

# 新潟平野沿岸海域ボーリング試料の層相変化と音響層序との対比

## Correlation of sedimentary facies with seismic stratigraphy in Niigata Plain offshore.

天野敦子<sup>1</sup>・井上卓彦<sup>1</sup>・池原 研<sup>1</sup>

Atsuko Amano<sup>1</sup>, Takahiko Inoue<sup>1</sup> and Ken Ikehara<sup>1</sup>

**Keywords:** sediment, radiocarbon age, seismic profile, Niigata Plain, Holocene

### 要旨

本研究では新潟平野沿岸海域で採取したコア長 40 m の 2 本のボーリング試料の岩相区分と年代の決定を行い、音響層序と比較した。四ツ郷屋沖のボーリング試料は 7 ユニットに区分され、放射性炭素年代は、最下層が少なくとも 43500 yr BP 以前の地層であることを示す。また音響層序は 3 ユニットに区分され、下位から、海成の砂層、完新世の海成の泥層、そして砂層と対比できる。この海域の堆積環境は第四紀の海水準変動に伴って変化したと考えられる。一方、阿賀野川河口沖のボーリング試料は 3 ユニットに区分され、最下層は約 2000 yr BP である。下位から上位に向かって粗粒化しており、河口デルタのプログラデーションによって堆積環境が変化したと考えられる。音響散乱層の影響で不明慮な音波探査記録であるが、2 ユニットの音響層序に区分し、最表層を砂層、下位を砂泥層とした。

### 1. はじめに

新潟平野は阿賀野川、信濃川からの碎屑物供給と活断層による沈降作用によって、最大層厚約 140m の沖積層が分布している (Minato et al., 1967)。その形成過程は、陸上のボーリング試料を基に、最終氷期以降の海水準変動やバリアーの形成などと伴って議論されてきた (例えば、卜部ほか, 2006 ; 吉田ほか, 2006)。その一方で、現在の沿岸海域の変化や海域と陸域の変化との関係は議論されてこなかった。

