

新潟平野の沖積層の堆積環境変遷から見た 断層帯の変位の履歴

宮地 良典¹⁾・中西 利典¹⁾・卜部 厚志²⁾

1. はじめに

2004年新潟県中越地震が発生してから6年が経過し、その間にも2007年3月に能登半島地震や同年10月に新潟県中越沖地震が発生した。これらは日本海沿岸の都市や原子力発電所に影響を与えた。2008年度より産総研では沿岸域を中心とした海洋-沿岸-陸域におけるシームレスな地質情報の整備を目指し調査を進めてきた。2009年度には新潟平野の沿岸地域について調査を行った。

新潟平野は日本海側で最も大きな平野であるのみならず、日本で最も沖積層が厚い堆積盆であるという特徴を持つ。すなわち、関東平野では最大70m程度であるのに対し、新潟平野では160mを越える沖積層が堆積している。すなわち、新潟平野は日本で最も沈降している盆地のひとつであるといえる。

特に長岡平野西縁断層帯は新潟県中・下越地域の平野の西縁から日本海につながる断層で、日本海から新潟平野西縁部を弥彦セグメント、三条から長岡にいたる鳥越セグメント、長岡から小千谷間は片貝セグメントと分けられている(産業技術総合研究所, 2009)。弥彦セグメントは、角田・弥彦断層(仲川, 1985)と呼ばれており、その平均変位速度は3.5-4m/1,000年と推定されている(下川ほか, 2000)。

本論では、新潟堆積盆の沈降の大きさと平野西縁部にある角田・弥彦断層の活動度の大きさについて解説する。

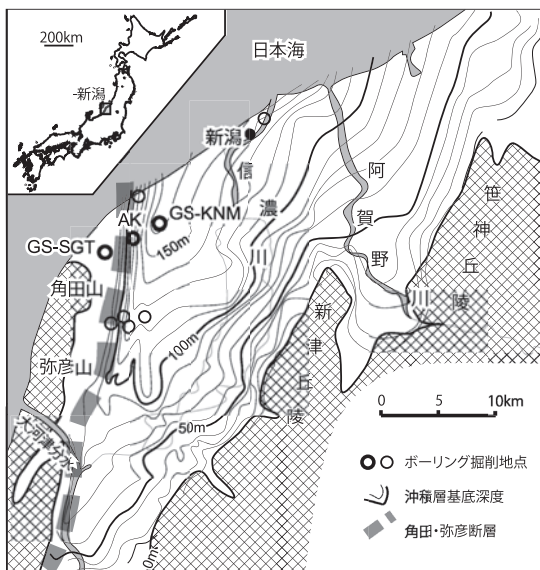
新潟平野の地質構造については山路(2010)などで解説されている。本論では新潟平野西縁にある角田・弥彦断層の活動度評価をボーリング調査結果から説明するため、

- ・新潟平野及び沿岸部の地形と堆積環境
- ・ボーリングコアから読み取れる堆積環境

・ボーリングコアの層序対比とこれから考えられる角田・弥彦断層の活動履歴の順で説明する。

2. 新潟平野及び沿岸部の地形と堆積環境

新潟平野は、信濃川・阿賀野川の両河川が運搬する大量の土砂が沈降する堆積盆に堆積してできた平野で、沿岸部には砂丘が発達しているという特徴を持つ。そのため河川流路は頻繁に変更され、江戸時代以後洪水対策として河川改修や大河内分水に代表される数本の分水が造られ、信濃川の運搬する土砂を直接日本海へ放出する工事が進められてきた。すなわち新潟平野は、信濃川・阿賀野川の河川堆積物とその後背湿地(氾濫原)堆積物、そして沿岸に平行



