新潟堆積盆における上部鮮新統～下部更新統のシーケンス層序 —研究の現状と今後の課題—

高野 修*

Sequence stratigraphy of the Upper Pliocene to Lower Pleistocene in the Niigata Basin, central Japan ; Summary and perspectives of the sequence stratigraphic studies

Osamu Takano*

Sequence stratigraphy of the Upper Pliocene to Lower Pleistocene in the Niigata Basin was established by reviewing and correlating among previous sequence stratigraphic studies, in order to clarify the characteristics of depositional systems in a tectonically active basin. The Upper Pliocene to Lower Pleistocene strata (3.6Ma-1.1Ma) in the Niigata Basin are divided into “Sequence Ngt.III.1.N1”, “Sequence Ngt.III.1.N2” and “Third order sequence Ngt.III.2” in ascending order.

“Sequence Ngt.III.1.N1 and Ngt.III.1.N2”, which correspond to No.3 *Globorotalia inflata* bed, mainly comprise slope - submarine fan turbidite - trough-fill turbidite systems. On the other hand, “Third order sequence Ngt.III.2”, which corresponds to the horizon ranging from tephra key bed “Hap-2” at the base to “SK030” at the top, mainly comprises shelf- nearshore - delta - fluvial - alluvial fan systems in the southern part of the basin. These paralic to terrestrial depositional systems show a large scale progradational pattern from the southern part of the basin toward the north through the third order sequence, although a small scale retrogradational or aggradational pattern is observed in TST. In addition, “Third order sequence Ngt.III.2” contains high frequency depositional sequences, which were formed in response to glacio-eustatic sea-level changes.

Key words : Niigata Basin, Plio-Pleistocene, sequence stratigraphy, depositional system, paleogeography

1.はじめに

新潟新第三系～第四系堆積盆 (Fig. 1) は, 日本海東縁新第三系堆積盆 (鈴木, 1989) の一部をなし, 新潟県内を広範囲にわたって南西－北東方向に連続して分布する. 長野県北部水内地域に伸びる部分を

含めて, 信越堆積盆 (影山・鈴木, 1974) あるいは北部フォッサマグナ堆積盆と呼称されることもあるが, 本論では対象地域を新潟県内に限るため, 「新潟堆積盆」と呼称することにする. 新潟堆積盆は中部中新統～完新統の堆積岩類 (一部火山岩類) によって埋積されており, これらは部分的に層厚が6000mを超える. 新潟堆積盆の層序については, 古くから石油関係者, 地質調査所あるいは大学関係者により研究が進められ, 岩相層序および生層序が確立されてきた (影山・鈴木, 1974; 米谷, 1978; 小林・立石, 1992など). 近年ではシーケンス層序

受付: 1998年6月4日 受理: 1998年6月24日

* 石油公団石油開発技術センター地質・地化学研究室
Geology and Geochemistry Laboratory, Technology
Research Center, Japan National Oil Corporation,
1-2-2, Hamada, Mihama-ku, Chiba 261-0025, Japan

Fig.1 Index map of the Niigata Sedimentary Basin showing areal subdivision in the basin.

学による堆積盆解析がすすめられつつあり、堆積盆内各地域におけるシーケンス層序の概要が明らかになりつつある(荒戸ほか, 1994; Masuda, 1994; 荒戸・保柳, 1995; 高野, 1995; 高野ほか, 1995; Arato, 1997など)。

シーケンス層序学の概念は1980年代後半に確立され(Posamentier et al., 1988; Van Wagonar et al., 1988など), その後の世界各地における堆積盆解析に広く適用されている。シーケンス層序学は、相対的海水準変動によって形成された堆積サイクルを基本層序単位として、内包される堆積物を堆積システムの概念から成因論的に解析していく手法である。したがって、これまでの岩相層序や生層序に加え、相対的海水準変動によって形成された「堆積シーケンス」による新たな層序時間面を加えることができ、さらに成因論的に堆積システムの三次元分布とその変化を解析することができる。

本論は、現在明らかになりつつある新潟堆積盆のシーケンス層序の概要をまとめ、今後の研究のために問題点を整理することを目的とする。本論では、新潟堆積盆を埋積する中部中新統～完新統のうち、

上部鮮新統～下部更新統(およそ3.6 Ma～1Ma)のシーケンス層序を対象とし、まず堆積盆内各地域のシーケンス層序を概観した後、全体のシーケンス層序の概略をまとめ、今後の研究のための未解決点や問題点を指摘する。まだ層序対比に若干の問題点の残る上部中新統～最下部鮮新統のシーケンス層序については別稿にゆずることとする。

2.新潟堆積盆内各地域の上部鮮新統～下部更新統のシーケンス層序

新潟堆積盆では、その面積が広いことや、地表露出地域が分断されていることなどから、基本的に堆積盆地内各地域において個別にシーケンス層序学的研究が進められてきている。ここでは、新潟堆積盆を、「北蒲原地域」「新潟平野地域」「西山・中央油帯」「東山地域」「八石～魚沼地域」「東頸城地域」「富倉地域」「西頸城地域」とに分け(Fig. 1), 各地域における研究とシーケンス層序の概要を述べる(Fig. 5)。

Fig.2 Sequence stratigraphic and biostratigraphic division of the Upper Miocene to Lower Pleistocene in the Kitakambara Area (modified after Takano et al., 1995).

Fig.3 Geologic cross section of 3rd order Sequence Kkb-S and Kkb-N along a sediment supply system in the northern part of the Kitakambara Area (modified after Takano et al., 1995). This cross section is based on a sequence analysis on the seismic section.

1) 北蒲原地域

北蒲原地域においては、本論で対象とする上部鮮新統～下部更新統は西山層と呼ばれている。

北蒲原地域における最上部中新統～下部更新統のシーケンス層序は、高野ほか(1995)によってまとめられている(Fig. 2)。高野ほか(1995)は、地表地質データ、物理探査データ、坑井データを用いて、村上市～新潟市～新潟市にかけての地表露出地域・平野部・海域にわたる範囲の堆積システムとシーケンス層序をまとめた。この結果によると、最末期中新世～鮮新世～前期更新世の北蒲原地域では、堆積盆南東縁沿いに斜面および狭い陸棚があり、これを切る幾つかのフィーダーチャネルが堆積盆の中心にむかって延び、堆積盆の中心では海底扇状地が発達していた。北蒲原地域の最上部中新統～鮮新統～下部更新統は、2つの3次オーダーシーケンス(Kkb-S, Kkb-N)とこれに含まれる14の4次オーダーの堆積シーケンスに区分される(Fig. 2)。

3次オーダーシーケンス Kkb-S は、およそ6Ma～2.6Maの地層によって構成され、S1, S2, S3, S4, S5, N1, N2の7つの4次オーダー堆積シーケンスを含む(Fig. 2)。供給系に平行な断面では、これら4次オーダーシーケンスの下部のものから上部のもの順に、徐々に堆積盆側から陸側に向かってオンラップし、最終的に3次オーダーシーケンスの海進期堆積体上部から高海水準期堆積体に相当する4次オーダーシーケンス S5, N1, N2のみが最も陸側に連続して分布する(Fig. 3)。したがって、橢円山地や笹神丘陵などの堆積盆縁部の地表露出地域においては、これら S5, N1, N2のみが分布する。4次オーダーシーケンス N1, N2は浮遊性有孔虫マーカーの No. 3 *Globorotalia inflata* bed に相当する。