また、2007 年に発生した能登半島沖地震と中越沖地震の震源は海域と陸域の地質図の中間地域における

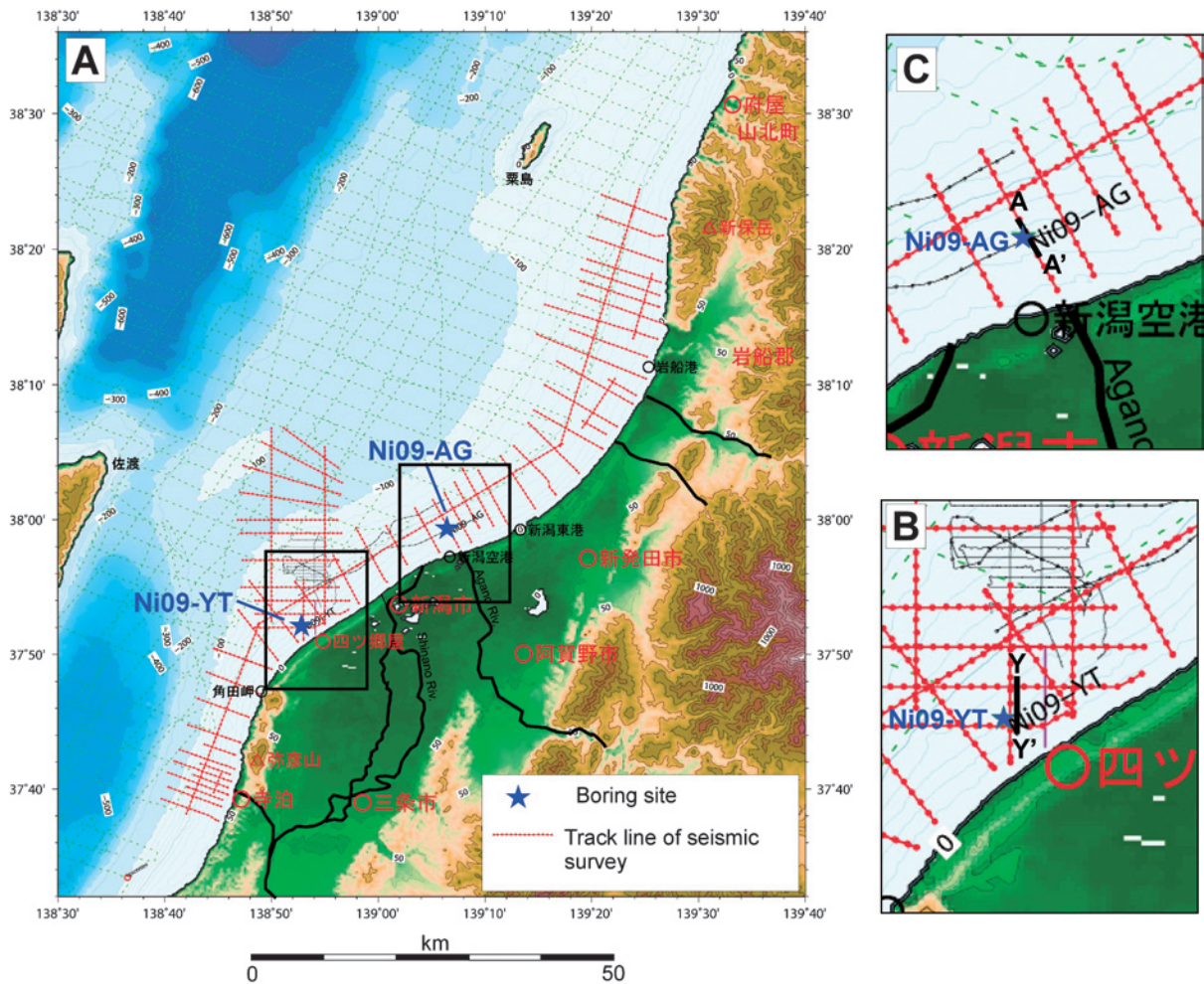
データの空白地帯であった。そのため、陸域-海域にわたる断層の位置と活動度の把握が必要となった。そこで、本年度、産業技術総合研究所は沿岸海域用の高分解能音波探査を用いて、新潟平野南部の長岡平野西縁断層を中心に、新潟沿岸海域の活断層調査を行った (第 1 図)。同時に、音響層序の岩相や年代を決定するために、四ツ郷屋沖と阿賀野川河口沖でボーリング試料を採取された。四ツ郷屋沖は既存の地層探査記録から長岡平野西縁断層の延長の上盤にあたり、完新統を掘り抜いて浸食面まで達すると予想され、音波探査記録に年代目盛りを入れられると考えた。また、阿賀野川河口沖は下盤側の層序と沿岸環境に対する河川の影響を評価することができると考え、掘削地点として選出した。

本研究では、これらボーリング試料の層相区分と年代決定を行い、その形成過程について検討した。そして、音波探査結果と比較して、音響層序区分の岩層と年代について検討した。この二点の結果について報告する。

### 2. 試料採取・処理方法

本研究では新潟平野沿岸海域の四ツ郷屋沖 (Ni09-YT) と阿賀野川河口沖 (Ni09-AG) において、2 本のボーリング試料を採取した (第 1 図, 第 1 表)。採取方法は、高さ約 32m の櫓を設置し、ロータリー式ハイドロリックフィード型ボーリング機を使用して行った。採取されたコアの直径は約 65mm, 全長 40m で、1m ごとに分割された。そして、ピアノ線を用いて採取した試料を半裁して、記載、はぎとり、軟 X 線写真撮影、放射性炭素年代分析を行った。放射性炭素年

<sup>1</sup>産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)



第 1 図 調査海域図。(A) 全海域、(B) 四ツ郷屋沖海域、(C) 阿賀野川河口沖海域。

Fig.1 Map of study area. (A) Whole area, (B) Yotsugouya area, (C) Area of Agano River mouth.

第 1 表 試料採取地点。

Table 1 List of sampling location.

