原 著 論 文

新潟油田地域新第三系堆積岩中の海緑石について*

青 柳 宏 一**

(昭和 40 年 3 月 23 日受理)

Glaucinite from the Sedimentary Rocks of Neogene
Tertiary System in Niigata Oil Field Area

By

Kooichi AOYAGI

Abstract: In this paper, the writer describes the mineralogical study of glauconite from the various sedimentary rocks of Neogene Tertiary system in Niigata oil field area by the methods of optical observation and X-ray diffraction analysis, and lastly he concludes as follows:

- 1) These glauconite samples are classified into mica like type (a_1 , a_2), montmorillonite-illite mixed layer like type (b_1 , b_2), montmorillonite like type (C) and mineral mixture type (D).
- 2) It is considered they must be derived from such a source materials as volcanic detritus.
- 3) Glauconitization will be promoted strongly in an anaerobic sedimentary environment having a larger quantity of organic materials and a slower sedimentary velocity with lesser sediments, because the sufficient contact action by sea water is necessary for glauconite formation.
- 4) As a similar glauconite are formed in a resembling environment, so the correlation by using glauconite is available only such a formations which has deposited in the same basin having a fixed environment.

1. 序 論

海緑石は、元来、主として海成堆積岩中に産する裂片を有する球形状***の鮮緑色鉱物粒に対する総称として用いられてきた。

この海緑石に対する鉱物学的な定義は、種々の研究者によりなされているが、須藤⁽⁹⁾ (1953) は、一般に鮮緑色で、雲母状の 3 層型結晶構造を持ち、 $K_{1-0.5}(Al, Fe^{II}, Fe^{III}, Mg)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$ の化学組成を有する

ものと述べている。

近年来、海緑石についての認識が進み、さらに研究方法の進歩に伴って、従来海緑石と称されていたものには、鉱物学的意味での海緑石以外にそれと全く異種の鉱物、例えば緑泥石などがあり、また異種の鉱物と海緑石との中間生成物もあることが認められてきた。

この海緑石研究の歴史は非常に古く、19 世紀末に Murray および Renard (1891) などによりすでに研究が始められており、その後も Grunner (1935), Galliher (1939), Hendricks および Ross (1941), Light (1952), Grim (1953), Cloud⁽⁴⁾ (1955), Burst⁽³⁾ (1958) など多くの研究者達が、海緑石の起源、形成、性質、形態などについて種々の報告を行なっている。

わが国においては、高橋・八木 (1929) が本邦産海緑

* 一部は昭和 38 年度石油技術協会総会で講演発表した。

** 石油資源開発 (株) 技術研究所

*** 高橋・八木 (岩鉱誌, 1929) は、海緑石の形態には、(1) 粘粒状、(2) 集粒状、(3) 色素性、(4) 間隙充填状、(5) 置換状のものがああり、(1)、(2) では主として球形状を呈するが、(3)、(4)、(5) は様々になると報告している。