3次オーダーシーケンス Kkb-N はおよそ2.6Ma～1.1Maの地層によって構成され、これには N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9の7つの4次オーダー堆積シーケンスが含まれる(Fig. 2)。供給系に平行な断面では、3次オーダーシーケンス Kkb-S の場合と同様、下部の4次オーダーシーケンスほど堆積盆側で陸側に向けてオンラップして消滅し、上部の N7, N8, N9のみ陸側に連続して分布する(Fig. 3)。4次オーダーシーケンス N8, N9は浮遊性有孔虫マーカーの No. 2 *Globorotalia inflata* bed に相当する。

北蒲原地域では、3次オーダー堆積シーケンスと有孔虫化石の産出状況とに密接な関係が見られる。

上述のように最も陸側にまで分布する2つの3次オーダー堆積シーケンスの海進期堆積体上部から高海水準期堆積体にかけての層準が、ほぼ2つの *Globorotalia inflata* bed (No. 2, No. 3) に相当する。一方、基本的に海水の温度によって殻の巻方向を変えることが知られている浮遊性有孔虫 *Neogloboquadrina pachyderma* について着目すると、3次オーダーシーケンス Kkb-S と Kkb-N の海進期堆積体と高海水準期堆積体では、暖かいことを示す右巻が優勢であるのに対し、Kkb-N の低海水準期においては冷たいことを示す左巻が優勢になる。

2) 新潟平野地域

新潟平野地域においては、本論で対象とする上部鮮新統～下部更新統は西山層と呼ばれている。

新潟平野地域では、荒戸ほか(1994)、荒戸・保柳(1995)、Arato(1997)によって鮮新統～上部更新統のシーケンス層序が明らかにされている。これらの研究は、おもに物理探査データと坑井データを用いてシーケンス層序学的解析を行い、ユニット A からユニット N までの13のシーケンスに区分している。これらのうち、本論で対象とする上部鮮新統～下部更新統(およそ3.6Ma～1Ma)は、ユニット A の最上部、ユニット B、ユニット C に相当する。ユニット A とユニット B は、それぞれ3次オーダー堆積シーケンスに相当し、ユニット C は4次オーダー堆積シーケンスに相当する。ユニット A・B・C とも、主に海底扇状地堆積物からなる。ユニット A とユニット B の境界は No. 3 *Globorotalia inflata* bed 中もしくは上限近くに存在する。ユニット B とユニット C の境界は No. 2 *Globorotalia inflata* bed の下限と石灰質ナノ化石時間面10の間に、ユニット C の上限は No. 2 *Globorotalia inflata* bed の上限と石灰質ナノ化石時間面7との間の層準にそれぞれ相当する。

3) 西山・中央油帯

西山・中央油帯では、本論で対象とする上部鮮新統～下部更新統は、下位より浜忠層・稲川層・西山層・灰爪層に区分されている(黒川ほか, 1992; 小林ほか, 1993)。

この地域のシーケンス層序に関する報告はこれまでないが、筆者の予察的研究によれば、以下のようなシーケンス区分が可能である。浜忠層はほぼ全体で1つのタービダイトによる上方細粒化サクセシヨ

ンを示し、1つの堆積シーケンスを形成する。その上位の稲川層基底はシーケンス境界に相当する。稲川層から西山層下部にかけてはタービダイト～斜面～堆積盆底システムによる上方細粒化サクセションを示し、1つの堆積シーケンスを形成する。西山層中の火山灰鍵層 Hap の下位には、他の地域からの対比からシーケンス境界が推定されるが、泥質堆積物からなるため、陸上サクセションからは不明瞭である。西山油帯では、地域的隆起運動により、火山灰鍵層 Jop から Iz 間において地層が欠如しており（黒川ほか, 1992）、地域的な構造的なシーケンス境界が形成されている。西山油帯の灰爪層、中央油帯の西山層最上部～灰爪層は、海進→陸棚から浅海への海退サクセションを示すことから、1つの堆積シーケンスと認定できる。灰爪層の内部にはより高次の堆積シーケンスが複数発達する。

4) 東山地域

東山地域においては、本論で対象とする上部鮮新統～下部更新統は、下位より川口層・牛が首層・白岩層・魚沼層群に区分されている（柳沢ほか, 1986；小林ほか, 1991）。

東山地域南部の鮮新統～下部更新統については、斉藤（1997）がシーケンス層序解析を行っている。斉藤（1997）によれば、東山地域南部の鮮新統は3つの堆積シーケンス（DS1, DS2, DS3）に区分される。DS1は、西部では海底扇状地タービダイト～斜面堆積物を主体とする川口層にほぼ相当する。東部ではおもに斜面～陸棚～浅海堆積物からなる。DS1の基底のシーケンス境界は、西部（野辺川ルート）では川口層と下位の荒谷層との境界に、東部では鳥屋ヶ峰層と白岩層との境界に一致する。DS1はほぼ浮遊性有孔虫マーカーのNo. 3 *Globorotalia inflata* bed に相当する。DS2は、西部では牛が首層（斜面相）と白岩層（陸棚相）にほぼ一致する。DS2の基底のシーケンス境界は火山灰鍵層の NA24 と NA13（柳沢ほか, 1986）の間の層準のチャンネル状浸食砂岩の基底に一致する。東部における DS2はおもに河川～浅海堆積物からなる。DS3は、東部で魚沼層と呼ばれている地層に相当し、河川～浅海～陸棚堆積物からなる。

一方、東山地域北部においては、これまでにシーケンス層序学的研究が行われてこなかった。筆者の予察的研究によれば、東山北部～三条～下田地域の堆積盆縁辺部においても、下位層に対して不整合を

介してNo. 3 *Globorotalia inflata* bed が累重する関係が認められることから、北蒲原地域同様、*G. inflata* bed 層準のみが最も陸側に広がって堆積した可能性がある。

5) 八石～魚沼地域

本地域においては、本論で対象とする上部鮮新統～下部更新統は以下のように岩相層序区分されている。八石地域：程平層・八石山層・菅沼層・八王子層・魚沼層群最下部（累）層・下部（累）層・中部（累）層（小林ほか, 1989）、魚沼地域：四十日層・魚沼層群最下部（累）層・下部（累）層・中部（累）層（柳沢ほか, 1985；柳沢ほか, 1986）。

魚沼地域では、Masuda（1994）が魚沼層群が全体として1つの堆積シーケンスとして捉えられることを示唆している。この堆積シーケンスの最大海汎濫面は火山灰鍵層の SK110付近にあり、これより下位の魚沼層群下部（累）層が海進期堆積体に、上位の中部（累）層が高海水準期堆積体に相当するとしている（Fig. 4）。

八石地域～魚沼地域の魚沼層群に関しては、ト部ほか（1995）が、Masuda（1994）と同様、魚沼層群が大局的に1つの3次オーダー堆積シーケンスからなるとし、この3次オーダーシーケンスを形成した相対的海水準変動が、Williams（1990）の酸素同位体比カーブや魚沼層群中の古生物学的変化が示す古気候変化と調和的であるとしている。さらに、風岡ほか（1986）や風岡（1988）で定義されている海成層（marine bed, Ma）と非海成層とのサイクルが、高次のオーダーの堆積シーケンスを表わすことを指摘し、酸素同位体比曲線との対比を試みている。また、Takano（1996）では東頸城地域の鮮新統～更新統と魚沼層群全体のシーケンス層序全体像を提案している（Fig. 4）。これによれば、魚沼層群は火山灰鍵層の Kap 付近を基底のシーケンス境界として、最下部（累）層～下部（累）層～中部（累）層で一つの3次オーダー堆積シーケンスを形成する。最下部（累）層と下部（累）層の火山灰鍵層の Irg～Tzc 層準付近までが低海水準期堆積体プログレーディングウェッジもしくは陸棚縁辺堆積体に相当し、顕著なプログラデーションを示す。Irg～Tzc 層準から火山灰鍵層の SK110付近の層準までが海進期堆積体に相当し、上方累積型（アグラデーション）～後退型（リトログラデーション）の累重パターンを示す。SK110付近に最大海汎濫面が存在し、その

Fig.4 Lithostratigraphic and sequence stratigraphic division and its relation to temporal / spatial distribution of lithofacies of the Uonuma Group (modified after Kazaoka, 1988). LST and HST of "Sequence III.2" show a progradational pattern and TST shows an aggradational / retrogradational pattern.