Boring sample No.	Location		Water depth (m)	Core length (m)
	lat.	long.		
Ni09-YT	37° 52' 09.40" N	138° 52' 49.02" E	25.35	40.0
Ni09-AG	37° 59' 19.75" N	139° 06' 27.95" E	24.98	40.0

代 ( $^{14}\text{C}$  年代) は、木片、植物片、貝殻試料を用いて、加速器質量計測法で分析し、測定時に同位体分別の効果で補正した年代値 (Conventional radiocarbon age) を議論に用いた。

### 3. 結果・議論

#### 3.1 四ツ郷屋沖

岩層記載の結果を基に、Ni09-YT を 7 ユニット (YT-1 ~ 7) に区分した (第 2 図)。下位から各ユニットの層相と年代 (第 2 表) について説明する。

**YT-7** (コア深度: 33.6-40.0m): 岩相; 緑灰色極細粒

砂, 年代; 435000 年以前, 記載; 38.8-40.0m では貝殻片含有量が, それより上位層では植物片含有量が増加する。

**YT-6** (コア深度: 31.4-33.6m): 岩相; 緑-黄色細粒砂, 記載; YT-7 との境界は明瞭な緑灰色から黄色への色変化によって決められた。33.0-33.6m 間では 1cm 以下のマッドボール, 31.4-33.0m 間では平行葉理と生物擾乱跡が観察される。

**YT-5** (コア深度: 30.8-31.4m): 岩相; オリーブ灰色中粒砂, 記載; YT-6 との境界は細粒砂から中粒砂への急激な粒度変化によって決められた。マッドボ

ールを含み、その直径は下位では約 5cm であるが、上位に向かって減少する。

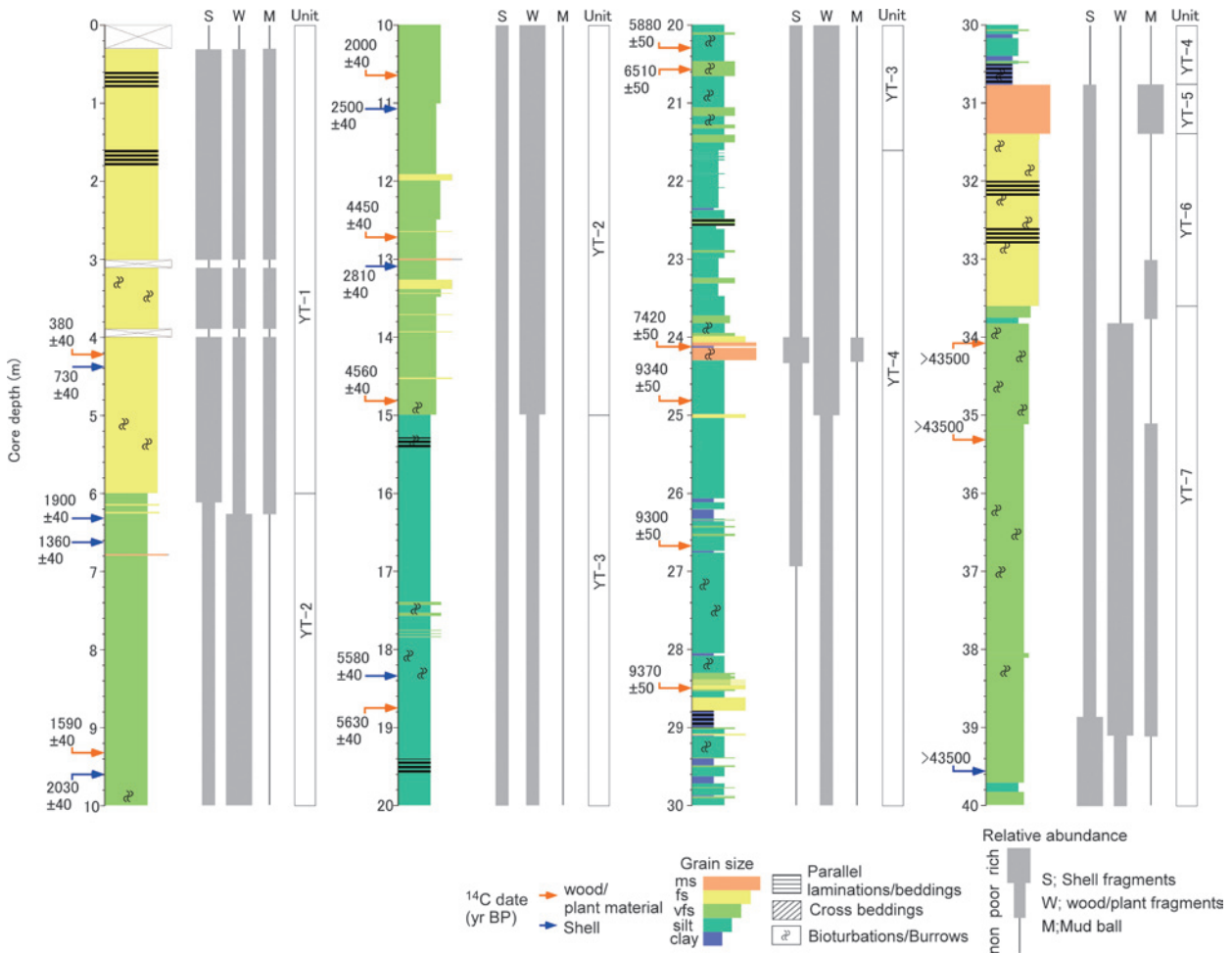
**YT-4** (コア深度：21.6-30.8m)：岩相；灰オリーブ色シルト，年代；7500-9300 年，記載；YT-5 との境界は中粒砂からシルトへの急激な粒度変化によって決められた。粘土層や中粒～極細粒砂層が挟在し，その境界は明瞭である。貝殻片は 27m 以深では見られないが，それより上位はわずかに含まれる。植物片は 25m 以深では少なく，それより上位では増加する。24.85, 26.68, 28.50m の <sup>14</sup>C 年代はすべて 9300 年を示すが，これは再堆積した古い木片が混在していることが原因であると考えられる。

