

泥質岩の化学分析から求めた鉱物組成に 関する 2・3の問題

島 田 昱 郎 *

Some problems on the mineral compositions calculated from
chemical analyses of argillaceous rocks

Ikuro SHIMADA

ま え が き

火成岩の場合、化学分析値から定められた計算方法にしたがって標準鉱物組成 (C.I.P.W. ノルム) に換算し、これを定量的に表示する分類法は周知のことである。堆積岩の化学組成は、火成岩の場合と比較して著しく変化にとみ、化学組成と岩型の関係は一般に $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O-MgO-CgO-CO}_2$ の三角ダイアグラムで概括的に表示されている。また、堆積岩の化学組成は堆積過程、続成過程により複雑であるが、MASON (1966) は堆積岩の場合、火成岩についてのノルムのような体系で、堆積岩の化学分析だけから岩型を規定することは、不可能ではないにせよ困難なことであると述べている (松井・一国訳, 1970)。

堆積岩の化学分析値から鉱物組成を算定する方法については、古くは KRUMBEIN and PETTIJOHN (1938) によって計算法が試みられたが、一般化されなかった。その後、IMBRIE and POLDERVAART (1959), NICHOLLS (1962), MIESCH (1962) が、とくに粘土岩、頁岩の泥質岩に重点をおき、化学分析から可能な鉱物組成を計算する方法をそれぞれ考案した。これらのなかで IMBRIE and POLDERVAART (1959) は実用化されることを目的として、一つの新しい計算方式を提示したが、これについて MASON (1966) も堆積岩の化学組成から鉱物組成を計算する方法を發展させたと評価している。しかしながら、これもほとんど普及されないうちに今日に及んでいる。この最大の理由は、既述の如く堆積岩の生成過程において分散系としての複雑さによるものであろう。IMBRIE and

POLDERVAART の計算方式は、minor constituents, carbonates, clay minerals, chert の4つの計算のステップからなっていて、筆者は minor constituents や carbonates については、やや欠点と思われるものを指摘できるが、clay minerals の計算方式については非常に注意深く組み立てられているものとして注目している。

堆積岩、とくに泥質岩の化学分析はいろいろな目的をもって行われているが (分析の例は火成岩、変成岩に較べてはるかに少ない)、分析結果からただちに堆積過程や供給源を求めて論ずることは至難なことである。堆積岩系の化学分析に関するいろいろな論文のなかで、化学分析値の議論を見ても堆積環境の問題に若干ふれている程度である。筆者も化学組成 (主成分、微量元素) と堆積環境との関係について関心があり、堆積地球化学、岩相論の分野で重要な課題の一つであると認識している。IMBRIE and POLDERVAART (1959) の計算方式は、既述のように clay minerals の計算についてよく考案されていると思われるので、筆者もこれに関心をもち、以前、わが国の泥質岩の化学分析資料について、この計算方式で計算し検討したことがある (島田, 1974)。それで、泥質岩について化学分析値から、とくに粘土鉱物組成が IMBRIE, POLDERVAART の計算方式に従うと、どのように配分されるのか試みてもむだではないと思い、改めて、わが国の第三紀層および古生層の泥質岩の化学分析資料を対象に検討した。

本稿では、IMBRIE, POLDERVAART の計算方式を概説し、その計算方式で求めた泥質岩の鉱物組成に関するいくつかの問題について述べる。

* 島根大学理学部地質学教室

第1表 鉱物種と計算に使用した化学組成

	<i>Ideal composition</i>
Pyrite	FeS ₂
Apatite	3CaO · P ₂ O ₅
Albite	Na ₂ O · Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂
Calcite	CaO · CO ₂
Dolomite	CaO · MgO · 2CO ₂
Ferrodolomite	CaO · FeO · 2CO ₂
Illite	2K ₂ O · 3MgO · (Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃) ₈ · 24SiO ₂ · 12H ₂ O
Sericite	K ₂ O · 3Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ · 2H ₂ O
Hematite	Fe ₂ O ₃
Montmorillonite	(Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃) ₂ · 8SiO ₂ · 2H ₂ O
Chlorite	4MgO · 2Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂ · 4H ₂ O
Chert	SiO ₂
Gypsum	CaO · SO ₃ · 2H ₂ O
Rutile	TiO ₂

