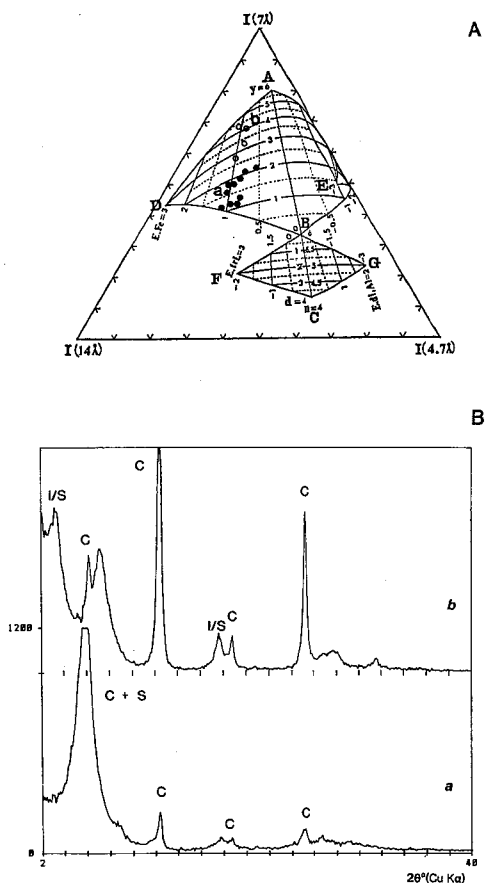


図6 クロライトの性質を示す図

A ; 底面反射強度の三角ダイヤグラム (OINUMA et al. (1972)) にクロライトの強度比をプロットした図

○はイライト/スメクタイトと共に産するクロライトを示す。

●はスメクタイトと共に産するクロライトを示す。

B ; クロライトのX線回折線図

a ; 85072214, スメクタイトと共に産出するクロライトの例

b ; 85080910a, イライト/スメクタイト混合層鉱物と共に産出するクロライトの例

Ch ; Chlorite

S ; Smectite

I/S ; Illite/smectite

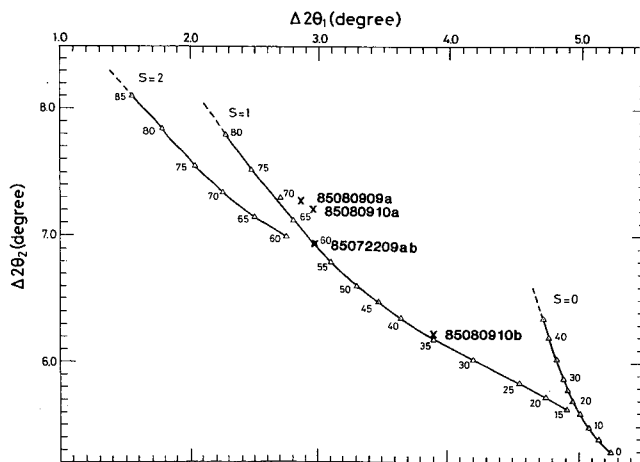


図7 イライト/スメクタイト混合層鉱物の混合層構造の判定図 (渡辺, 1981) に5試料をプロットした。図中の数字は、イライト成分の割合を示し、Sの値はReichweiteを示す。



もつ2個のクロライト/スメクタイト混合層鉱物の試料(85072209c, 85080909b)を採集した。本地域のクロライト/スメクタイト混合層鉱物はクロライトとともに産出するため回折線が重なり判定が困難であった。エチレングリコール処理によっても判定が十分出来ない。そこで、相対湿度を80%に制御することによりクロライト/スメクタイト混合層鉱物とクロライトの回折線を区別した(図8)。

#### 3.2.4 ま と め

本地域における層序と組成鉱物の関係について以下にまとめる。

石英、長石、スメクタイト鉱物、雲母類鉱物は富倉背斜両翼で下位の富倉層から上位の土路層にいたるまで全般的に認められる。クロライトは富倉背斜両翼で長沢層以上から産出が認められた。また、イライト/スメクタイト混合層鉱物、クロライト/スメクタイト混合層鉱物は富倉背斜東翼の土路層中のみで局所的に認められた。

#### 4. 偏光顕微鏡観察

富倉背斜両翼の堆積岩中の砂岩、泥岩及び、凝灰岩について12個の薄片を作成し、その産状を観察した。実験方法は砂岩、泥岩及び、凝灰岩をレーキサイトで60℃で約1時間ほど煮固める。それを岩石同様にすりあげ薄片にする。出来上がった薄片の偏光顕微鏡観察は100倍又は400倍でおこなわれた。スメクタイト、クロライト、イライト/スメクタイト混合層鉱物、クロライト/スメクタイト混合層鉱物について、その産状を観察した。