**YT-3** (コア深度：15.3-17.7m)：岩相；黒オリーブ色シルト，年代；5500-6500 年，記載；YT-4 の特徴である明瞭な境界を持つ砂質シルト～シルト層の最上位を YT-3 との境界とした。下位層 (20.0-21.6m) では極細粒砂層を含むが，その境界は不明瞭で，比較的均質なシルト層である。20.0m 以深は植物

片を多く含むが，それより上位層では減少する。

**YT-2** (コア深度：6.2-15.3m)：岩相；植物片混じりの黒オリーブ色極細粒砂，年代；1300-2800 年，記載；下位と境界は不明瞭で，上位に向かって徐々に粗粒化し，植物片含有量が増加する。所々に数～10cm 程度の中～細粒砂層を挟む。<sup>14</sup>C 年代は 1300-4500 年を示す。12.74, 14.85m の木片試料の年代は約 4500 年であるのに対して，これら試料の間にある 13.14m の貝殻試料年代は約 2800 年と新しい年代を示す。これら 2 つの木片試料年代がほぼ同じであることから，古い木片が再堆積している可能性が高い。そこで，これら 2 試料の年代を除いて，YT-2 は約 1300-2800 年に堆積したと考えられる。

**YT-1** (コア深度：0.0-6.0m)：岩相；貝殻片混じりの灰オリーブ色細粒砂，年代；0-400 年，記載；この境界も不明瞭で，上位に向かって徐々に粗粒化し，色は明るく，相対的な貝殻片含有量は増加し，一方，



第 2 図 Ni09-YT 柱状図。

Fig.2 Sedimentary column of the Ni09-YT core.



第 2 表 放射性年代分析結果.

Table 2 Results of radiocarbon dating in cores.