計 算 方 式

IMBRIE and POLDERVAART (1959) の計算方式は、北米のネブラスカ、カンサス、ホクラホマの各州に分布する二疊紀の Florena shale の岩相解析から考案されたもので、minor constituents, carbonates, clay minerals, chert の4つの計算のステップからなっている。この計算方式の素材になった Florena shale に含有する鉱物は、顕微鏡, D.T.A, X線回折で鑑定, 検討され, 次の鉱物種が計算に使用した鉱物として選択された。それぞれの理想的化学組成とともに第1表に示した。

この表で, Gypsum, Rutile は SO₃, TiO₂ から求めた仮定鉱物である。IMBRIE, POLDERVAART の考案し

i. Restatement of Analysis, Calculation of Carbonates and Minor Constituents.

L. O. I. > 140° [] - 25 = [] H₂O⁺, ORGANIC MATTER

H₂O⁻ []

H₂O⁺, org. [] - H₂O⁺ calc. [] = [] % CALCULATED ORGANIC MATTER

SO₃ [] ÷ 80.06 = [] A × 172.18 = [] % GYPSUM

S [] ÷ 64.12 = [] D × 119.97 = [] % PYRITE

P₂O₅ [] ÷ 141.95 = [] B × 310.19 = [] % APATITE

Na₂O [] ÷ 61.98 = [] T × 524.30 = [] % ALBITE

TiO₂ [] = [] % RUTILE

CO₂ [] ÷ 44.01 = []

CaO [] ÷ 56.08 = [] - A - 3B = [] - E = [] × 100.09 = [] % CALCITE

MgO [] ÷ 40.32 = [] X - E = [] F [] E × 184.42 = [] % DOLOMITE

K₂O [] ÷ 94.20 = [] H

Fe₂O₃ [] ÷ 159.70 = [] - D/2 = [] G

Al₂O₃ [] ÷ 101.96 = [] - T = [] K

SiO₂ [] ÷ 60.06 = [] W

Subtotal []

24 × D [] O₂ for SO₂

8 × Y [] O₂ for ankerite

[] Wet total 1

* If F < 0, calculate ankerite instead of dolomite:

E - X = [] Y × 215.95 = [] % FERRODOLOMITE

G - Y/2 = [] G' +

E - Y = [] × 184.42 = [] % DOLOMITE

[] % ANKERITE

Note: treat G' as G below.

第1図-(a) 計算方式 (IMBRIE and POLDERVAART, 1959)

〔2〕 carbonates

CO₂の分子比から gypsum と apatite に使った CaO を差引いた残りの CaO の分子比を引く。残余の (E) は dolomite に CO₂の全部を使い果すに必要な量を示している。有効な CaO から (E) を引くことによって calcite を算定するための有効分子比とし、それぞれ calcite, dolomite を計算する。なお、total MgO と CaO が CO₂を使い果すに不充分なとき (F < 0), ferrodolomite を算出し、最後に ankerite を計算する。

〔3〕 Clay minerals

MgO→F, K₂O→H, Fe₂O₃→G, Al₂O₃→K, SiO₂→W と所定の方式のように計算し clay minerals の算定に用いる。なお、Fe₂O₃の (G) については pyrite の ferrous iron として用いるべき成分を引き、(-D/2) の修正が加えられている。IMBRIE, POLDERVAART の化学分析では、FeO は分析せず鉄の全部は Fe₂O₃ として表わしている。clay minerals と hematite の計算には第1図-(b)を用い、K₂O/MgOの相対的量比により、次の (A), (B), (C) のいずれかの計算方

iii. Calculation of Free Silica.

$$\boxed{\text{W}} - 6T \left\{ \begin{array}{l} [A] - 24L - 6M - 8Z \\ [B] - 24N - 2P - 8R \\ [C] - 6G - 6\alpha - 2\beta - 8\theta \end{array} \right\} = \boxed{} \times 60.06 = \boxed{} \% \text{ CHERT}$$

iv. Summary.