第1表 海緑石試料の産状

坑井	層 準	試料の深さ (m)	試料の外観	母岩の岩相	母岩の 有 孔 虫
紫雲寺 SK1	推 谷 層	1424	暗緑灰色	泥質凝灰岩	Haplophragmoides cfr. subgrolosa
		1425	緑 灰 色		
		1435	淡緑灰色		Martinottiella communis
		1460	"	凝灰質泥岩	Epistominella puccella
		1470	"		Bulimina pupoides
	上郷寺泊層	2100	"	暗灰色泥岩	Angulogerina kokuzuraensis Uvigerina sp.
紫雲寺 SK3	推 谷 層	1590	淡 灰 色	緑灰色泥岩	Cyclamina puccella
		1640	淡緑灰色	凝灰質泥岩	Bulimina pupoides
		1670	緑 灰 色		Milammina echigoensis
紫雲寺 SK40	推 谷 層	1680	暗緑灰色	凝灰質泥岩	Martinottiella communis
					Epistominella puccella
紫 三 系 SK2	上郷寺泊層	1193	淡 緑 色	互 層	Haplophragmoides cfr. subgrolosa
		1196	淡黄緑色		Uvigerina akitaensis
		1197	"	暗緑色凝灰岩	Angulogerina kokuzuraensis
		1198	淡 緑 色		
		1200	淡黄緑色		Spirasigmallinella compressa
		1202	"		
		1205	"	暗灰色泥岩	Dorothyia sp.
		1208	暗黄緑色		Martinottiella communis
		1215	"		
		1210	淡黄緑色	暗黄灰色泥岩	Milammina echigoensis
紫 三 系 SK3	上郷寺泊層	1275	暗 緑 色		
		1280	淡 緑 色		Spirasigmallinella compressa
		1290	淡黄緑色	暗灰～黒色	Martinottiella communis
		1295	淡 緑 色	泥 岩	
		1300	"		Spirasigmallinella compressa
		1305	"		Haplophragmoides cfr. subgrolosa
					Uvigerina akitaensis
北 見 附 SK1	西山層	1190	淡黄緑色	凝灰質 灰緑色泥岩	Angulogerina kokuzuraensis
		1570	淡 緑 色		Milammina echigoensis
		1575	暗黄緑色	暗灰色泥岩	Cyclamina japonica
		1585	淡 緑 色		Uvigerina akitaensis
片 貝 SK1	洪 志 層	1505	淡緑灰色	泥質凝灰岩	Haplophragmoides cfr. subgrolosa
		1510	"	中山層 砂岩	Martinottiella communis
		1525	"	砂質凝灰岩	Martinottiella communis Uvigerina sp.
小 千 谷 SK1	洪 志 層	1435	暗緑灰色		Angulogerina kokuzuraensis
		1440	"		Uvigerina akitaensis
		1450	淡緑灰色	凝灰質砂岩	Haplophragmoides cfr. subgrolosa
		1455	"		Bolivinita gadilata
		1465	"		
小 千 谷 SK2	西山層	1155	暗緑灰色		Uvigerina akitaensis
		1160	"	火砕質砂岩	Angulogerina kokuzuraensis
	洪 志 層	1165	淡緑灰色		Haplophragmoides cfr. subgrolosa
		1170	"		Martinottiella communis
		1175	暗緑灰色		
		1190	"	泥質凝灰岩	
		1225	淡緑灰色	凝灰質砂岩	

第2図 海緑石粒の顕微鏡写真

A 紫雲寺 SK.1. 2100 m の試料 (×20)

B 紫雲寺 SK.3. 1580 m の試料 (×20)

徴, すなわち海緑石化の程度によつて示される結晶度の差より, 海緑石を次のような4型に分類している。1) は典型的な海緑石であり, 非膨潤性雲母状の比較的良く配列した結晶格子を持ち, ordered glauconite と称せられる。2) は非膨潤性の雲母状結晶格子を持つが, 格子配列が乱れており, X線回折線図上での強度が弱く, disordered glauconite と呼ばれている。3) は interlayered glauconite と言われるもので, 極度に格子配列の悪い膨潤性のモンモリロナイト状結晶格子を持つものである。4) は海緑石以外に他の粘土鉱物が混在しているものであり, mineral mixed glauconite と名づけられている。

筆者は, 新潟盆地の各坑井産海緑石についてX線回折分析を行なった結果, これらにはモンモリロナイト状結晶格子を持つ interlayered glauconite の他に, イライト-モンモリロナイト混合層状結晶格子を持つ海緑石が多いことを見出し, これらをさらに細分する必要にせられたので, 第3表の如き分類を行なっている。

この表において Burst の分類と特に違っている点は, Burst の ordered 型海緑石と disordered 型海緑石とが, ともに雲母状の非膨潤性粘土物であることより, これらをA型と大きく分類し, さらに格子配列の良し悪しにより ordered 型を a₁, disordered 型を a₂ と細分したこと,

料を水でねり, ガラス板上に引伸ばして定方位皮膜を作り, これを風乾したものをX線回折分析用試料とする。

また, 試料の膨潤性をしらべるために, 定方位試料をエチレングリコールに浸し, 風乾したものについてX線回折分析を行なっている。

3. X線回折分析法による海緑石の判定

新潟油田地域坑井産海緑石のX線回折法による分析の結果は, 第3図に示している。また, 第2表は各坑井の試料について, X線回折線図上にあらわれる特徴を示しているものであり, 海緑石の(010)面について, それがモンモリロナイト状結晶格子より雲母状結晶格子までの, どの格子間隔に相当するかを明らかにしている。