Boring sample No.	Depth (m)	Material	Conventional radiocarbon age (yr BP)
Ni09-YT	4.10	wood	380 ± 40
Ni09-YT	4.35	shell	730 ± 40
Ni09-YT	6.29	shell	1900 ± 40
Ni09-YT	6.66	shell	1360 ± 40
Ni09-YT	9.32	plant material	1590 ± 40
Ni09-YT	9.61	shell	2030 ± 40
Ni09-YT	10.64	wood	2000 ± 40
Ni09-YT	11.11	shell	2500 ± 40
Ni09-YT	12.74	wood	4450 ± 40
Ni09-YT	13.14	shell	2810 ± 40
Ni09-YT	14.85	wood	4560 ± 40
Ni09-YT	18.38	shell	5580 ± 40
Ni09-YT	18.76	wood	5630 ± 40
Ni09-YT	20.31	plant material	5880 ± 50
Ni09-YT	20.58	wood	6510 ± 50
Ni09-YT	24.16	plant material	7420 ± 50
Ni09-YT	24.85	wood	9340 ± 50
Ni09-YT	26.68	plant material	9300 ± 50
Ni09-YT	28.50	wood	9370 ± 50
Ni09-YT	34.05	wood	NA (>43500)
Ni09-YT	35.35	wood	NA (>43500)
Ni09-YT	39.53	shell	NA (>43500)
Ni09-AG	4.65	wood	140 ± 40
Ni09-AG	12.60	wood	290 ± 40
Ni09-AG	12.65	plant material	180 ± 40
Ni09-AG	16.10	wood	700 ± 40
Ni09-AG	21.62	wood	450 ± 40
Ni09-AG	21.65	wood	1040 ± 40
Ni09-AG	22.86	wood	910 ± 40
Ni09-AG	25.10	shell	1210 ± 40
Ni09-AG	26.58	wood	960 ± 40
Ni09-AG	28.40	shell	1260 ± 40
Ni09-AG	28.70	wood	970 ± 40
Ni09-AG	30.44	wood	1130 ± 40
Ni09-AG	33.75	wood	1280 ± 40
Ni09-AG	34.78	shell	1780 ± 40
Ni09-AG	35.15	shell fraction	1870 ± 40
Ni09-AG	37.43	shell	2050 ± 40
Ni09-AG	39.43	wood	1900 ± 40

植物片は減少する。また所々に 1cm 以下のマッドボールを含み、平行葉理や生物擾乱跡が観察される。これら層相区分を基に推定した四ツ郷屋沖の堆積環境は、第四紀の海水準変動の影響を受けて変化していると考えられる。YT-7 は貝殻片や生物擾乱を含むた

め、少なくとも 43500 年以前に堆積した海成の砂層で、最終氷期の低海水準期に浸食作用を受けたと考えられる。現段階で YT-5, 6 の堆積環境を判定することは難しいが、貝殻片や生物擾乱を含むことから海成層の可能性がある。YT-4 は明瞭な境界の砂層を含む

シルト層であることから、静穏時は泥質堆積物が、暴浪時には砂質堆積物が堆積する内側陸棚の環境であったと考えられる。そしてYT3から上位に向かって徐々に粗粒化していく。海岸線の前進に伴う埋積作用によって、徐々に水深が減少し、波浪などの海底に及ぼす水理営力が増加したことを示す。

### 3.2 阿賀野川河口沖

Ni09-AGはNi09-YTと比較して、植物片を多く含み、頻繁かつ明瞭な粒度変化を示すが、そのパターンから大きく3ユニット（AG-1～3）に区分した（第3図、第2表）。