minor constituents		%	proportional parts
GYPSUM	<input type="text"/>	CALCITE	<input type="text"/>
PYRITE	<input type="text"/>	DOLOMITE	<input type="text"/>
APATITE	<input type="text"/>	CLAYS	<input type="text"/>
ALBITE	<input type="text"/>	total	<input type="text"/>
RUTILE	<input type="text"/>		
HEMATITE	<input type="text"/> <input type="text"/>	Dolomite as % total carbonate =	<input type="text"/>
carbonates			
CALCITE	<input type="text"/>		
DOLOMITE	<input type="text"/>		
ANKERITE	<input type="text"/> <input type="text"/>		
clays			
ILLITE	<input type="text"/>		
SERICITE	<input type="text"/>		
CHLORITE	<input type="text"/>		
MONT.	<input type="text"/> <input type="text"/>		
CHERT	<input type="text"/> <input type="text"/>		
Subtotal ₂	<input type="text"/> <input type="text"/>		

v. Calculation of H₂O⁺.

$$\left. \begin{array}{l} [A] \quad L \quad Z \\ 2A + 12 \quad + 2M + 2 \quad + 4P \\ [B] \quad N \quad R \\ [C] 2A + 2G + 2\alpha + 2\theta + 4\beta \end{array} \right\} = \frac{\boxed{}}{18.02} = \boxed{} \text{ H}_2\text{O}^+, \text{ calc.}$$

vi. Computation Check.

$$\text{SO}_3 + \dots + \text{SiO}_2 \quad \text{Subtotal}_2 - \text{H}_2\text{O}^+ \text{ calc.} + 8Y + 24D$$

$$\boxed{} = \boxed{}$$

Dry total₁ Dry total₂

vii. Wet Total Check.

$$\text{Subtotal}_2 + \text{calc. org. matter} + \text{H}_2\text{O}^- = \boxed{} \text{ Wet total}_2$$

[Imbrie & Poldervaart, 1959]

第1図-(c) 計算方式 (その3)

式で行う。

(A) $K_2O > MgO$ で $(3H/2F \geq 1)$ の場合：

MgOの全部は illite に、 K_2O の残余は illite に使わずに sericite に計算する。さらに、 $8MgO - Al_2O_3 > 0$ 、すなわち $(8L - K > 0)$ で Al_2O_3 が少ない場合、 $Fe_2O_3 - (8MgO - Al_2O_3)$ から hematite を計算し、反対に $(8L - K < 0)$ の場合 Al_2O_3 と Fe_2O_3 から montmorillonite を計算する。

(B) $K_2O \leq MgO$ で $(3H/2F < 1)$ の場合：

この場合はさらに Fe_2O_3 と K_2O の相対的量比によって、(B) か (C) のいずれかの方式を用いる。もし、 $Fe_2O_3 - (4K_2O - Al_2O_3) > 0$ 、すなわち $(G - \Delta > 0)$ のとき、 K_2O は illite に、残余の MgO は chlorite に計算する。次に K_2O と Al_2O_3 について $(8N - K)$ の相対的量によって、次のような(B)-(1)か(B)-(2)のいずれかの方式を用いる。

(1) K_2O が多い場合、 $(8N - K > 0)$ は illite と hematite を計算する。

(2) K_2O が少ない場合、 $(8N - K < 0)$ は illite と montmorillonite を計算する。

(C) $K_2O < MgO$ で $(3H/2F < 1)$ さらに $(G - \Delta < 0)$ の場合：

この場合 Fe_2O_3 、 K_2O 、MgO、 Al_2O_3 は、それぞれ所定の方式で Fe-sericite, sericite, chlorite, montmorillonite を計算する。

[4] free silica - chert

これまでに使わなかった SiO_2 は第1図-(c)のiiiの方式により、ここでまとめて chert として計算する。

第1図-(c)のiv. Summary には、以上の計算した minor constituents, carbonates, clays, chert のそれぞれの値を記入するために準備されてある。また、 (H_2O^+) は第1図-(c)のvの方式により計算する。

計算値のチェック：2つの方法がある(第1図-(c)のvi, vii参照)