3.1. X線回折線図上の特徴による海緑石の分類

Burst⁽³⁾ (1958) は, X線回折線図上にあらわれる特

第2表 X線回折分析法による解析結果

試料番号	深度(m)	試料名	Glauconite												Chlorite	海緑石
			7-13	12.6	12.3	11.9	11.6	11.3	11.0	10.8	10.5	10.3	4.5	3.3	7.3	
紫雲寺 SK.1	1424	W					S						M	M	VW	b ₁
	1425	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1435	W					S						M	M	VW	b ₁
	1460	M					S						M	M	VW	D
	2100	VW					S						M	M	VW	b ₁ + b ₂
紫雲寺 SK.2	1590	VW					S						M	M	VW	amor
	1640	VW					S						M	M	VW	b ₁ + b ₂
	1670	VW					S						M	M	VW	b ₂ (a ₂)
紫雲寺 SK.3	1680	VW					S						M	M	VW	b ₂ (a ₂)
	1193	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1196	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1197	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1198	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
紫雲寺 SK.2	1200	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1202	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1205	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1208	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1215	VW					S						M	M	VW	b ₁
紫雲寺 SK.3	1210	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1275	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1280	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1290	VW					S						M	M	VW	b ₁ + b ₂
	1295	VW					S						M	M	VW	b ₁ + b ₂
紫雲寺 SK.3	1300	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1305	VW					S						M	M	VW	b ₁ + b ₂
	1190	VW					S						M	M	VW	b ₂
	1570	VW					S						M	M	VW	b ₂
	1575	VW					S						M	M	VW	b ₂
紫雲寺 SK.1	1585	VW					S						M	M	VW	C
	1505	VW					S						M	M	VW	C
	1510	VW					S						M	M	VW	C
	1525	VW					S						M	M	VW	C
	1435	VW					S						M	M	VW	D
紫雲寺 SK.1	1440	VW					S						M	M	VW	b ₁ + b ₂
	1450	VW					S						M	M	VW	D
	1455	VW					S						M	M	VW	b ₁ + b ₂
	1465	VW					S						M	M	VW	b ₁ (a ₂)
	1155	VW					S						M	M	VW	b ₁
紫雲寺 SK.2	1160	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1165	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1170	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1175	VW					S						M	M	VW	b ₁
	1190	VW					S						M	M	VW	b ₁
紫雲寺 SK.2	1215	VW					S						M	M	VW	b ₁

V.S.	海	shp	海
W	海	brd	海
VW	海	amor	海

第3表 X線回折型による海緑石の分類

分類	ピーク (Å)	回折型
A	a ₁ 10.3	雲母状で結晶格子の配列が良く非膨潤性
	a ₂ 10.8	雲母状で結晶格子の配列がやや悪く非膨潤性
B	b ₁ 10.8	モンモリロナイト-イライト混合層状で結晶格子の配列が良く膨潤性
	b ₂ 11.6	モンモリロナイト-イライト混合層状で結晶格子の配列が良く膨潤性
C	c ₁ 12.6	モンモリロナイト状で結晶格子の配列が非常に悪く膨潤性
	c ₂ 17.0	海緑石以外に他の粘土鉱物を含むもの

第3-a図 紫雲寺 SK.1 産海緑石のX線回折線図

ならびに雲母状海緑石とモンモリロナイト状海緑石との中間にモンモリロナイト-イライト混合層状海緑石を B (b₁・b₂) として分類したことである。

3.2. 各坑井産海緑石の解析結果

紫雲寺 SK.1 産の海緑石は、b₁・b₁ (含 a₂)・b₁ + b₂・b₂・D など種々の型があり、その海緑石化の程度が複雑であること、および 3.3Å と 4.5Å のピークが比較的発達していることが特徴になっている。これらのうち、上部の 1,424~1,434 m の試料は主として b₁ 型であり、回折線頂部の幅がせまく、海緑石化はやや進んでいるものと思われる。これに対し下部の 1,460~2,100 m の海