スメクタイトは写真1-Aに示すように、長石の粒子の中に成長しており、自生の産状を示す。クロライト/スメクタイト混合層鉱物は写真1-Aに示すように粒子の間をうめるように存在しており自生の産状をしめす。

イライト/スメクタイト混合層鉱物は写真1-Bに示すようにクロライト/スメクタイト同様に自生の産状を示すものと写真1-Cに示すように粒子の形でとりこまれたような初生の産状を示すものと2種類ある。

スメクタイトは最下位の富倉層から土路層までから産出し、しかも自生の産状をしめす。一方、クロライト/スメクタイト混合層鉱物やイライト/スメクタイト混合層鉱物も自生の産状を示すが、土路層の局所にしか産出しない。

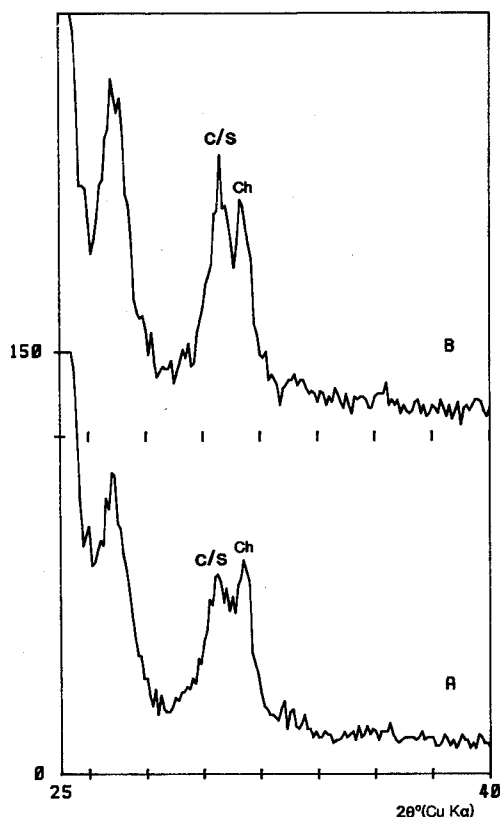


図8 相対湿度80%のX線回折線図

相対湿度80%下の回折線でクロライト/スメクタイト(C/S)とクロライト(Ch)が明瞭に分離されるのがわかる。

A: 85072209

B: 85080910a

## 5. 走査型電子顕微鏡

富倉背斜の両翼の泥岩、砂岩、凝灰岩から7個の走査型電子顕微鏡の試料を作成し、その産状、形態を観察した。

自生の産状を示すスメクタイト、クロライト、クロライト/スメクタイト混合層鉱物が認められた。スメクタイトは、写真2-Aのように粒子の表面にはえるような状態で粒子と粒子の間をうめて成長している様子が観察された。

クロライトは写真2-Bに示されるように粒子の表面に板状の自生の結晶として生成されているのが観察された。

クロライト/スメクタイト混合層鉱物は写真2-C, Dに示すように、クロライト同様粒子の表面にはちの巣状に自生の結晶が生成している。

写真で見る形態の変化プロセスからクロライトの一部がスメクタイト化され粒子の表面がはちの巣のような形態になり、クロライト/スメクタイト混合層鉱物になっていくことが予想される。

## 6. 考察とまとめ

以上の結果から、新井市平丸地域の新第三系から第四系の鉱物組成及びその組成鉱物の特徴が明かとなった。

新潟県新井市平丸地域における下位の富倉層から上位の土路層まで一様に石英、長石、雲母類鉱物、スメクタイトが産出している。クロライト、イライト/スメクタイト混合層鉱物、クロライト/スメクタイト混合層鉱物、ゼオライトの産出は局所的である。

本地域より産出する粘土鉱物のうちスメクタイト、イライト/スメクタイト混合層鉱物、クロライト/スメクタイト混合層鉱物が自生であることが明かとなった。しかし、イライト/スメクタイト混合層鉱物、クロライト/スメクタイト混合層鉱物は本地域の土路層のみからしか発見されておらず、それより下位層からは混合層鉱物の産出が認められないこと、富倉背斜東翼にのみ混合層鉱物の産出が認められることから、イライト/スメクタイト混合層鉱物、クロライト/スメクタイト混合層鉱物は、局所的な産出であると考えられる。

以上の結果から本地域下位より上位まで分布しているスメクタイトは埋没続成作用の結果生成・変質した鉱物であると結論され、本地域の埋没続成作用はスメクタイトが産出される埋没続成作用の初期段階であることが明かとなった。