上位の中部（累）層がほぼ高海水準期堆積体に相当し、プログラデーションな累重様式を示す。この3次オーダーシーケンスの上限のシーケンス境界は、火山灰鍵層のSK030付近に存在すると考えられる。魚沼層群を形成するシーケンスは、碎屑物供給量が非常に大きいので、全体にプログラデーションが優勢な形態をとっている。

6) 東頸城地域

東頸城地域では、本論で対象とした上部鮮新統～下部更新統は、下位より田麦川層・東川層・奈良立層・魚沼層群最下部（累）層・下部（累）層・中部（累）層に区分されている（新潟大学東頸城地域地質調査グループ，1987；高野，1990；高野ほか，1989）。

これらの層準のうち、東川層～奈良立層（魚沼層群最下部層）のデルタ～陸棚システム中には、高周波シーケンス（5次オーダー堆積シーケンス）が顕

著に発達している（高野，1995）。この5次オーダーシーケンスは相対的海水準変動に伴うデルタの前進と後退のサイクルによって形成されており、約4万年周期のミランコビッチサイクルに対応していると考えられる。さらにそれらの複数の積み重なりにより魚沼層群最下部（累）層～中部（累）層の3次オーダー堆積シーケンスが形成されていることが示唆される。一方、田麦川層～東川層の層準については、筆者の予察的検討によれば、以下のようなシーケンス区分が考えられる。田麦川層ではトラフ充填タービダイトの厚層砂岩相からシートフローによる等量互層相を経て泥質互層相あるいは泥岩相に上方細粒化するサイクルが認められる。このサイクルから、火山灰鍵層の上岡凝灰岩（Ko）付近層準、八石山パミス質火山灰-2（Hap-2）の下位層準にシーケンス境界が推定される。Hap-2の上位ではタービダイトが上方に細粒化した後、斜面相→陸棚相→浅海～デルタ相が累重するサクセッションを示す。この

サクセションは、「八石～魚沼地域」で述べた魚沼層群最下部（累）層～下部（累）層～中部（累）層を形作る3次オーダーシーケンスの低海水準期堆積体に含まれるものである。

7) 富倉地域

富倉地域では、本論で対象とした上部鮮新統～下部更新統は、下位より長沢層・平丸層・土路層に区分されている（中村, 1982; 黒川ほか, 1995）。

この地域については、これまでシーケンス層序学的研究の報告はなかった。しかし、筆者の予察的検討によれば、以下のように堆積シーケンス区分が可能である。海底チャネル充填タービダイトからなる長沢層では粗粒タービダイトから細粒タービダイトに移化する3つの上方細粒化サイクルが認められ、これにより堆積シーケンスが区分される。平丸層の基底（火山灰鍵層 Hrp の下位層準）は相対的海水準の低下による強制的な海退による浅海相の前進面に相当し、シーケンス境界に相当する。平丸層から土路層にかけてのサクセションは基本的に浅海から河川システムへ変化する海退サクセションを示す。このサクセションは「八石～魚沼地域」や「東頸城地域」で述べた魚沼層群最下部（累）層～下部（累）層～中部（累）層を形作る3次オーダーシーケンスの低海水準期堆積体～海進期堆積体に含まれるものである。

8) 西頸城地域

西頸城地域においては、本論で対象とした上部鮮新統～下部更新統は、下位より川詰層・名立層・谷浜層・鳥が首層（鳥が首層の堆積年代は不明）に区分されている（赤羽・加藤, 1989）。

西頸城地域の鮮新統のシーケンス層序については、大村（1997）によって明らかにされている。大村（1997）によれば、西頸城地域の鮮新統には2つの3次オーダーシーケンスが認められ、これらはそれぞれ川詰層～名立層と谷浜層にほぼ相当するとしている。川詰層～名立層の堆積シーケンスは、川詰層の基底をシーケンス境界（SB1）として、低海水準期堆積体に相当する川詰層の海底扇状地堆積物、海進期堆積体に相当する川詰層の斜面堆積物、高海水準期堆積体に相当する名立層の斜面～陸棚堆積物の順に累重するサクセションからなる。高海水準期堆積体の陸棚堆積物中にはさらに高次のオーダーの堆積シーケンスが複数発達する。一方、谷浜層を形

成する堆積シーケンスの基底のシーケンス境界（SB2）は谷浜層基底付近の大菅パミス質火山灰の下位に存在する。このシーケンスの上限のシーケンス境界は、谷浜層と鳥が首層の境界の不整合面に相当する。

3.各地域間の対比

前述のように、新潟堆積盆は範囲が広くかつ地表での分布が分断されていることから、堆積盆内全体の地層および堆積シーケンスの対比を行うためには、有孔虫などの微化石やテフラ鍵層を利用する必要がある。以下に、浮遊性有孔虫とテフラ鍵層による対比基準と対比結果を概説する。

1) 浮遊性有孔虫による対比基準

新潟新第三系～第四系堆積盆内では、古くから石油会社主導のもとに生層序、とくに有孔虫化石層序の研究が盛んに行われてきた。その結果、本論で対象としている上部鮮新統～下部更新統においても、同時面を示す浮遊性有孔虫マーカーがいくつか認識されている（Fig. 5）。本論で堆積盆内の対比に用いた浮遊性有孔虫マーカーは、No. 3 *Globorotalia inflata* bed, *Neogloboquadrina asanoi* bed, No. 2 *Globorotalia inflata* bed, Marker A（渡辺, 1983）である。No. 3 *G. inflata* bed は鮮新統の中部に挟在され、*Globorotalia praeinflata* と *G. orientalis* の多産で特徴づけられる。佐藤ほか（1987）や天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会（1992）によれば、このマーカーベッドの下限と上限はそれぞれ3.56Ma 付近と2.9Ma 付近とされているが、上限は2.7Ma～2.6Ma 付近の可能性もあり、検討の余地がある。*Neogloboquadrina asanoi* bed は、No. 3 *Globorotalia inflata* bed より上位の鮮新統最上部に含まれ、*N. asanoi* の多産によって特徴づけられる。この層準の直上がオルドバイイベントの下限層準に相当する（天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1992）。No. 2 *G. inflata* bed は下部更新統に含まれ、*G. inflata* の多産で特徴づけられる。佐藤ほか（1987）によれば、年代はおよそ1.4Ma～1.1Ma である。Marker A は、No. 2 *G. inflata* bed の上位に位置し、*Neogloboquadrina pachyderma* の巻方向が右巻優勢から左巻優勢に変化する層準である。これらの浮遊性有孔虫マーカーのうち、No. 3 *G. inflata* bed は、北蒲原地域から西頸城地域まで、新潟堆積盆内のほぼ全体に連続する有効な対比基準

となるが、他のものは北蒲原地域～新潟平野地域～西山中央油帯間の対比に有効であるものの、八石～魚沼～東頸城～富倉～西頸城地域においては、この年代の地層がおもに浅海～陸上河川システムからなるため、対比基準としては使えない。