① SO_3 から SiO_2 までの酸化物の重量%を加算した Dry total₁ と鉱物の重量%の総和 (Subtotal₂—第1図-(c)のiv. Summary 参照) から H_2O^+ の計算値を引いた Dry total₂ とを比較する(第1図-(c)のvi)。なお、ankerite と pyrite の計算に使用した鉄は ferrous iron であるので、これに加えられた差を計算に入れることが必要なため $8Y + 24D$ を加える修正がなされている。

② 灼熱減量 (L.O.I.) を含む本来の分析値 (Wet

total₁—第1図-(a)) と Subtotal₂ (計算上の鉱物%の総和) に計算された有機物と結合水 (H_2O^-) を加えて得られた Wet total₂ (第1図-(c)のvii) とを比較する。

IMBRIE, POLDERVAAT はこのほか計算値の精度を確かめるのに、HCl による不溶性残渣の量と計算値の total clays + chert の量の比較、X線回折と計算値の clay minerals の比較などを試みている。

計算方式に用いた日本の泥質岩の化学分析資料

わが国における泥質堆積岩の無機的地化学的研究は全般に少なく、その泥質岩の化学分析に関する資料も、火成岩、変成岩に較べてはるかに少ない。しかし、高橋純一、八木次男は石油鉱床生成論、岩相論を堆積岩岩石学的に展開し、いち早くから本邦の新第三系油田泥岩の化学分析を行い、その組成の変化を variation diagram で表わし考察している(八木, 1929; 高橋・八木, 1930; 高橋, 1931)。阿部正宏、本島公司、狛武も堆積岩の地球化学的論点にたち、第三系泥質岩の化学分析を行い、化学組成と堆積環境の関連を論じている(阿部, 1960; ABE, 1962; 本島ほか, 1960; 狛, 1974)。

一方、原村 寛および片田正人、神戸信和らは、泥質岩の化学組成は堆積岩および変成岩の研究上重要な意味をもっていることを強調し、主として、わが国の古生層粘板岩の化学組成に関する一連の研究を行っている(原村, 1961 a, 1961 b, 1962, 1963; 都城・原村, 1962; KATADA *et al.*, 1963; 神戸ほか, 1969)。その後、稲積章生も中国地方の古生層泥質岩の化学組成について、地球化学的に検討している(稲積, 1975)。

これらの諸文献による日本の泥質岩の化学分析資料から、67個の分析値について IMBRIE and POLDERVAART (1959) の計算方式を適用し、鉱物組成の計算を試みた。計算方式に用いた泥質岩分析資料は下記のものである。〔() の数字は計算資料の個数を示す。また、*の地質時代は引用した原著にしたがっている。〕

・北海道

- 増幌層 (2), Miocene (高橋・八木, 1930)
- 幌内層 (1), Eocene (高橋・八木, 1930)
- 春採層 (1), Eocene (本島ほか, 1960)

・秋田油田地域

- 船川層 (3), Miocene (ABE, 1962)
- 女川層 (4), Miocene (ABE, 1962)