## 謝 辞

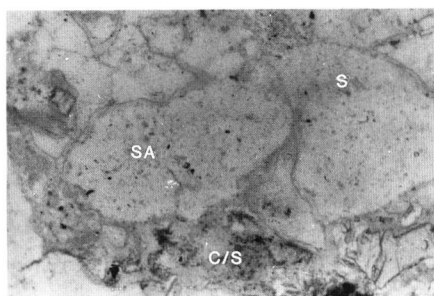
本研究を進めるにあたり常に御指導頂いた菅野三郎元上越教育大学教授に深く感謝の意を表す。上越教育大学の天野和孝博士には野外調査をはじめ、調査中調査後の資料整理にも絶えず御指導頂いた。また同大学大場孝信博士には絶えず、御指導御助言を頂いた。

また、根岸敏雄博士を初めとする合同石油株式会社の方々には野外調査および有益な助言を頂いた。また、上越教育大学学部学生には本論文をまとめるにあたり御協力を頂いた。以上の方々に深く感謝し

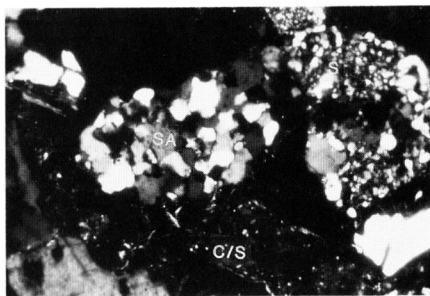
たい。

### 参 考 文 献

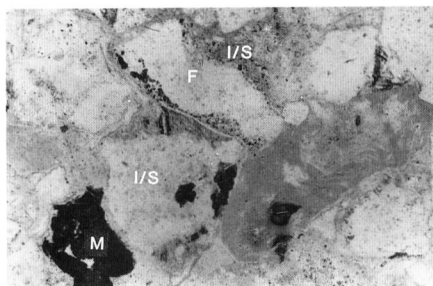
- 池田威夫 (1975) : 新井市平丸・長沢地域の地質について, 新潟県立教育センター研究報告, No.8, 63-70.
- OINUMA, K., SHIMODA, S and SUDO, T. (1972) : Triangular diagrams for surveying chemical compositions of chlorites. Jour. Tokyo Univ. Gener. Edu. (Nat. Sci.) No.15, 1-33.
- 藤井優子 (1985MS) : 新井市平丸地域の層序学的・古生物学的研究, 昭和 59 年度上越教育大学卒論.
- 金原啓司・下田 右 (1972) : 秋田県仁別産枕状溶岩中の鉄サポナイトおよび緑泥石-サポナイト不規則型混合層鉱物, 粘土科学, 第 12 巻, 第 4 号, 133-141.
- 森島正夫 (1941) : 信越国境富倉油田の層序, 石油技協誌, 921-26.
- 中村和善 (1982) : 新潟県高田平野南方地域における後期新生代の構造運動—その 1 堆積盆の変遷と基盤の運動像—, 地質学雑誌, 第 88 巻, No.3, 155-175.
- SAITO, Y. (1961) : Geology of the Northern Part of the Fossa Magna. Jour. Fac. Edu. Shinshu Univ., No.11, 134-167.
- SAITO, Y. (1962) : Geology of the Northern Part of the Fossa Magna (Part3). Jour. Fac. Edu. Shinshu Univ., No.12, 55-80.
- 田口幸洋・渡辺 隆 (1973) : 鹿児島県布計鉱山の金鉱石にともなう粘土鉱物—とくに緑泥石-サポナイト混合層鉱物について—, 九大理研報 (地質) 11 巻 2 号, 243-250.
- TOMPKINS, R.E. (1981) : Scanning electron microscopy of regular chlorite/smectite (corrensite) from a hydrocarbon reservoir sandstone. Clays and Clay Minerals, Vol.29, No.3, 233-235.
- 歌田 実 (1977) : 鉱床母岩の変質作用, 現代鉱床学の基礎 (立見辰雄編), 145-159.
- 渡辺 隆 (1981) : イライト/モンモリロナイト混合層鉱物の混合層構造の判定, 鉱物学雑誌, 第 15 巻, 特別号, 32-41.
- 渡辺 隆・中牟田義博・白水晴雄 (1974) : 鰐淵鉱山産クロライト-サポナイト混合層の一種, 鉱物学雑誌, 第 11 巻, 特別号第 1 号, 123-130.