2) テフラ鍵層による対比基準

近年、新潟堆積盆内の西山・中央油帯～東山～八石～魚沼～東頸城～富倉～西頸城地域ではテフラ鍵層の研究が盛んに行われ、鮮新統～更新統に関して精密な層序対比が可能となっている（小林ほか，1986；黒川ほか，1992；黒川・三浦，1993；黒川ほか，1993；黒川ほか，1995など）。以下に本論で対比に用いたおもなテフラ鍵層を概説する（Fig. 5）。

山田パミス質火山灰（Ymp）-Ojw1- 上岡凝灰岩（Ko）- 瀬戸凝灰岩：厚さ20m～1mの白色パミス質火山灰層。No. 3 *Globorotalia inflata* bed に含まれる。西山油帯では浜忠層の山田パミス質火山灰（Ymp）に、中央油帯ではOjw1に、東頸城地域では田麦川層中部の上岡凝灰岩（Ko）に、西頸城地域では川詰層の瀬戸凝灰岩に対比される（黒川・金子，1992）。

西山ミガキズナ（Nym）- 板山凝灰岩（It）- 綱子凝灰岩：厚さ20m～1mの白色パミス質火山灰層。No. 3 *Globorotalia inflata* bed に含まれる。西山油帯では西山層の西山ミガキズナ（Nym）に、東頸城地域では田麦川層中部の板山凝灰岩（It）に、西頸城地域では川詰層の綱子凝灰岩に対比される（黒川・金子，1992）。

八石山パミス質火山灰 -2（Hap2）-NA13- 上鰈池パミス質火山灰（Kap）-Isg-g- 阿相島II火山灰 - 平丸パミス質火山灰（Hrp）- 大菅パミス質火山灰：厚さ50cm～20m+の白色パミス質火山灰層。No. 3 *Globorotalia inflata* bed 上限直上層準に挟在される。八石地域～西山油帯では西山層の八石山パミス質火山灰-2（Hap2）に、東山地域では牛が首層のNA13に、魚沼地域では魚沼層群最下部層の上鰈池パミス質火山灰（Kap）に、東頸城地域では田麦川層上部層のIsg-g凝灰岩に、富倉地域では白岩層の平丸パミス質火山灰（Hrp）に、西頸城地域では谷浜層基底の大菅パミス質火山灰に対比される（黒川ほか，1993，1994，1995；青木・黒川，1996）。

Jwg-4-NA11- 菅沼シルティーガラス質火山灰（Sgs）- 阿相島I火山灰 - 土路川ガラス結晶質火山灰（Dgc）：厚さ数10cm～15mのガラス結晶質火山灰

層。上部鮮新統に挟在される。西山～中央油帯では西山層のJwg-4に、東山地域では牛が首層のNA11に、八石地域では菅沼層の菅沼シルティーガラス質火山灰（Sgs）に、東頸城地域では田麦川層上部の菅沼シルティーガラス質火山灰（Sgs）に、富倉地域では土路層下部の土路川ガラス結晶質火山灰（Dgc）に対比される（黒川ほか，1993，1995；三浦・黒川，1995）。

武石パミス質火山灰（Tsp）-NA10- 大池-I（OK-I）- 上鰈池ガラス質火山灰（Kag）- 平丸川白色パミス質火山灰（Hwp）：厚さ約数10cm～3mの白色パミス質火山灰層。西山・中央油帯・八石地域では西山層・菅沼層の武石パミス質火山灰（Tsp）に、東山地域では牛が首層のNA10に、魚沼～東頸城地域では魚沼層群最下部層の上鰈池ガラス質火山灰（Kag）に、富倉地域では土路層中部の平丸川白色パミス質火山灰（Hwp）に対比される（三浦・黒川，1995；黒川ほか，1995）。

不動滝パミス質火山灰（Fup）-NA9- 大池 II（OKII）- 土路川パミス質火山灰（Drp）- いさざ川ガラス結晶質火山灰（Isc）：厚さ10cm～80cmの白色ガラス質～パミス質火山灰層。西山・中央油帯・八石地域では西山層・菅沼層の不動滝パミス質火山灰（Fup）に、東山地域では白岩層のNA9に、魚沼地域では魚沼層群最下部層の大池II（OKII）に、富倉地域では土路層中部層の土路川パミス質火山灰（Drp）に、西頸城地域では谷浜層のいさざ川ガラス結晶質火山灰（Isc）に対比される（黒川ほか，1995；三浦・黒川，1995；青木・黒川，1996）。

SK130：厚さ数 m～20mの白色粗粒パミス質火山灰層。魚沼層群最下部層と下部層の境界に挟在される。オルドバイイベントの下限付近の層準に挟在される。

入山沢川ガラス質火山灰（Irg）：厚さ数10cm～250cmの細粒～極細粒白色ガラス質火山灰層。魚沼地域～八石地域の魚沼層群下部層に挟在される。

辻又川火山灰（Tzc）：厚さ数10cm～250cmの中粒砂～シルトサイズの白色ガラス質火山灰層。魚沼地域～八石地域の魚沼層群下部層に挟在される。オルドバイイベント上限のやや上位付近の層準に挟在される。

SK110：厚さ約160cmの粗粒砂～シルトサイズのガラス質～パミス質火山灰層。魚沼地域～八石地域の魚沼層群下部層と中部層の境界付近に挟在される。

出雲崎凝灰岩 (Iz) -SK100: 厚さ数10cm～85cmの中粒砂サイズ白色ガラス質火山灰層。中央油帯では出雲崎凝灰岩 (Iz) と呼ばれ、西山層に挟在される。魚沼地域～八石地域では SK100 と呼ばれ、魚沼層群中部層に挟在される (小林ほか, 1986)。No. 2 *Globorotalia inflata* bed の下限のやや下位に挟在される (佐藤ほか, 1987)。

SK050: 厚さ約250cm の白色ガラス質～結晶質～パミス質火山灰層。魚沼地域～八石地域の魚沼層群中部層に挟在される。

上越火山灰 - 常楽寺凝灰岩 (Zr) -SK030: 厚さ約1m～8m の白色中粒～粗粒パミス質火山灰および火山礫凝灰岩層。中央油帯では常楽寺凝灰岩 (Zr) と呼ばれ、灰爪層に挟在される。魚沼～八石地域では SK030 と呼ばれ、魚沼層群の中部層と上部層の境界に挟在される。*Gephyrocapsa* sp. (large) の消滅層準とハラミヨイイベントの下限の間の層準に挟在される (佐藤ほか, 1987)。Kurokawa and Hirata (1986) では、この火山灰層を統一して上越火山灰と呼んでいる。

3) 各地域間の対比

以上の浮遊性有孔虫・火山灰鍵層および小林・立石 (1992)・Arato (1997) などの資料を用いて、分断されている堆積盆内各地の上部鮮新統～下部更新統の対比を行った結果を Fig. 5の対比表に示す。Fig. 5には、各地域で認められたシーケンス境界の層準や堆積相累重の特徴を示した。対比表中の絶対年代値についてはおもに古地磁気・微化石層序データ (Nitobe, 1977; 佐藤ほか, 1987; 真鍋・小林, 1988; 岸・宮脇, 1996など) を参考にしたが、鮮新統に関して一部不確定な部分がある。対比表において明らかなことは、一部を除いて、堆積盆内の各地域間において堆積シーケンスの形成や堆積相累重パターンに同時性がみられる点である。とくに、魚沼地域～八石地域における魚沼層群最下部層～中部層、および北蒲原地域における西山層中～上部において形成されている3次オーダーシーケンスは、ほとんどの地域で同時に形成されている。また、その下位の上部鮮新統においても、北蒲原地域において認められるシーケンス S5, N1, N2に時代的にほぼ対比される堆積シーケンスが堆積盆内各地において形成されている。