第2表 日本の第三紀層、古生層泥質岩の化学分析から求めた鉱物組成

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	53.64	75.59	60.31	65.58	60.79	57.80	63.65	60.92	61.31	64.92
TiO ₂	0.71	0.44	0.93	0.59	0.54	0.61	0.51	0.80	0.73	0.73
Al ₂ O ₃	22.83	10.48	15.45	12.31	13.92	13.41	11.96	17.88	17.23	15.87
Fe ₂ O ₃	1.55	5.86	7.07	6.38	2.41	3.31	1.88	2.18	2.29	2.80
FeO	2.19	-	-	-	2.08	2.04	3.04	4.51	3.88	1.73
MnO	0.04	0.07	0.09	0.11	0.06	0.07	0.05	0.06	0.06	0.05
MgO	1.54	1.26	3.34	2.69	2.16	2.52	1.86	2.89	2.17	1.96
CaO	1.23	0.96	1.16	1.88	2.20	1.66	2.09	0.79	0.24	0.36
Na ₂ O	1.55	1.05	2.89	1.51	1.63	1.48	1.21	2.95	2.09	1.94
K ₂ O	1.85	1.71	2.34	2.84	2.44	2.04	2.04	2.45	4.74	3.64
P ₂ O ₅	0.16	0.05	0.06	0.11	0.10	0.07	0.06	0.23	0.14	0.21
H ₂ O	6.84	-	-	-	4.27	6.03	5.23	3.83	3.36	3.53
H ₂ O	3.91	-	-	-	6.12	7.56	5.18	0.29	0.65	1.05
Ig.L	-	3.06	6.72	5.81	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	0.97	1.21	0.72	-	0.83	-
CO ₂	0.11	-	-	-	-	-	0.23	-	-	-
Total	98.15	100.53	100.36	99.81	99.69	99.81	99.71	99.78	99.72	98.79
Apatite	0.35	0.11	0.12	0.24	0.22	0.15	0.13	0.50	0.30	0.46
Albite	13.11	8.88	24.45	12.77	13.79	12.52	10.23	24.95	17.68	16.41
Rutile	0.71	0.44	0.93	0.59	0.54	0.61	0.51	0.80	0.73	0.73
Pyrite	-	-	-	-	-	-	-	2.06	-	1.31
Hematite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.12
Calcite	1.85	1.61	1.09	3.12	3.71	2.81	3.60	0.92	0.13	0.20
Illite	27.89	25.79	35.28	42.83	36.39	30.76	30.76	36.95	50.33	45.38
Chlorite	1.21	0.56	6.35	2.99	2.05	4.18	1.90	4.55	-	-
Sericite	-	-	-	-	-	-	-	-	11.50	4.97
Mont.	41.01	18.86	11.57	3.42	10.73	15.52	13.81	12.95	-	-
(Clays)	70.11	45.21	53.20	49.24	49.17	50.46	46.47	54.45	61.83	50.35
Chert	11.25	44.77	17.74	33.23	25.62	23.20	32.15	15.92	18.09	28.04

1. 古第三系春採層(本島ほか, 1960), 2. 中新世女川層(ABE, 1962), 3. 中新世草薙層(ABE, 1962), 4. 中新世山内層(ABE, 1962), 5. 後期鮮新世西山層(原村, 1963), 6. 中新世椎谷層(原村, 1963), 7. 中新世天津層(原村, 1963), 8. 二疊紀登米層(KATADA *et al.*, 1963), 9. 二疊紀万場層(原村, 1961 a), 10. 二疊紀(木曾山地)(KATADA *et al.*, 1963).

• 出羽丘陵～脊梁地域

古口層(4), Miocene (ABE, 1962)
 名高山層 }
 草薙層 } (8), Miocene (ABE, 1962)
 山内層 }

• 新潟油田地域

灰瓜層(1), Early Pliocene* (原村, 1963)
 西山層(5), Late Pliocene* (原村, 1963)

椎谷層(3), Miocene* (原村, 1963)

寺泊層 }
 七谷層 } (7), Miocene (ABE, 1962)

• 房総半島

黄和田層(1), Pliocene* (原村, 1963)

天津層(3), Miocene (原村, 1963)