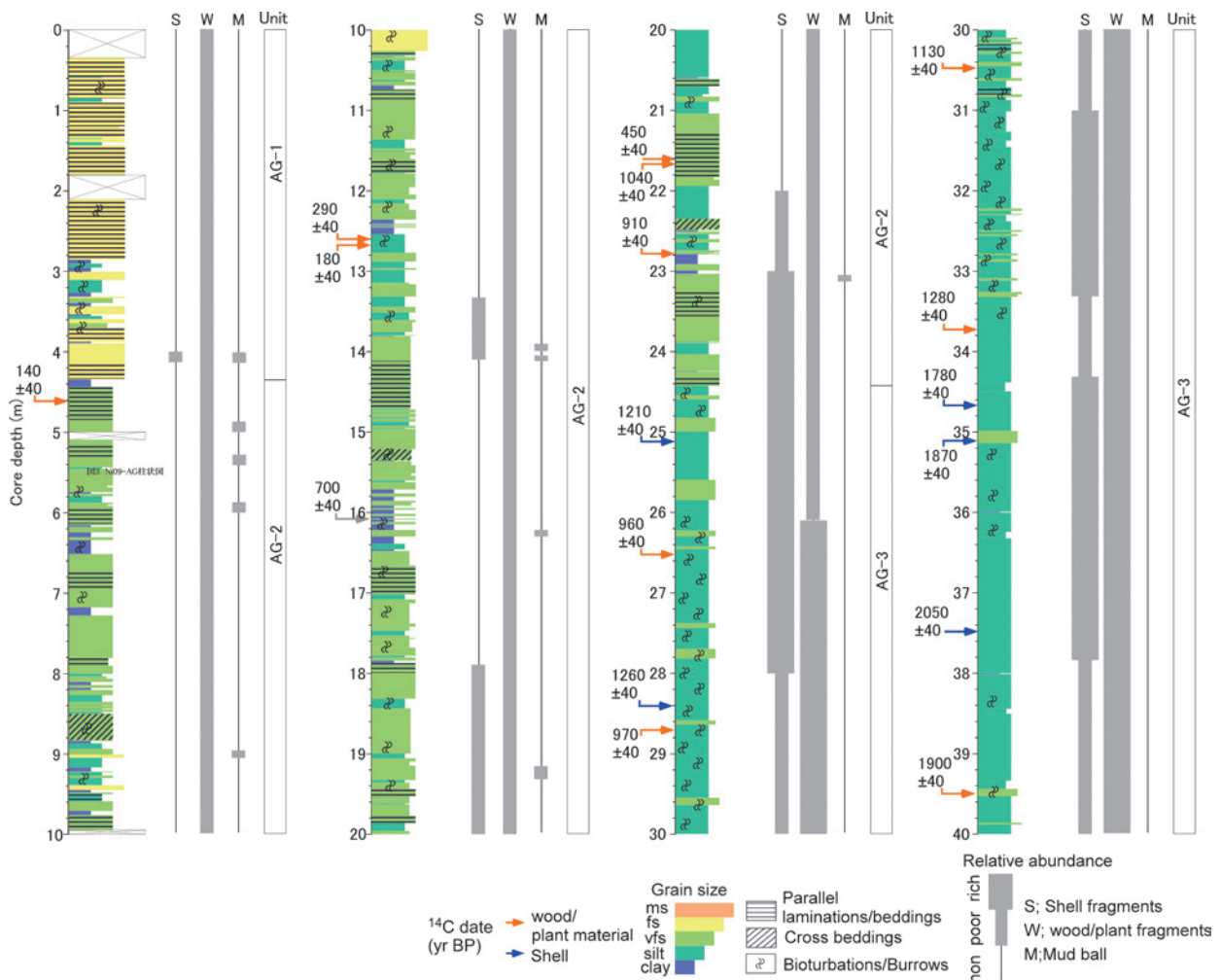
**AG-3**（コア深度；24.4-40.0m）：岩相；有機質なシルト，年代；1000-1900年，記載；生物擾乱が多く観察され，所々に含まれる砂層の境界は不明瞭な場合が多い。26.2-40.0m間では植物片含有量は相対的に多く，それより上位では減少する。

**AG-2**（コア深度；4.3-24.4m）：岩相；極細粒砂，年代；

100-900年，記載；AG-2の中で頻繁に挟在する泥層は明瞭な境界を持ち，明瞭な平行または斜交葉理も多く観察される。これら堆積構造が観察される最下位をAG-3との境界と決められた。22.0m以深では貝殻片を含むが，それより上位ではほとんど含まれない。

**AG-1**（コア深度；0.0-4.3m）：岩相；灰色細粒砂，年代；100年以前，記載；細粒砂層には平行葉理が観察される。AG-2との境界は明瞭な粘土から細粒砂への粒度変化によって決められた。

これら記載結果を基にすると，AG-3は相対的に水理営力が弱く，底生生物の活動が活発である。一方，AG-1，2は水理営力が増加したと考えられる。Ni09-AGは阿賀野川河口沖であることを考慮すると，AG-3は約100-2000年間の水理営力が弱いプロデルタの泥質堆積物，一方，AG-1，2は100年よりも若い水理営力が増加したデルタフロントの砂質堆積物と考えられ，デルタのプログラデーションに伴う影響を反映



第3図 Ni09-AG 柱状図。

Fig.3 Sedimentary column of the Ni09-AG core.