第1図 新潟平野の沖積層の厚さ、GS-KNM, AK及びGS-SGTはボーリング掘削地点。

1) 産総研 地質情報研究部門
2) 新潟大学 災害復興センター

キーワード: 新潟平野, 堆積環境, 角田・弥彦断層, 沖積層, ボーリングコア解析, 堆積速度, 珪藻, ¹⁴C炭素同位体年代



第2図 砂浜の堆積物の断面。砂と砂鉄で平行葉理を作っており、カニの巣穴が見られることもある。

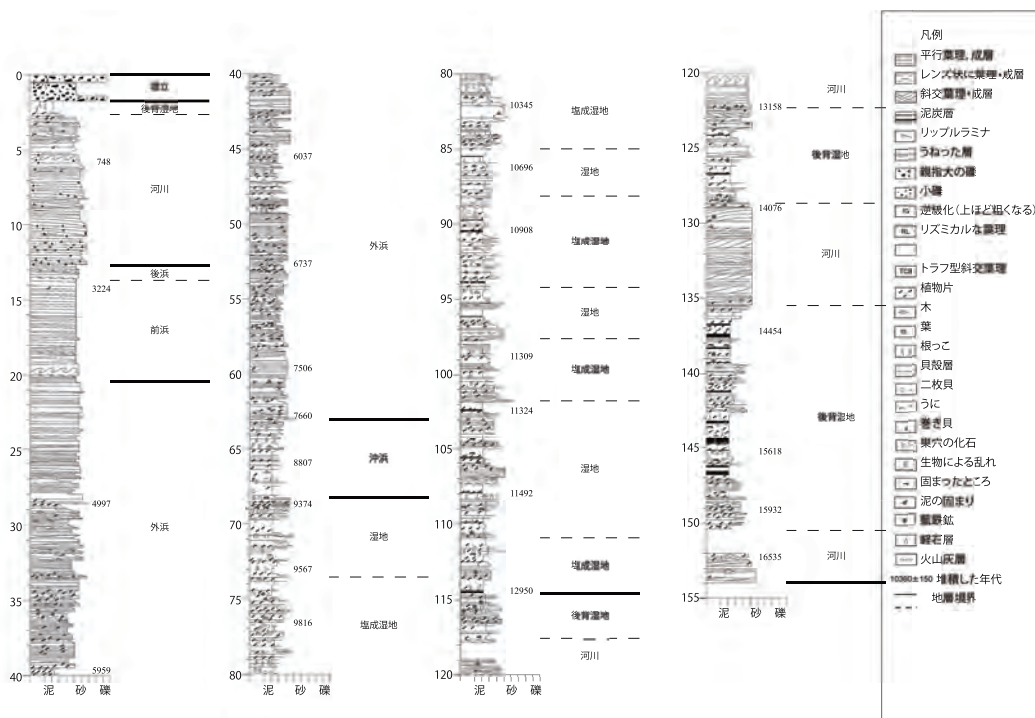
にのびる砂丘列に特徴付けられる。

一般に後背湿地では泥質な堆積物が堆積し、植物片などが多く見られる。砂丘には粒度のそろった砂が堆積している。また、砂浜の砂は、砂丘より粒度が細かく砂鉄などが混じることが多い(第2図)。また、カニの巣穴などの模様が見られる。海面下でもその場所の波の状況や生物活動によって粒度・堆積構造

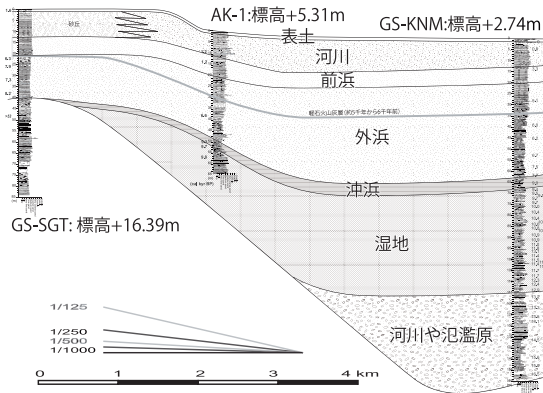
や生痕の状況の変化が見られる。これらの堆積環境と堆積構造の関係について非常に簡素化して説明した。

次にボーリング調査を行って堆積環境の復元を行うにあたっては前述と逆の作業を行う。すなわち、上記のような特徴から当時の堆積環境を復元することになる。このため、ボーリングコアの記載だけではなく、剥ぎ取り標本の作製、X線透過写真の撮影とそれで見えるもの、珪藻や貝化石など化石群集からわかること、また、放射性炭素同位体年代測定の方法とその結果などからそれぞれの場所における堆積環境とその変遷を解釈できる。

新潟平野においては、産総研で主に9本のボーリング調査が実施され(第1図)その他にも多くのボーリングが行われている。また、弥彦・角田断層を挟んで数本の反射法弾性波探査調査も実施されている。今回は、2008年度に産総研で掘削したGS-KNM(新潟市西区金巻新田地区、WGS84 : N37° 49' 58.4" E138° 55' 47.1"、標高+2.74m)、GS-SGT(新潟市西区赤塚地区、WGS84 : N37° 48' 34.5" E138° 52' 15.9"、標高+16.39m)ボーリング(宮地ほか, 2009)、及びその間で新潟大学によって掘削されたAKボー