• 北山土地

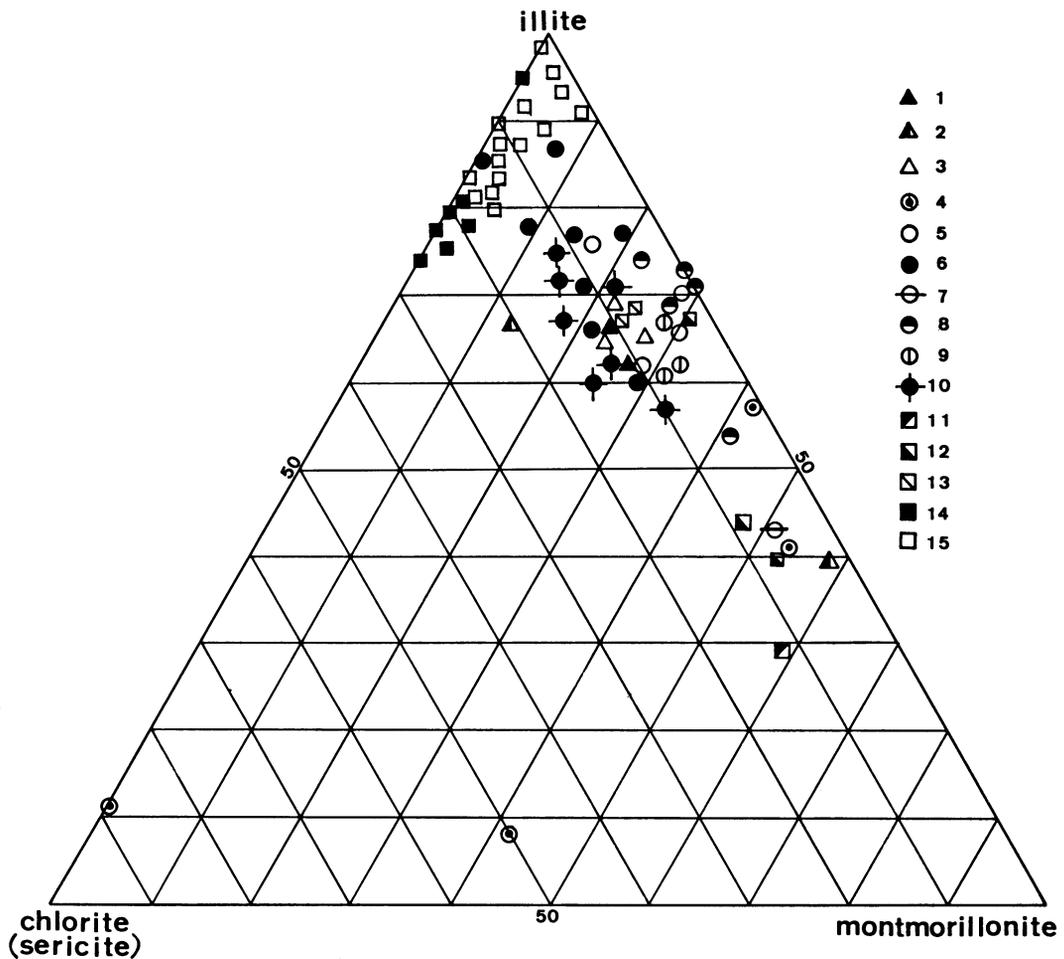
登米層粘板岩(2), Permian(KATADA *et al.*, 1963)

- 秩父山地
万場層粘板岩(7), Permian(原村, 1961a)
 - 木曾山地
古生層粘板岩(15), Permian(KATADA *et al.*, 1963)
- なお, 第三紀層および古生層の化学分析から求めた鉱物組成の主な例を第2表に示した。

計算結果の考察

minor constituentsでapatiteは第三紀層0.1~0.2%に対し, 古生層0.3~0.5%である。Albiteは第三紀層13~18%, 古生層12~25%と全般に多く,

しかも, かなり変化がみられ minor constituentsとはいえない。また, アルカリでNa₂Oの全部をalbiteとしてとりあつかってよいものかどうか, これは不適當で検討すべきものと思われる。計算に引用した日本の泥質岩化学分析には, SO₃とSの分析値がないのでgypsumとpyriteの計算はできない。しかし, 一般に泥質岩中にはかなりの量のpyriteを含んでいる。CarbonatesでcalciteはCO₂の分析値がなく, 便宜的にCaOから算出したが, これも不適當であろう。Clay mineralsについては既に述べたように, IMBRIE, POLDERVAATの計算方式はよく組まれ考案されてお



第2図 illite-chlorite(sericite)-montmorillonite ダイアグラム
(日本の第三紀層, 古生層泥質岩資料(67個)の粘土鉱物組成)

1. 増幌層, 2. 幌内層・春採層, 3. 般川層, 4. 女川層, 5. 古口層, 6. 名高山層・草薙層・山内層, 7. 灰瓜層, 8. 西山層, 9. 椎谷層, 10. 寺泊層・七谷層, 11. 黄和田層, 12. 天津層, 13. 登米層(古生層), 14. 万場層(古生層), 15. 木曾山地(古生層)。