4. 新潟堆積盆上部鮮新統～下部更新統 (およそ3.6Ma～1Ma) のシーケンス層序

上述のように、一部を除いて、新潟堆積盆内各地域間で堆積シーケンスが対比されることから、これらをまとめて以下のように新潟堆積盆における上部鮮新統～下部更新統のシーケンス層序を設定することにする。

Fig. 6に富倉～東頸城～魚沼～八石～西山・中央油帯間の堆積柱状対比図とシーケンス区分を、Fig. 7に同区間のシーケンス区分断面図を、Fig. 8に各シーケンス形成時の古地理概念図を示す。

1) シーケンスNgt. III.1.N1

層準 (Fig. 5) : 下限のシーケンス境界層準は、浮遊性有孔虫マーカーのNo. 3 *Globorotalia inflata* bed 下限付近に相当する。上限のシーケンス境界層準は、No.3 *G. inflata* bed の中部層準で、なおかつテフラ鍵層の山田パミス質火山灰 (Ymp) - 上岡凝灰岩 (Ko) のやや上位層準に相当する。

対比: 北蒲原地域において認められた4次オーダーシーケンス N1 (高野ほか, 1995) に対比される堆積シーケンスである。北蒲原地域では、本堆積シーケンスは3次オーダーシーケンス Kkb-S の最上部に含まれる4次オーダーシーケンスと捉えられる。しかし、新潟堆積盆の中～南部においても、北蒲原地域同様の「3次オーダーシーケンスに含まれる4次オーダーシーケンス」という階層性をそのまま設定してよいかどうかは不明であり、単独で3次オーダーシーケンスとすべき可能性もある。このように3次オーダーとすべきか4次オーダーとすべきかについては、今後検討する必要がある。本論で対象としている鮮新統～前期更新統は、新潟堆積盆の発達史の「ステージ III (堆積盆反転・圧縮応力ステージ)」における堆積物に相当する (高野, 1995)。本堆積シーケンスは、「新潟堆積盆のステージ III における、北蒲原地域で認められた1番目の (下位の) 3次オーダーシーケンス内の4次オーダーシーケンスN1に相当する堆積シーケンス」という意味から、本論では「シーケンスNgt.III.1.N1」と呼称することにする。

岩相層序との関係 (Fig. 5) : 北蒲原～新潟平野地域では西山層最下部に、西山・中央油帯では浜忠層に、東山地域では川口層下部 (東部では白岩層下部) に、東頸城地域では田麦川層下部～中部に、富

ることとする。

岩相層序との関係 (Fig. 5) : 北蒲原～新潟平野地域では西山層下部に、西山・中央油帯では稲川層～西山層下部に、東山地域では川口層上部 (東部では白岩層) に、東頸城地域では田麦川層中部～上部に、富倉地域では長沢層上部に、西頸城地域では川詰層～名立層に相当する。

主要堆積システム (Fig. 8) : 北蒲原地域～新潟平野地域では斜面～海底扇状地システム (高野ほか, 1995), 西山・中央油帯, 八石地域, 東頸城地域, 富倉地域では斜面～トラフ充填タービダイトシステム, 東山地域～魚沼地域では陸棚～斜面～海底扇状地システム (徳橋, 1992), 西頸城地域では斜面～海底扇状地システム (遠藤・立石, 1995) が主体である。新潟堆積盆全体では、縁辺部で一部陸棚システムが発達するものの、基本的に海底扇状地もしくはトラフ充填タービダイトシステムが主体となっている。

典型的サクセション：海底扇状地・トラフ充填タービダイトシステムでは、本堆積シーケンス全体で、一つの上方細粒化／泥質化サクセションが形成されていることが多い。基底のシーケンス境界は、比較的厚いタービダイト砂岩もしくは砂質砂岩泥岩互層の基底に一致することが多いが、斜面～堆積盆底システムにおいてはタービダイトが分布しない場合もある。

3) 3次オーダーシーケンス Ngt III. 2

層準 (Fig. 5) : 下限のシーケンス境界層準は、浮遊性有孔虫マーカーのNo.3 *Globorotalia inflata* bedの上限のやや上位、火山灰鍵層の八石山パミス質火山灰-2 (Hap-2) -Isg-g-Kap- 平丸パミス質火山灰 (Hrp) - 大菅火山灰層準のやや下位層準に相当する。上限のシーケンス境界層準は、No. 2 *G. inflata* bedの上限のやや上位、火山灰鍵層のSK030-Iz 層準付近に相当する。本シーケンスは古地磁気層序の松山逆磁極期の下限付近からハラミヨイベントのやや下位層準までにほぼ相当する。本シーケンスの形成年代は、約2.6Ma～約1.1Ma と考えられる。

対比：北蒲原地域で認められた3次オーダーシーケンス Kkb-N に相当する。また、Masuda (1994), ト部ほか (1995), Takano (1996) によって指摘された、魚沼層群最下部層～下部層～中部層を包括する3次オーダー堆積シーケンスに相当する。本3次

オーダーシーケンスは、年代的に Williams (1990) の酸素同位体比曲線が示す長周期のサイクル (約2.5Ma～約1Ma) にほぼ一致することから、ユースタシーの低下～上昇～低下の影響を受けて形成された可能性がある。

本堆積シーケンスは、「新潟堆積盆のステージ III における、北蒲原地域で認められた2番目の3次オーダーシーケンス」であることから、本論では「3次オーダーシーケンスNgt.III.2」と呼称することにする。

岩相層序との関係 (Fig. 5) : 北蒲原～新潟平野地域では西山層中～上部に、西山・中央油帯では西山層上部～灰爪層に、東山地域では牛が首層～白岩層～魚沼層群中部層に、八石地域では、菅沼層～八王子層～魚沼層群最下部層～下部層～中部層に、魚沼地域では四十日層～魚沼層群最下部層～下部層～中部層に、東頸城地域では田麦川層上部～東川層～奈良立層～魚沼層群下部層～中部層に、富倉地域では平丸層～土路層に、西頸城地域では谷浜層に相当する。

主要堆積システム (Fig. 8) : 北蒲原地域～新潟平野地域では海底扇状地システムと縁辺部の斜面～陸棚システムを主体とする (高野ほか, 1995) のに対し、西山・中央油帯, 八石地域, 東山地域, 魚沼地域, 東頸城地域, 富倉地域, 西頸城地域では陸棚～浅海～デルタ～内湾～河川システムを主体とし (小林ほか, 1986; 風岡, 1988など), 大局的に堆積盆の南西側から北東側に向けてプログラデーションが顕著である (Figs. 6 and 7)。

堆積シーケンスの形態：Fig. 6および Fig. 7に示されるように、富倉～魚沼～東頸城～八石～西山・中央油帯においては、本シーケンスは全体としてプログラデーション優勢パターンを示し、堆積盆側 (北東側：西山・中央油帯側) に向かってダウンラップする。陸側 (魚沼地域) では沈降量が大きかったと考えられ、層厚が厚くなっている。一方、海底扇状地～斜面システムを主体とする北蒲原地域では、本シーケンスの上部 (海進期堆積体・高海水準期堆積体) ほど、陸側に向けてオンラップして堆積物の分布が陸側に広がる形態を持つ (Fig. 3)。

システムズトラクト区分と堆積相の累重様式：富倉地域～魚沼地域～東頸城地域～八石地域～西山・中央油帯においては、以下のようにシステムズトラクト区分が可能である (Figs. 4, 6, 7)。基底のシーケンス境界から火山灰鍵層の Irg もしくは Tzc 層準

Fig.8 Schematic paleogeographic maps of the Niigata Basin during Late Pliocene to Early Pleistocene time. A) During the deposition of LST of Sequence Ngt.III.1.N2 (3.1Ma). B) During the deposition of LST of Sequence Ngt.III.2 (2.3Ma). C) During the deposition of HST of Sequence Ngt.III.2 (1.3Ma).