第3-b図 紫雲寺 SK.3 産海緑石のX線回折線図

第3-c図 紫雲寺 SK-3D 産海緑石のX線回折線図

緑石はいずれも b_2 型に属するもので、回折線頂部の幅が広いまたは弱く、海緑石化は上部に比して遅れていると考えられる。また 1,460 m の試料は、海緑石の (010) 面のピークが比較的弱いに対し、モンモリロナイトの (001) および緑泥石の (002) 面の回折線 (17~13 および $7.3\text{\AA}$) が比較的強く、これらの鉱物の混在が認められるので、Burst の mineral mixed glauconite (D 型) であろうと判定している。

紫雲寺 SK 3 の 1,640・1,670 m の海緑石はともに紫雲寺 SK 1 の下部に類似している。すなわち b_1+b_2 型および b_2 (含 b_1) 型で、いずれも b_2 型の海緑石であり、 $4.5\text{\AA}$ および $3.3\text{\AA}$ のピークは比較的発達しているが、海緑石化は未だ初期の段階のものであると考えられる。また 1,590 m の試料は、(010) 面の発達がないため、非晶質鉱物であると思われる。

紫雲寺 SK. 4D の試料も紫雲寺 SK. 1 の下部と同様

第2-d図 東三条 SK.2 産海緑石のX線回折線図

な b_2 (b_1 含) 型であり、その (010) 面の頂部幅は 11~12 $\text{\AA}$ と広いが、 $4.5\text{\AA}$ および $3.3\text{\AA}$ のピークは比較的発達しており、ごく初期の段階の海緑石であることを示

第3-e図 東三条 SK.3 産海緑石のX線回折線図

している。

東三条 SK. 2 の試料は、いずれも $11.6 \sim 10.8 \text{ \AA}$ の強く幅広い回折線を持ち、 $4.5 \text{ \AA}$ と $3.3 \text{ \AA}$ の回折線が一段と強くなっていることが特徴である。これらは新潟盆地坑井産の海緑石中もっとも海緑石化が進んだものと考えられるが、エチレングリコール処理の結果によると、いずれも膨潤性であることが判明している。またこれらをさらに細分すると、 $1,193 \sim 1,202 \text{ m}$ と $1,205 \sim 1,215 \text{ m}$ との上、下部2型に分けることができる。上部型の海緑石は下部のものに対して回折線頂部幅が $11.0 \sim 11.3 \text{ \AA}$ とせまく、さらに幾分鋭くなっており、海緑石化のやや

第3-f図 北見附 SK.1 産海緑石のX線回折線図

進んだ雲母型に近い b_1 (含 a_2) 型であり、下部型はそれとは逆に、頂部幅が $10.8 \sim 11.6 \text{ \AA}$ とやや幅広い典型的なモンモリロナイト-イライト混合層型 (b_1 型) を呈している。

東三条 SK. 3 の海緑石は東三条 SK. 2 と同様に b_1 型が主体となっているが、さらに3型に細分することができる。1 は $1,210 \text{ m}$ および $1,300 \text{ m}$ の型で、 $11.0 \sim 11.6 \text{ \AA}$ の強い回折線を持つ典型的な b_1 型である。2 の型は $1,275 \cdot 1,280 \text{ m}$ の試料の如く、 b_1 型と類似しているが、 b_2 型の形態をも備えるもので、1 の型より海緑石化のやや遅れた結晶形態を持つ b_1 (含 b_2) 型である。3 は $1,290 \cdot 1,295 \cdot 1,305 \text{ m}$ の試料にみられる型で、 b_1 型と b_2 型の混合形態をなすものであり、これの特徴は、 $11.0 \sim 12.6 \text{ \AA}$ の幅広い回折線で、モンモリロナイト-イライト混合層状の結晶形態を持つことである。

北見附 SK. 1 の海緑石には、 $1,190 \cdot 1,575 \text{ m}$ と $1,570 \cdot 1,585 \text{ m}$ との2種類の型が存在する。 $1,190 \cdot 1,575 \text{ m}$ 型の特徴は、 $11.6 \sim 12.3 \text{ \AA}$ に強く幅広い回折線を持つ典型的な b_2 型であり、この型の海緑石はモンモリロナイト-イライト混合層状の結晶形態をとっている。 $1,570 \cdot 1,585 \text{ m}$ 型の特徴は、 $13 \sim 17 \text{ \AA}$ の幅広い回