していると考えられる。

### 3.3 音波探査記録との対比

ブーマー音源による高分解能音波探査結果とボーリング試料結果を比較し、音響層序区分の岩層と年代について議論した。

第 4 図は第 1 図 B が示す四ツ郷屋沖の測線の音波探査記録である。この海域の音響層序は下位から、やや凹凸を示す明瞭な浸食面よりも下位層 (YL-3)、密に水平な反射面を示す層 (YL-2)、それよりも上位層 (YL-1) の 3 ユニットに区分される。ボーリング試料と比較すると、YL-3 は少なくとも 40000 年以前の更新世から最終氷期最盛期以降の海進期初期の海成砂質堆積層 (ボーリング試料層相; YT-5, 6, 7), YL-2 は完新世の泥質堆積層 (YT-3,4), YL-1 は約 2800 年以降の砂質堆積物 (YT-1, 2) と考えられる。

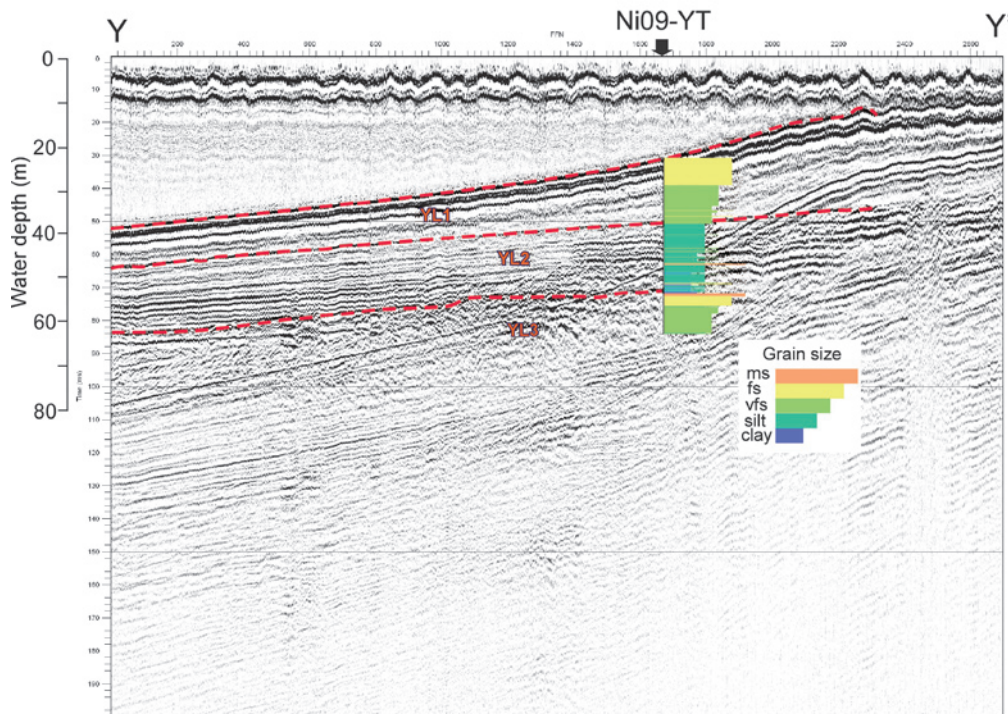
また第 5 図は第 1 図 C が示す測線の阿賀野川河口沖の音波探査結果である。この海域の結果は音響散乱層によって不明瞭であるが、一部海底面表層に反射面が認められ、それを AL-1、それより下位を AL-2 と区分した。ボーリング試料と比較すると、AG-1 は少なくとも 100 年よりも若い細粒砂層 (AG-1), AG-2 は

それ以前の砂泥層 (AG-2, 3) となる。

### 4. まとめ

新潟平野沿岸海域で採取された 2 本のボーリング試料を用いて、記載と年代分析を行い、層相区分した。四ツ郷屋沖の Ni09-YT は 7 ユニットに区分され、その層相は主に最終氷期の海水準変動に伴って変化している。一方、阿賀野川沖の Ni09-AG は 3 ユニットに区分され、デルタのプログラデーションによって変化していると考えられる。