までが「低海水準期堆積体（魚沼地域～八石地域～西山・中央油帯では形態から，“低海水準期堆積体プログラデイングウェッジ”）」、Irg もしくは Tzc 層準から SK110の下位層準までが「海進期堆積体」、SK110のやや下位層準に最大海氾濫面が存在し、これより上限のシーケンス境界（SK030付近層準）までが「高海水準期堆積体」とそれぞれ解釈できる。

各システムズトラクトでは以下のような累重様式が見られる（Fig. 7）。低海水準期堆積体では、陸棚～浅海～河川システムによる顕著なプログラデーションパターンを示す。基底のシーケンス境界の形成時に、相対的海水準の低下に伴う強制海退によって急激に東頸城地域南部～魚沼地域南部へ前進した浅海～デルタ～内湾システムは、低海水準期中もプログラデーションによる前進を続け、八石地域まで前進する。海進期堆積体では前進が停滞し、上方累積型（アグラデーション）もしくは後退型（リトログラデーション）のパターンを示すが、高海水準期堆積体において再びプログラデーションが顕著と

なり、八石地域北部～中央油帯南部まで浅海～デルタ～内湾システムが前進する。浅海～デルタ～内湾システムの後を追って、河川システムも同様な前進パターンを示している。本3次オーダー堆積シーケンス上限のシーケンス境界形成時には、相対的海水準の低下による強制海退によって浅海～河川システムが再び急激に前進している。

古生物学的特徴：本3次オーダーシーケンスの高海水準期堆積体はほぼ No.2 *Globorotalia inflata* bed に相当する。北蒲原地域においては、本シーケンスの低海水準期において浮遊性有孔虫の *Neogloboquadrina pachyderma* の左巻が優勢であるのに対し、海進期～高海水準期においては右巻が優勢である。

内包される高周波堆積シーケンス：本3次オーダー堆積シーケンスは、15以上の高周波（5～6次オーダー）堆積シーケンスを内包している。風岡ほか（1986）や風岡（1988）に記載された海成層（Ma）と非海成層の繰り返しは高周波（5～6次オーダー）

堆積シーケンスを表している。ト部ほか(1995)や高野(1995)が指摘するように、これらの高周波シーケンスは4～10万年周期の氷河性海水準変動に対応して形成された可能性がある。一方、海底扇状地～斜面システムを主体とする北蒲原地域では、本3次オーダー堆積シーケンスにはN3, N4, N5, N6, N7, N8, N9の7つの4次オーダー堆積シーケンスが内包される(Fig. 5)。それぞれの堆積シーケンスは約20～30万年周期で形成されたと考えられるが、氷河性海水準変動との関連は明らかではない。

5. 各堆積シーケンスの堆積システム平面分布

Fig. 8に、堆積シーケンス Ngt-III.1.N2下部、3次オーダー堆積シーケンス Ngt-III.2低海水準期堆積体(火山灰鍵層 Tsp-Kag層準)、堆積シーケンス Ngt-III.2高海水準期堆積体(火山灰鍵層 SK050層準)の各層準堆積時の古地理概念図を示す。この図は、各地域における、古地理図や堆積システム平面分布解析結果(遠藤・立石, 1985; 小林ほか, 1986; 風岡, 1988; 高野, 1990; 立石・小林, 1992; 徳橋, 1992; 高野ほか, 1995; Takano, 1996など)をもとにまとめたものである。これらの概念図をもとに、以下のように、各シーケンス毎の堆積システム平面分布の変化の特徴をまとめることができる。

堆積シーケンス Ngt-III.1.N2堆積時には、新潟堆積盆全体において海底扇状地(南部でトラフ充填タービダイト)～斜面システムが主体であった(Fig. 8A; 約3.1Ma)。碎屑物の供給は堆積盆の軸方向の単一ではなく、側方から複数の供給が見られる。3次オーダー堆積シーケンス Ngt-III.2低海水準期には、相対的海水準の低下に伴う強制海退とプログラデーションにより、堆積盆南部(とくに魚沼地域・富倉地域)から北方に向かって、陸棚～浅海～河川分布域が大きく前進した(Fig. 8B; 約2.3Ma)。一方、北蒲原地域は海底扇状地システムが主体となっている。3次オーダー堆積シーケンス Ngt-III.2高海水準期には、陸棚～浅海～河川分布域がさらに前進し、中央油帯南部まで浅海システムが、八石地域まで河川システムが前進した(Fig. 8C; 約1.3Ma)。北蒲原地域では依然として斜面～海底扇状地システムが主体であった。

このように、後期鮮新世～前期更新世の新潟堆積盆では、相対的海水準変動による海進・海退サイクル(堆積シーケンス)が形成されているものの、概略的に見ると、基本的に南方から北方に向けたプロ

グラデーションが優勢であったといえる。

6. 今後の課題

本論では新潟堆積盆の上部鮮新統～下部更新統のシーケンス層序と堆積システムの変遷の概略をまとめた。しかし、以下の項目は今後解決すべき課題として残されている。

1) 堆積シーケンス形成の同時性・非同時性についての検討: 本論では、新潟堆積盆の上部鮮新統～下部更新統におけるシーケンス境界および堆積シーケンスの形成の同時性を認め、堆積盆内のシーケンス層序を設定した。しかし、いくつかの地域(新潟平野地域の一部、西山・中央油帯の一部など)では、シーケンス境界の形成時期や堆積シーケンス区分が異なっている。碎屑物供給や構造運動による沈降率の変化などの影響によって堆積シーケンスが全く同時には形成されない場合もありうる。これらの点からも検討する必要がある。また、タービダイトを主体とするセクションでの堆積シーケンスの認定においては、堆積体の側方シフトなどの内的要因の影響も考慮する必要がある。

2) オーダーの問題: 本論で設定した3次オーダー堆積シーケンス Ngt-III.2内においては、八石地域～魚沼地域の魚沼層群中では4万～10万年周期の5～6次オーダーシーケンスが形成されている一方、陸棚～斜面～海底扇状地システムを主体とする北蒲原地域では約20～30万年周期の4次オーダーシーケンスが形成されている。堆積システムや堆積率の観点から、同層準でオーダーが異なるシーケンスが形成されるメカニズムを解明する必要がある。

3) 魚沼層群中の詳細なシーケンス層序学的解析: 八石～魚沼地域の魚沼層群では、高周波シーケンスが形成されており、なおかつ堆積システムの把握に好都合な地表露出と平面分布を持つ。魚沼層群中の堆積シーケンス解析は、この期のシーケンス層序を編む上で、また浅海～河川システムにおける堆積シーケンスの形態を明らかにする上で、非常に重要な意味を持つと思われるので、さらに詳細な解析が望まれる。

4) 詳細不詳地域のシーケンス層序の解明: 新潟堆積盆内では、三条～見附地域～東山地域北部、米山周辺地域、富倉地域の土路層層準、西頸城地域西部など、いくつかの地域において、上部鮮新統～下部更新統のシーケンス層序の詳細が明らかでない。

今後、解析をすすめる必要がある。

5) 年代層序の確定：本論で設定した堆積シーケンス III.1.N1および III.1.N2の層準については、各種古生物層序間、古生物層序と火山灰層序間、あるいはそれらと古地磁気層序間の対比にいくつかの問題点が残っており、堆積年代が完全に確定している訳ではない。複合層序学的手法を用いながら、シーケンスの形成年代を確定する必要がある。