第3-g図 片貝 SK.1 産海緑石のX線回折線図

折線であり、これは極度に格子配列の悪いモンモリロナイト状結晶格子を持つ海緑石であることを示しており、Burst の interlayered glauconite (C 型) の典型的な例である。

片貝 SK. 1 産の試料にみられる特徴は、モンモリロナイトの (001) 面状の強く鋭い回折線を持つことであり、結晶格子の配列が非常に乱れた、ごく初期の段階の海緑石であることを示しているが、それ以外に海緑石の $10.3 \sim 11.0 \text{ \AA}$ の弱く幅広い回折線および $3.3 \text{ \AA}$ のやや鋭い回折線が認められるので、典型的な interlayered glauconite よりはずかに進化したC型の海緑石であろうと思われる。

小千谷 SK. 1 の海緑石には、二つの型が認められる。1つは $1,435 \sim 1,450 \text{ m}$ にみられる回折型で、 $13 \sim 17 \text{ \AA}$ の幅広い回折線および $10 \sim 12 \text{ \AA}$ の非常に幅広い回折線を持つ型であり、これはモンモリロナイト-イライト混合層状海緑石以外にモンモリロナイトも含む D 型の mineral mixtured 型海緑石である。もう1つは $1,440 \sim 1,455 \sim 1,465 \text{ m}$ の型であり、これは典型的な $b_1 + b_2$ 型の海緑石である。そしてモンモリロナイトの回折線が発達せず、また海緑石の回折線頂部幅もややせばまってい

第3-h図 小千谷 SK.1 産海緑石のX線回折線図

る点からみて、その海緑石化は前者よりもやや進んでいると思われるが、これも結晶格的にはかなり配列の悪いものである。

小千谷 SK. 2 産海緑石の特徴は、第三条 SK. 2 の下部型に類似した典型的な b_1 型のモンモリロナイト-イライト混合層状結晶格子を持つことであり、その (010) 面はいずれも幅広いが、かなり強い回折線を示している。小千谷 SK. 1 の海緑石に比して、これらの試料の海緑石化は数段と進歩しており、また新潟潟盆地産の海緑石の中でも、結晶格子の配列のかなり良いものである。

4. 海緑石の形成とその堆積環境との関連

海緑石は、他の粘土鉱物に比して特にその形成時の環境に左右され易く、堆積時およびその後の堆積条件の変化にしたがって、それに適合した形態の海緑石が形成されていくと考えられている。

第3-i図 小千谷 SK.2 産海緑石のX線回折線図

筆者は、海緑石の形成に関する多くの研究者達の報告ならびに地質学的・古生物学的な資料に基づき、いくつかの坑井に産する海緑石について、その形成に影響を及ぼすと考えられる堆積環境との関連について考察してみた。

4.1. 紫雲寺 SK.1・SK.3・SK.4D の椎谷層に産する海緑石

これらの坑井に産する海緑石は、前述した如く、主と

して b_1 型であり、海緑石化は余り進んでいない。第1図でも明らかなように、これらの坑井の椎谷層は非常に厚く、その岩相は暗灰色凝灰質泥岩で比較的一定している。しかし非常に凝灰質であり、粘土鉱物分析結果⁽²⁾によると、モンモリロナイトが 60~90% を占めるような層相である。またこれらの試料は、有孔虫の資料によれば、upper bathyal zone に堆積されたと考えられている。これらの資料により、海緑石の形成とその堆積時の環境との関連を考察してみると、まず海緑石の母材としては、母岩にモンモリロナイトの多いことならびにこれらの海緑石の結晶形態が雲母よりモンモリロナイトに近いことよりみて、モンモリロナイトを多く含むような凝灰質物質であったと考えて良いであろう。なお、この凝灰岩より海緑石への変質については、北崎・市田⁽⁶⁾ (1951) が能登地方の海緑石において詳細に論じている。この凝灰質母材は、岩相に示されるような有機物量の多い bathyal zone に堆積されたと考えられるが、この地域は鯨岡⁽⁷⁾ (1962) によると 椎谷期の 沈降部に近く、したがって堆積速度が比較的速く、しかも海水との接触時間が短かったと考えられるので、海緑石の形成にはやや不利であり*、これが海緑石化の未発達な最大の原因であると思われる。