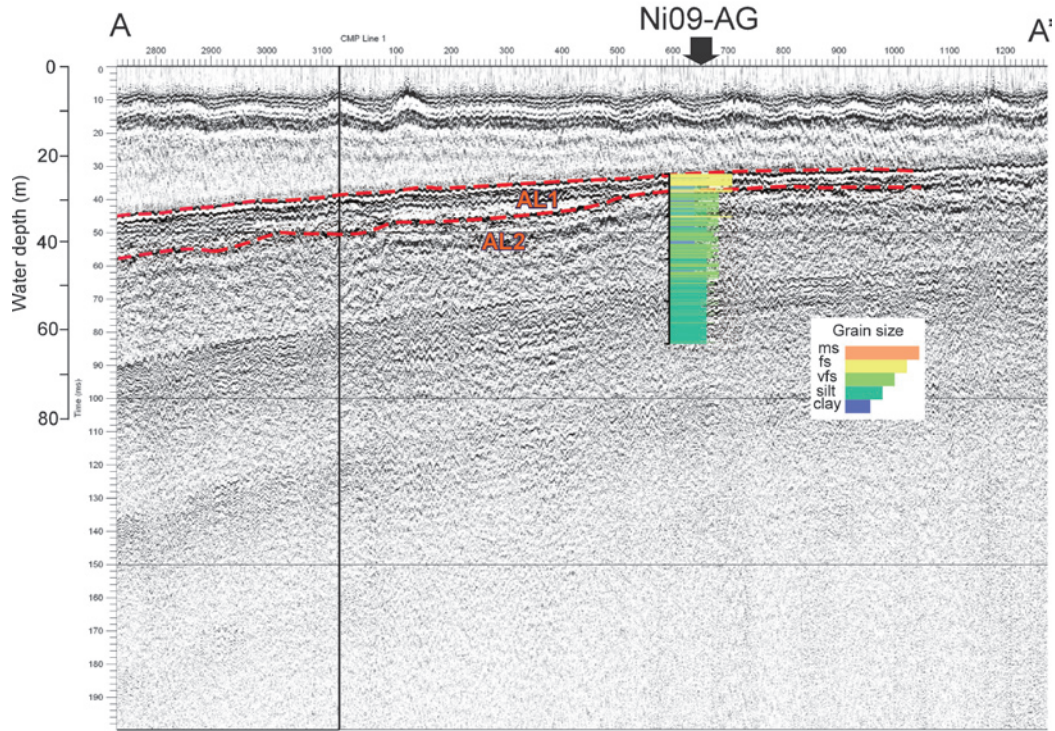
これらボーリング試料結果を音波探査記録と比較することによって、四ツ郷屋沖では 3 ユニット、阿賀野川では 2 ユニットの音響層序区分の層相と年代を決定した。



第 4 図 四ツ郷屋沖音波探査記録と Ni09-YT 柱状図との対比。測線位置は第 1 図 B に示す。

Fig.4 Profile of seismic survey in Yotsugouya area and sedimentary column of Ni09-YT. The location is shown in Fig. 1B.





第 5 図 音波探査記録と Ni09-AG との対比図。測線位置は第 1 図 C に示す。

Fig.5 Profile of seismic survey in area of Agano River mouth and sedimentary column of Ni09-AG. The location is shown in Fig. 1C.

## 文献

- Minato, M., Suyama, K., Hasegawa, K., Oya, A., Takahashi, Y., Nakagawa, K., Wada, N., and Shibasaki, T. (1967) Absolute age of subsurface late Quaternary deposits in the Niigata lowland. *Journal of the Faculty of Science (Hokkaido Univ. Ser. IV)*, 13, 135-159.
- ト部厚志・吉田真見子・高濱信行 (2006) 越後平野の沖積層におけるバリアーラグーンシステムの発達様式. *地質学論集*, no.59, 111-127.
- 吉田真見子・保柳康一・ト部厚志・山崎 梓・山岸美由紀・大村亜希子 (2006) 堆積層と全有機炭素・窒素・イオン濃度を用いた堆積環境の復元—新潟平野上部更新統～完新統の例. *地質学論集*, no.59, 93-109.