6) 信州水内地域との対比：新潟堆積盆は信州水内地域に連続するが、新潟地域と信州水内地域との対比は一部の研究（青木・黒川，1996など）を除いて詳細には行われていない。堆積シーケンスを対比することにより、信州水内地域を含めた堆積盆全体のシーケンス層序を確立する必要がある。

7) 新潟堆積盆における堆積シーケンスの特徴の抽出：新潟堆積盆における堆積システムは、単一の軸流方向の供給システムのみではなく、堆積盆の側方方向からの複数の供給系をもって碎屑物が供給されており、複雑な碎屑物供給系を形作っている。したがって、地域により堆積速度や供給物質が異なる。さらに、鮮新世～更新世の新潟堆積盆地では堆積同時性褶曲活動や堆積物荷重の地域差などにより、地域によって沈降率が異なる。以上のことから、一つの同時性のある堆積シーケンスでさえも堆積盆内各地でシーケンスの堆積形態や内包堆積システムが異なり、シーケンス層序の研究を難しくしている。しかし逆に言えば、一つの堆積盆の中で様々な規制要素による様々な堆積シーケンスのバリエーションが観察できる絶好のフィールドであると言えよう。今後は、シーケンス層序学的解析の精度をあげることに、活動的堆積盆の一つの代表例として、堆積シーケンスの特徴と規制要因の抽出を行っていく必要がある。

7.まとめ

1) 新潟堆積盆に分布する上部鮮新統～下部更新統のシーケンス層序を堆積盆内各地域別に概観した上で、テフラ鍵層や浮遊性有孔虫マーカーを用いて対比を行い、堆積盆全体のシーケンス層序をまとめた。その結果、新潟堆積盆の上部鮮新統～下部更新統は、下位より、シーケンス Ngt.III.1.N1, Ngt.III.1.N2, Ngt.III.2に区分される。このうち、Ngt.III.1.N1とNgt.III.1.N2は4次オーダーもしくは3次オーダー、Ngt.III.2は、4次・5次オーダーシーケンスを複数含む3次オーダーシーケンスと解釈

できる。

2) シーケンス Ngt.III.1.N1, Ngt.III.1.N2（浜忠層～西山層下部層準）は主に、海底扇状地タービダイト～トラフ充填タービダイトシステムを主体とするのに対し、3次オーダーシーケンス Ngt.III.2（西山層上部～魚沼層群中部層準）では主に南部において陸棚～浅海～内湾～河川システムが主体となる。これは、堆積シーケンス Ngt.III.2基底のシーケンス境界形成時の強制的な海退と低海水準期の海退、および高海水準期の海退によって、浅海～河川システムが堆積盆側に大きく前進したためである。したがって、海進期堆積体以外の3次オーダーシーケンス Ngt.III.2を通じて堆積盆側へのプログラデーションが顕著であり、堆積シーケンス全体として堆積盆側にダウンラップする楔型の形状を呈する。

3) 3次オーダーシーケンス Ngt.III.2は、多くの高周波（5～6次オーダー）堆積シーケンスを内包する。これらの高周波堆積シーケンスは氷河性海水準変動に対応して形成された可能性がある。

謝 辞

石油資源開発株式会社技術研究所の秋葉文雄氏には、本研究の遂行にあたり、終始暖かいご指導を頂いた。帝国石油株式会社探鉱部荒戸裕之博士および信州大学理学部地質科学教室の保柳康一助教授、新潟大学理学部地質科学教室の立石雅昭教授には、新潟地域～北部フォッサマグナ地域のシーケンス層序学に関して、常日頃から御教示、御討論頂いている。新潟大学教育学部地学教室の黒川勝己教授には、テフラ鍵層の対比について詳しくご教示頂いた。新潟大学理学部地質科学教室小林巖雄教授、および地質調査所資源エネルギー地質部の徳橋秀一博士からは、新潟堆積盆各地域の新第三系岩相層序・生層序・テフラ層序について御教示頂いた。千葉大学理学部の齊藤高浩氏、信州大学理学部の大村亜希子氏には、東山・西頸城地域のシーケンス層序についてご教示頂いた。北蒲原地域および東頸城～西頸城地域のシーケンス層序学的研究を遂行するにあたり、石油資源開発株式会社の柳本 裕博士、守屋成博氏、栗田裕司氏、西村瑞恵氏、井上洋子博士には、様々なご教示を頂くと同時に、データの取得や検討においてご協力頂いた。以上の方々に深く感謝申し上げます次第である。

参考文献

- 赤羽貞幸・加藤禎一, 1989: 高田西部地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 88p.
- 青木豊樹・黒川勝己, 1996: 新潟県西頸城地域の鮮新統～下部更新統の火山灰層とその対比. 地球科学, 50, 341-361.
- Arato, H., 1997: The Plio-Pleistocene stratigraphy of the Kanbara Plain, Niigata Prefecture, central Japan and its sequence stratigraphic correlation with the Uonuma Group. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, 51, 233-244.
- 荒戸裕之・亀尾浩司・保柳康一, 1994: 背弧堆積盆地におけるシーケンス解析—新潟県蒲原地域の例—. 石油技協誌, 59, 18-29.
- 荒戸裕之・保柳康一, 1995: 新潟堆積盆地における3タイプの第4オーダー堆積シーケンスモデル. 地質学論集, no. 45, 118-139.
- 遠藤正孝・立石雅昭, 1985: 西頸城北東部の新第三系上部層—特に綱子礫岩層の堆積環境について—. 新大地鉦研報, no. 5, 33-48.
- 影山邦夫・鈴木尉元, 1974: 信越地向斜の古地理と古流向について. 地調報告, 250-1, 285-304.
- 風岡 修, 1988: 新潟県東頸城丘陵東部の魚沼層群の層序と層相. 地球科学, 42, 61-83.
- 風岡 修・立石雅昭・小林巖雄, 1986: 新潟県魚沼地域の魚沼層群の層序と層相. 地質雑, 92, 829-853.
- 岸 清・宮脇理一郎, 1996: 新潟県柏崎平野周辺における鮮新世～更新世の褶曲形成史. 地学雑, 105, 88-112.
- 小林巖雄・立石雅昭・安井 賢・風岡 修・黒川勝己・油井 裕・渡辺其久男, 1986: 新潟積成盆地における西山・灰爪累層, 魚沼層群の層序と古環境. 地質雑, 92, 375-390.
- 小林巖雄・立石雅昭・黒川勝己・吉村尚久・加藤禎一, 1989: 岡野町地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 112p.
- 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫, 1991: 長岡地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 132p.
- 小林巖雄・立石雅昭, 1992: 新潟地域における新第三系の層序と新第三紀古地理. 地質学論集, no. 37, 57-70.
- 小林巖雄・立石雅昭・植村 武, 1993: 出雲崎地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1図幅), 地質調査所, 91p.
- Kurokawa, K. and Hirata, I., 1986: Grain-size characteristics of the Joetsu Ash (Unit I), a subaqueous ash flow turbidite of early Pleistocene, central Japan. *Mem. Fac. Educ., Niigata Univ. (Natural Sciences)*, 28, 15-24.
- 黒川勝己・石山紀子・藤原啓美・渡部由美子, 1992: 新潟県西山油帯の地質—とくにテフラ鍵層からみた西山層と灰爪層の不整合関係について—. 新潟大学教育学部紀要, 33, 101-163.
- 黒川勝己・金子 顕, 1992: 新潟地域における上岡凝灰岩および板山凝灰岩の対比について—上越地域から下越地域まで海底を流走した火山灰の検証. 新潟大学理学部地鉦教室研究報告, 7, 57-72.
- 黒川勝己・三浦光代, 1993: 火山灰鍵層からみた新潟県魚沼丘陵地域の層序とその対比—とくに魚沼層群基底部と菅沼層 (八石油帯) との同時異相関係について—. 新潟大学教育学部紀要, 34, 97-148.
- 黒川勝己・尾澤増美・富田裕子・三浦光代・渡邊春美, 1993: 新潟県東頸城丘陵東部における鮮新統の火山灰層序—とくに上部浅海～陸成層堆積域の前進的拡大について—. 新潟大学教育学部紀要, 35, 35-77.
- 黒川勝己・松倉妙子・三浦光代, 1994: 長岡市東方東山丘陵地域における火山灰鍵層とその対比 (その1)—とくに火山ガラスの化学組成について—. 新潟大学教育学部紀要, 36, 1-59.
- 黒川勝己・青木豊樹・伊藤貴彦, 1995: 新井市南方富倉背斜地域における火山灰鍵層とその対比—とくに土路層と菅沼層 (八石油帯) との対比について—. 新潟大学教育学部紀要, 36, 99-157.
- 米谷盛寿郎, 1978: 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序. 池辺展生教授記念論文集, 35-60.
- 真鍋健一・小林巖雄, 1988: 新潟堆積盆地における鮮新・更新統の古地磁気層序. 地質雑, 94, 103-112.
- Masuda, F., 1994: Onlap and downlap patterns in Pliocene forearc and backarc basin-fill successions, Japan. *Sedim. Geol.*, 93, 237-