4.2. 東三条 SK.2・SK.3 の上部寺泊層に産する海緑石

東三条 SK.2 の 1,193~1,198 m の試料は凝灰岩・泥岩互層中より、また 1,200~1,215 m の試料は暗灰色泥岩中より得られたものである。これらの海緑石は上部が b_1 (含 a_2) 型、下部が b_1 型といずれもかなり海緑石化が進んでおり、とくに上部型は全ての試料中もっとも海緑石化の進んだものである。また SK.3 の試料は、いずれも均質な黒色泥岩中に産しており、ややその型に差異があるが、ほぼ類似した b_1 型の海緑石である。これらの坑井の上部寺泊層は、他地域のそれに比して 40m 内外と非常に薄く、これは竹内⁽⁹⁾ (1962) によると、この地域が七谷期の volcanic centre であり、寺泊期にはこれを反映した uplift 域となっていたためと考えられる。しかし、有孔虫の資料は、deep stagnant zone の環境を示しているので、部分的にはかなりの起伏があったものと推定される。

これらの資料より、堆積時における種々な海緑石の母材は、部分的にやや深い海流の動きの余りない、しかも堆積物流入量のかなり少ない嫌気性の環境に堆積され

* 高橋 (1939) は、海緑石形成の最終段階として、カリウム、マグネシウムの吸着が必要であり、これは海水においてより促進されると述べている。

たとえられるので*, 母材が海水と接触する時間はやや長く, したがって海緑石の形成には好都合であり, これが比較的結晶度の良い海緑石をもたらす原因であったと思われる。これらの海緑石間のわずかな差異は, 堆積時におけるそれぞれの環境にやや差があり, 海水との接触時間, 堆積速度などの堆積条件に変化があったためと考えられる。

4. 3. 北見附 SK. 1 の上部寺泊層に産する海緑石

この坑井の上部寺泊層に産する海緑石は, 暗灰色泥岩中より得られた b_2 型および C 型のものである。寺泊期のこの地域は, 竹内⁽⁹⁾ (1962) によると, やはり七谷期の volcanic centre を反映したテラス状の海域であったが, むしろ沈降部に近く, やや深かったと考えられている。また有孔虫の資料は, この地域が upper bathyal zone であったことを示している。さらにこの地域の上部寺泊層の泥岩は, 粘土鉱物分析の結果によると⁽²⁾, やはりモンモリロナイトをかなり多く含んでいる。そして, これらの海緑石がモンモリロナイト-イライト混合層に類似の結晶形態を有することを加味すると, これらの海緑石の母材としては, 紫雲寺 SK. 1 などにおける場合と同じく, 凝灰質物質と考えることがもっとも妥当である。これらの母材は, やや公海性の堆積速度のかなり早い平穏な環境に堆積されたため, 海水との接触を十分にうけることができず, これが海緑石化の発達しなかった原因であろうと思われる⁽⁹⁾。

4. 4. 片貝 SK. 1 の浜忠層に産する海緑石

これらの海緑石は, 泥質凝灰岩および安山岩質集塊岩中に産するものであり, いずれもモンモリロナイト状結晶格子を持つ C 型である。竹内⁽⁹⁾ (1962) は, この西山期においては七谷期に形成された堆積盆地の分化が著しく, その基底は広範囲にわたり顕著な不整合が認められ, また火山活動が活発で局地的に多量の溶岩や集塊岩が堆積されたと述べている。しかし, この片貝地域は堆積盆地の中心に近く, しかも有孔虫の資料にみられる如く deep stagnant zone であったと思われる。したがって, 海緑石の母材は, 形成に有利な嫌気性で海流の動きのない環境に堆積されたが, 堆積速度が早く, 海水との接触を十分にうけることができなかつたと推定され, これが海緑石化作用に負の影響をもたらしている原因なのであろう。なお, 火成岩侵入の影響が海緑石化作用にどのような変化を与えるかは明らかでないが, 少なくとも正の方向のものであるとは思われない。