**A**

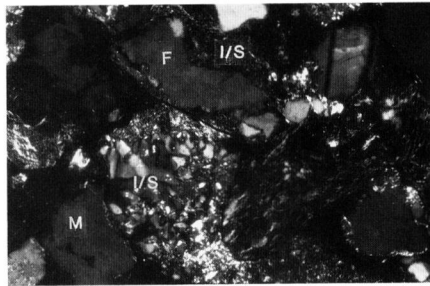
open



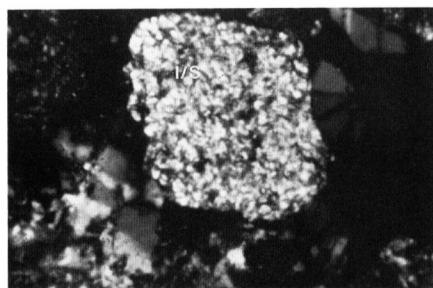
closs

**B**

open



closs

**C**

closs

0.1mm

写真1 A ; 85080904b

B ; 85080910a

C ; 85090910a

写真の倍率は全て同一である。

S ; Smectite

I/S ; Illite/smectite

C/S ; Chlorite/smectite

F ; Feldspar

M ; 有色鉱物

SA ; 堆積岩の集合体

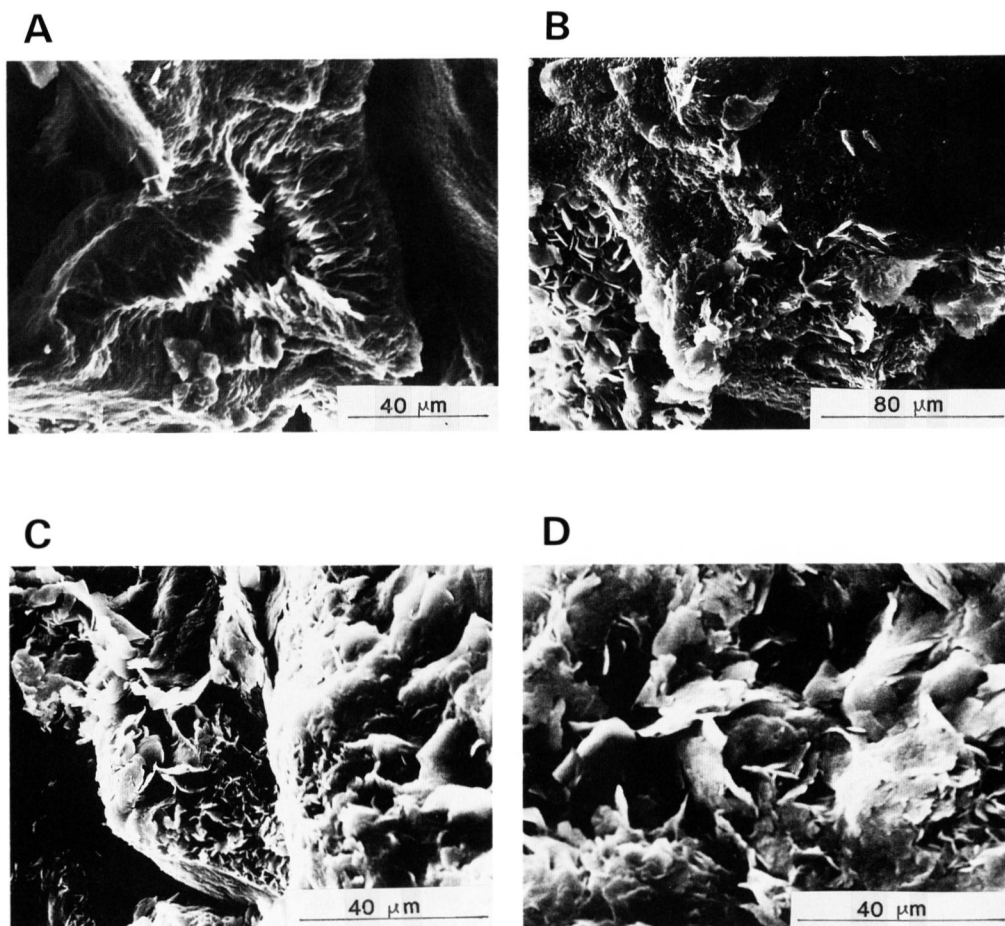


写真2 A : 85080905a, 自生の Smectite  
 B : 85080909b, 自生の Chlorite  
 C : 85080909b, 自生の Chlorite/smectite  
 D : 85080909b, 自生の Chlorite/smectite

The clay mineralogical study on the Tertiary  
sediments of Hiramaru district, Arai city,  
Niigata prefecture, Japan

Takashi WATANABE and Yuko FUJII

**ABSTRACT**

The Tertiary sediments of Hiramaru district were studied by X-ray powder method, the microscopic and the scanning electron microscopic observation. The constituent clay minerals were smectite, interstratified minerals (chlorite/smectite and illite/smectite) and chlorite. The authigenic clay minerals were smectite and interstratified minerals. Interstratified minerals were occurred at the special part of this area. It was concluded that diagenetic process was the smectite stage.