- 246.
- 三浦光代・黒川勝己, 1995: 小千谷市野辺川ルートにおける珪長質火山灰鍵層とその対比—新潟堆積盆における広域対比の検討—. 地球科学, **49**, 45-60.
- 中村和善, 1982: 新潟県高田平野南方における後期新生代の構造運動—その1—. 地質雑, **88**, 155-175.
- 新潟大学東頸城地域地質調査グループ, 1987: 新潟県東頸城地域の中新—鮮新統の層序. 地球科学, **41**, 165-181.
- Nitobe, T., 1977: Magnetic and pollen stratigraphy of the Uonuma group in Niigata prefecture, north central Japan. *Quatern. Res.*, **7**, 302-315.
- 大村亜希子, 1997: 新潟県上越市西部, 鮮新統名立層の堆積相・生痕相変化と相対的海水準変動. 日本地質学会第104年学術大会(福岡)講演要旨, 338.
- Posamentier, H.W., Jervey, M.T. and Vail, P.R., 1988: Eustatic controls on clastic deposition I—conceptual framework. In Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A. and Van Wagonar, J.C., eds., *Sea-Level Changes: An Integrated Approach*, Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ., no. 42, 109-124.
- 斉藤高浩, 1997: 新潟県東山丘陵南部地域における鮮新世のシーケンス層序. 日本地質学会第104年学術大会(福岡)講演要旨, 338.
- 佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗, 1987: 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序—その1: 新潟地域. 石油技協誌, **52**, 231-242.
- 鈴木宇耕, 1989: 日本海東部新第三系堆積盆地の地質. 地質学論集, no. 32, 147-157.
- 高野 修, 1990: 北部フォッサマグナ新第三系田麦川累層のトラフ充填タービダイトの形成過程. 地質雑, **96**, 1-17.
- 高野 修, 1995: 北部フォッサマグナ堆積盆浅海相前進ステージにおけるデルタ～陸棚システムと堆積シーケンス—東頸城地域東川累層・奈良立累層の例—. 地質学論集, no. 45, 170-188.
- Takano, O., 1996: Depositional systems and control factors on sedimentation in the Northern Fossa Magna Basin, central Japan. Doctoral Thesis, Niigata University, 230p.
- 高野 修・村松敏雄・小林巖雄, 1989: 新潟県東頸城地域北部の中新—鮮新統の層序と年代. 石油技協誌, **54**, 269-280.
- 高野 修・守屋成博・西村瑞恵・井上洋子・阿部正憲・柳本 裕, 1995: 北蒲原地域新第三系堆積盆における椎谷～西山階のシーケンス層序と貯留岩分布. 石油資源開発(株)技術研究所, 研究報告, no. 11, 35-53.
- 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1992: 改訂版日本の石油・天然ガス資源. 520p.
- 徳橋秀一, 1985: 新潟県東山油帯南部に分布するタービダイト砂岩の予察的研究. 地質調査所月報, **36**, 611-635.
- 徳橋秀一, 1992: 新潟県東山南部に分布する砂岩の堆積学的・鉱物学的研究—海底扇状地タービダイト砂岩と陸棚タービダイト砂岩の堆積学的関係—. 地質雑, **98**, 355-372.
- ト部厚志・立石雅昭・風岡 修, 1995: 魚沼層群にみられる海成層の堆積サイクルと相対的海水準変動. 地質学論集, no. 45, 140-153.
- Van Wagonar, J.C.V., Posamentier, H.W., Mitchum, R.M.Jr., Vail, P.R., Sarg, J.F., Loutit T.S., Hardenbol, J., 1988: An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. In Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A. and Van Wagonar, J.C., eds., *Sea Level Changes—An Integrated Approach*, Soc. Econ. Paleont. Miner., Spec. Publ., no. 42, 39-45.
- 渡辺其久男, 1983: 東北裏日本油田地域の年代層序の現状. 石油技協誌, **48**, 88-92.
- Williams, D.F., 1990: Selected approach of chemical stratigraphy to time-scale resolution and quantitative dynamic stratigraphy. In Cross, T.A., ed., *Quantitative Dynamic Stratigraphy*, Prentice Hall, New Jersey, 543-565.
- 柳沢幸夫・茅原一也・鈴木尉元・植村 武・小玉喜三郎・加藤禎一, 1985: 十日町地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 104p.
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭二・立石雅昭・茅原一也・加藤禎一, 1986: 小千谷地域の地質. 地域

地質研究報告（5万分の1図幅），地質調査所， 177p.

新潟堆積盆における上部鮮新統～下部更新統のシーケンス層序 —研究の現状と今後の課題—

高野 修，1998，堆積学研究，No. 48，21—39

O.Takano, 1998: Sequence stratigraphy of the Upper Pliocene to Lower Pleistocene in the Niigata Basin, central Japan; summary and perspectives of the sequence stratigraphic studies. *Jour. Sed. Soc. Japan*, No. 48, 21—39.

新潟堆積盆に分布する新第三系のうち，上部鮮新統～下部更新統について，堆積盆内の各地域別に行われていたシーケンス層序学的研究をまとめて対比を行い，堆積盆全体のシーケンス層序を設定した．新潟堆積盆の上部鮮新統～下部更新統は，下位より，4次（もしくは3次）オーダーシーケンス Ngt.III.1.N1, Ngt.III.1.N2, 3次オーダーシーケンス Ngt.III.2に区分される．シーケンス Ngt.III.1.N1, Ngt.III.1.N2（浜忠層～西山層下部層準）は主に海底扇状地タービダイト～トラフ充填タービダイトシステムを主体とするのに対し，3次オーダーシーケンス Ngt.III.2（西山層上部～魚沼層群中部層準）では主に新潟堆積盆南部において陸棚～浅海～内湾～河川システムが主体であり，プログラデーションが顕著である．3次オーダーシーケンス Ngt.III.2内には，氷河性海水準変動に対応して形成されたと考えられる多くの高周波シーケンスが発達する．

さらに，現在の問題点をまとめ，今後のシーケンス層序学的研究の指針とした．