4. 5. 小千谷 SK. 1・SK. 2 の西山層 (浜忠層) に産する海緑石

小千谷 SK. 1 の試料は, 凝灰質砂岩より産した, いずれも良く類似した $D \cdot b_1 + b_2 \cdot b_1$ (含 b_2) 型の海緑石である。また SK. 2 の試料は, 火砕質砂岩, 泥質凝灰岩, 凝灰質砂岩より得たもので, いずれも典型的な b_1 型の海緑石である。この小千谷地域は, 片貝地域と近接しているが, 岩相でも明らかに西山期の volcanic centre よりやや離れていたと考えられる。また有孔虫の資料よりその環境は lower neritic ~ upper bathyal とやや浅く, しかもむしろ公海性のものであったと推定されている。これらの海緑石の母材は, 他の坑井の試料と同様に, やはり火山砕屑物であったと考えられるので, 片貝 SK. 1・小千谷 SK. 1・SK. 2 における海緑石の差異を規定するものは, 恐らく堆積環境の相違と火山の影響であったと考えられ, この点より判断すれば, 公海性の環境および火山作用は海緑石化作用に負に, 浅い深度は正に働いたとみるのが妥当である。

5. 海緑石による地層対比の問題

5. 1. 西山層 (浜忠層) について

これらの各坑井において西山層 (浜忠層) より得られた海緑石は, 北見附 SK. 1・片貝 SK. 1・小千谷 SK. 2 の試料である。これらの海緑石の母岩は, 片貝 SK. 1 の 1,510 m の試料が安山岩質集塊岩である以外はいずれも凝灰質砂岩または泥岩であり, 岩相上大きな変化は認められず, また有孔虫による対比も充分可能である。しかるに, これらの海緑石はそれぞれ $b_2 \cdot b_1 \cdot C$ 型とかなり異なっており, むしろそれぞれの地域や各坑井毎の特徴が顕著にみられる。

5. 2. 椎谷層 (荒谷層) について

椎谷層 (荒谷層) は, 紫雲寺 SK. 1・SK. 3・SK. 4D, 東三条 SK. 3 および片貝 SK. 1 の各坑井において認められる。これらの岩相は, 凝灰質砂岩および泥岩であり, 古生物学的にもそれほど差異が認められない。しかし, これらの各坑井の海緑石は, これに反して, b_1 (含 a_2) $\cdot b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot C \cdot D$ 型と非常な変化を示している。

5. 3. 上部寺泊層について

上部寺泊層の試料は, 紫雲寺 SK. 1, 東三条 SK. 2・SK. 3, 北見附 SK. 1 の各坑井に分布している。これらの各母岩の岩相は, 特徴のある暗灰~黒色泥岩であり, また有孔虫化石の資料においてもさしたる変化は認められない。これらの坑井に産する海緑石には, b_1 (含 a_2) $\cdot b_1 \cdot b_1$ (含 b_2) $\cdot b_1 + b_2$ 型など b_1 型が多く認められるが, $b_2 \cdot C$ 型も見出すことができる。そして大まかな見かたをするならば, 東三条 SK. 1 と SK. 2 とはともに b_1

* Cloud⁽⁴⁾ は, 海緑石の形成には環元的状態を必要とするので, 酸素供給量の少ない腐敗有機物量の多い嫌気性の環境の方が, 海緑石の形成に有利であると述べている。

型で良く似ており、北見附 SK. 1 (b_2 型)、紫雲寺 SK. 2 ($b_2 \cdot C$ 型) などとかなり異なっていると言えよう。

以上の如く、新潟盆地の各層準に産する海緑石は、同一層準であっても地域的に離れた坑井においては、かなりその型が異なっている。そして、同一層準で堆積環境の等しいような近距離の坑井間の海緑石、またはむしろ同一坑井の近い層準に産する海緑石においてのみ、その形態が類似することが多い。これは Cloud⁽⁴⁾ (1951) が述べているように、“類似した堆積環境においてのみ類似の海緑石が形成される”ことを裏付けるものに他ならない。したがって、海緑石による対比は、ある堆積時期において堆積環境の変化が起らないような広い堆積盆地内においてのみ有効であり、堆積盆地の分化が激しく、離れた地域間の堆積環境が異なるような場所では、適用することが困難になってくる。