り、この点は筆者が注目した素因である。

計算方式に用いた第三紀層、古生層 67 個の泥質岩資料について、それぞれの粘土鉱物組成を illite—chlorite (sericite)—montmorillonite の三角ダイアグラムで示した (第 2 図)。

秋田油田地域と出羽丘陵～背梁地域の女川層 (出羽丘陵の名高山層、新庄盆地の草薙層、横手盆地東縁の山内層など女川層相当層を含む)、および船川層 (新庄盆地の古口層を含む) は、 SiO_2 80% を越える女川層珪質頁岩 2 個の資料を除いて大きな相違はなく、比較的まとまった領域にプロットされている。ただ、全般に秋田油田、出羽丘陵の日本海沿岸地域から内陸盆地、背梁地域にかけて、わずかに montmorillonite の減少、illite の増加して行く傾向がみられる。新潟油田地域の七谷層、寺泊層は、女川層、船川層とはほぼ類似した組成を示すが、椎谷層、西山層、灰瓜層は chlorite が若干少ない傾向がみられる。非グリーンタフ地域の房総半島の黄和田層、天津層は、1 個の天津層資料を除いて、上記のグリーンタフ地域の各層のものより illite が少なく、montmorillonite が多く算出されている。

古生層粘板岩の粘土鉱物組成について、北上山地の登米層は油田地域の女川層、船川層に類似するが、秩父山地の万場層と木曾山地の粘板岩は、montmorillonite が少なく illite にとむまとまった領域にプロットされている。しかも、登米層を除く古生層粘板岩は chlorite を作らず、すべて sericite が算出され、第三紀層と明瞭な相違がみられる。

このように、日本の泥質岩の粘土鉱物組成は、地質時代と地域性によってそれぞれの特徴が示された。古生層粘板岩と第三紀層泥質岩の相違について、古生層に illite が多いことは K_2O の量の反映である。GRIM (1953) は、一般に泥質岩は堆積したときに montmorillonite, kaolinite を多く含むが、その後の続成で変化し、とくに montmorillonite は古生代やそれ以前の泥質岩にはきわめて少ないと述べている。また、青柳ほか (1975) も日本の第三系および白亜系泥質岩中の粘土鉱物について、白亜系は第三系と比較して montmorillonite が減少し、illite が増加していることを指摘している。GRIM (1953)、青柳ほか (1975) の見解や、続成作用による粘土鉱物の変化と対応して、IMBRIE and POLDERVAART (1959) の計算方式による粘土鉱物組成でも、日本の古生層と第三紀層とで明瞭な相違関係が示された。

あ と が き

IMBRIE and POLDERVAART (1959) の計算方式は、彼等もその論文で、“この計算法に関して重要なことは、多くの研究者から意見を述べていただき、この方法を実用化することも一つの目的である”と明確に述べている。その後、NICHOLLS (1962) が IMBRIE and POLDERVAART の計算法を引用し、泥質岩の化学分析から独自の計算法を考案している。原村 (1961 a, 1961 b, 1962) は古生層粘板岩の化学組成の一連の研究で、たとえばアルミナの過剰の程度のような成分相互の量比を見やすくするための一つの手段として、C.I.P.W. ノルムを計算し考察している。しかし、まきがきでも述べたように、泥質岩の化学分析に関してこれらの “normative minerals” の表現は、ほとんど普及されないまま今日に及んでいる。

本稿ではこれらの背景をふまえて、わが国の第三紀層および古生層の泥質岩の化学分析資料を IMBRIE and POLDERVAART (1959) の計算方式に適用し、検討を試みたものである。算出された鉱物組成や、この計算方式の実用価値の可否の問題になると、前項でも述べたように minor constituents, carbonates の算出には、2・3 の不適当な点が指摘される。しかし、clay minerals の計算方式は非常に注意深く組まれていて、illite—chlorite (sericite)—montmorillonite ダイアグラムによる粘土鉱物組成で興味ある結果が得られた。続成作用を考慮すると、鉱物種の選択でゼオライトを加える工夫も必要であるかもしれない。谷口・阿部 (1976) は、クリノプチロル沸石岩のノルム計算法の一試案を試みている。

いずれにしても、泥質岩の化学分析値から “normative minerals” を求め、規定することは至難な問題であるが、顕微鏡観察、HCl による不溶性残渣のチェックや X 線回折の資料と併用して、このような計算方式を使用して行くことは、決して無意味ではなく有効であろうと思われる。

文 献

- 阿部正宏, 1960: 石油母層の岩石学的堆積学的考察 (石油母岩の研究第 5 報). 石油技協誌, **25**, 58—66.
 ABE, M., 1962: Studies on the source rocks of petroleum in northeastern Honshu, Japan. *Sci. Rept. Tohoku Univ. Ser. III*, **7**, 343—404.
 青柳宏一・小林 登・風間利栄, 1975: 本邦含油第三

- 系および白亜系堆積岩中の粘土鉱物. 須藤俊男教授退官記念論文集, 167-172.
- GRIM, R. E., 1953: Clay mineralogy. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
- 原村 寛, 1961 a: 古生層の粘板岩の化学組成 I. 三波川変成帯より太平洋側の地域. 地質雑, **67**, 618-622.
- , 1961 b: 古生層の粘板岩の化学組成 II. 長野県辰野・塩尻地方. 地質雑, **67**, 671-675.
- , 1962: 古生層の粘板岩の化学組成 III. 西南日本内帯の3地域. 地質雑, **68**, 29-32.
- , 1963: 古生層の粘板岩の化学組成 V. 古生層と第三紀層の比較. 地質雑, **69**, 201-206.
- IMBRIE, J. and POLDERVAART, A., 1959: Mineral compositions calculated from chemical analyses of sedimentary rocks. *Jour. Sed. Pet.*, **29**, 588-595.
- 稲積章生, 1975: 中国地方の古生層泥質岩の化学組成. 地質雑, **81**, 513-520.
- KATADA, M., ISOMI, H., OMORI, E. and YAMADA, T., 1963: Chemical composition of Paleozoic rocks from northern Kiso district and of Toyama clayslates in Kitakami mountainland: I. Chemical composition of pelitic rocks. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, **49**, 85-100.
- 神戸信和・片田正人・大森貞子, 1969: 南部北上山地の二疊系登米粘板岩の化学組成および堆積環境. 地調月報, **20**, 1-11.
- 粕 武, 1974: 油田第三系における泥質岩の化学組成. 地調報, No**250-2**, 211-227.
- KRUMBEIN, W. C. and PETTIJHON, F. J., 1938: Manual of sedimentary petrography. New York, Plenum, 549 p.
- MASON, B., 1966: Principles of geochemistry, Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- 松井義人・一國雅巳訳, 1970: メイスン 一般地球化学. 岩波書店.
- MIESCH, A. T., 1962: Computing mineral compositions of sedimentary rocks from chemical analyses. *Jour. Sed. Pet.* **32**, 217-225.
- 都城秋穂・原村 寛, 1962: 古生層の粘板岩の化学組成IV 地向斜堆積物の帯状分布と変成帯の位置. 地質雑, **68**, 75-82.
- 本島公司・安藤 厚・川野昌樹, 1960: 水成岩の研究について——化学組成と堆積環境——. 石油技協誌, **25**, 298-303.
- NICHOLLS, G. D., 1962: A scheme for recalculating the chemical analyses of argillaceous rocks for comparative purposes. *Amer. Mineral.*, **47**, 34-46.
- 島田昱郎, 1974: 泥質岩の化学分析値から求めた鉱物組成に関する2・3の問題(要旨). 石油技協誌, **39**, 255.
- 高橋純一・八木次男, 1930: 増幌及び石狩黑色頁岩の化学成分. 岩鉱誌, **4**, 225-227.
- , 1931: 本邦油田泥岩の化学成分. 岩鉱誌, **6**, 8-21, 101-108, 162-166.
- 谷口政頼・阿部智彦, 1976: クリノプチロル沸石岩の化学組成——クリノプチロル沸石岩のノルム計算法の一試案——. 三鉱学会講演要旨集(鹿児島), 65.
- 八木次男, 1929: 幌内頁岩の化学成分. 岩鉱誌, **2**, 70-71.