6. 結 論

新潟油田地域の 9 坑井の新第三系堆積岩より産した 45 個の海緑石試料について、光学的観察ならびに X 線回折法による分析を行ない、次のような結果を得た。

(1) これらの海緑石は、通常光沢のある鮮緑色～青黄緑色の不透明な粒子であり、主として球形で裂片を持ち、0.5 mm 以下のものと 1 mm 以下のものとの 2 種類が認められた。

(2) X 線回折分析の結果に基づき、新潟盆地産の海緑石を、雲母状の A ($a_1 \cdot a_2$) 型、モンモリロナイト～イライト混合層状の B ($b_1 \cdot b_2$) 型、モンモリロナイト状の C 型、鉱物混合の D 型の 4 型に分類した。

(3) これらの海緑石は、B および C 型が多い。すなわち、紫雲寺 SK. 1 の椎谷層は $b_1 \cdot b_1$ (含 a_2) $\cdot b_1 + b_2 \cdot D$ 型であり、上部寺泊層は b_2 型である。紫雲寺 SK. 3 の椎谷層は b_2 (含 b_1) $\cdot b_1 + b_2$ 型である。紫雲寺 SK. 4D の椎谷層は b_2 (含 b_1) 型である。東三条 SK. 2 の上部寺泊層は b_1 (含 a_2) $\cdot b_1$ 型である。東三条 SK. 3 の椎谷層は b_1 型、上部寺泊層は $b_1 \cdot b_1$ (含 b_2) $\cdot b_1 + b_2$ 型である。北見附 SK. 1 の西山層は b_2 型、上部寺泊層は $b_2 \cdot C$ 型である。片貝 SK. 1 の浜忠層、荒谷層は C 型である。小千谷 SK. 1 の浜忠層は b_1 (含 b_2) $\cdot b_1 + b_2 \cdot D$ 型である。小千谷 SK. 2 の西山層 (浜忠層) は b_1 型である。

(4) これらの海緑石の母材は、火山砕屑物が多かったものと推定される。

(5) これらの海緑石は、upper bathyal zone に堆積されたものが多いが、deep stagnant zone, lower neritic zone の場合もある。

(6) 海緑石の形成は、東三条 SK. 2 の上部寺泊層中の海緑石の如く、嫌気性で有機物量が多く、しかも堆積速度が遅くて堆積物量が少く、海水との接触を充分にうけることの出来る環境がもっとも有利である。

(7) 海緑石による地層対比は、その内部で堆積環境の変化が起らないような堆積盆地内においてのみ有効である。

謝辞 本論文の公表を許可された石油資源開発(株)技術研究所越前屋敷一所长に感謝するとともに、日頃常に御指導・御討論をいただいている同所岩本寿一主任、渡辺其久男、工藤修治氏らに厚く御礼を申し上げる。また、これらの試料を提供していただいた同社長岡鉱業所新保久弥氏らに深甚の謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 青柳宏一 (1963): 新潟盆地含油新第三系堆積岩中の海緑石について、石油開発技研所報, Vol. 7, No. 1.
- (2) 青柳宏一 (1964): X 線回折法による本邦油田地域堆積岩の鉱物学的研究、石油開発技研特報, No. 21.
- (3) Burst J. F. (1958): “Glauconite”, Pellets: Their Mineral Nature and Application to Stratigraphic Interpretation, *Bull. A.A.P.G.*, Vol. 42, No. 2.
- (4) Cloud P. E. (1955): Physical Limit of Glauconite Formation, *Bull. A.A.P.G.*, Vol. 39, No. 4.
- (5) 樹下 惺 (1962): 裏日本含油新第三系堆積岩の粘土鉱物層序と海緑石について、粘土科学の進歩 (4), 技報堂
- (6) 北崎梅香・市田恵子 (1951): 能登地方の海緑石について、資源研彙報, 19~21 号
- (7) 鯨岡 明 (1962): 荒谷相の意味するもの、石技誌, 27 巻, 6 号
- (8) 須藤俊男 (1953): 粘土鉱物, 岩波書店
- (9) 竹内慶彦 (1962): 新潟県中部における油田の生成に関する研究、石技誌, 27 巻, 6 号