第3図 GS-KNM コアの柱状図とそれから復元される堆積環境(柱状図右側の数字は堆積した時代; 年ごろ)。



第4図 調査地域の推定断面図(堆積環境や火山灰などで対比すると、どの程度ずれているかがわかる)。

ング (Urabe *et al.*, 2004 ;新潟市西区赤塚地区, N37° 48′ 59.2″ E138° 53′ 30.7″, 標高+3.27m) の調査結果から, 新潟平野の生い立ちと, 角田・弥彦断層の活動について考察する。

3. ボーリングコアから読み取れる新潟平野の生い立ち

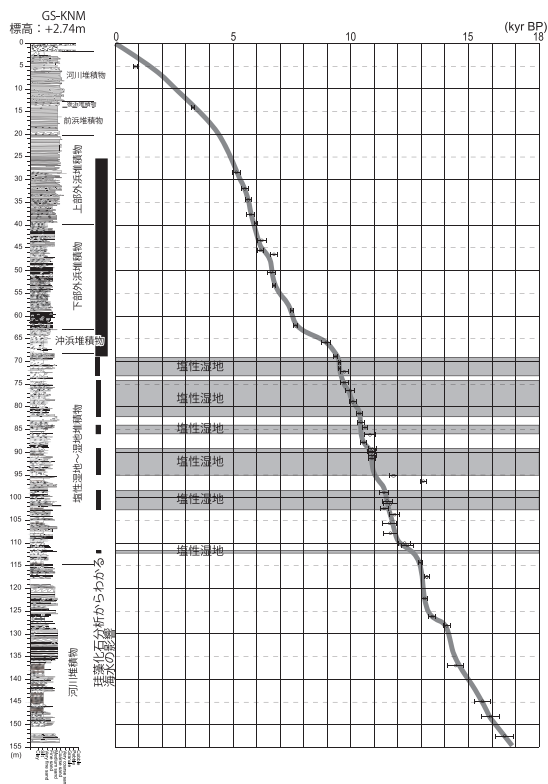
前述のように新潟平野の沖積層は, 最大160m以上の厚さがある。平成21年度に産総研で掘削したボーリング調査の結果, GS-KNM コアから堆積環境の変遷を復元した。層相・年代, 珪藻分析結果等詳細は, 宮地ほか(2009)に詳しく書かれている。これによると, GS-KNM ボーリングでは, 下位から, 河川から氾濫原の地層, 湿地～塩成湿地堆積物, 沖浜, 外浜, 前浜, 後浜と続いて最後に河川や氾濫原の堆積物が重なっている。この沖積層の中で最も古い年代は16,000年前に河川成の堆積物がたまっていることになる。当時は縄文海進に向かって温暖化していた時代である。この後海水準の上昇に伴って現在の氾濫原や潟そして海の下の堆積物へと変わっていく。この中で最も深いところの堆積物は-63mから-68mにあり, 7,600年前から9,500年前の沖浜堆積物となる。その後, 徐々に浅い場所の堆積物がたまっていることから海退が進んだことが想像できる。詳しく見ると, 地下-114.5mから-154mに約13,000年前から17,000年前の河川や河川の氾濫原(後背湿地), -68mから-114.5mには9,500年前から13,000年前の湿地～塩成湿地堆積物, -63mから-68mには7,600年前から

9,500年前の沖浜堆積物, -63mから-20mには4,000年前から7,600年前の外浜, -14mから-20mに3,000年前から4,000年前の前浜そしてその上には3,000年前以降の河川や後背湿地の堆積物が累重する。一方の佐潟コアを見ると沖積層は40mしかなく, また, 外浜, 前浜そして砂丘の砂が累重している。特に佐潟では-20mの前浜-外浜境界部に, GS-KNMでは-35mの上部外浜-下部外浜境界部に軽石火山灰層が含まれ同じ時期にたまった地層と考えられる。この火山灰層は, 沼沢軽石火山灰層と類似しており, 沼沢軽石火山灰層の数メートル下位に見られる火山灰である。このことと, 放射性炭素同位体年代からこの火山灰層は5,000年前から6,000年前に堆積した火山灰層と考えられる。講演会ではボーリング調査の写真やコアの写真などを見せながらこれらの地層の模様と堆積環境について講演を行った。

4. ボーリングコアの層序対比とこれから考えられる角田・弥彦断層の活動履歴

次に, これらのコアを比較してこの断層の動きについて検討する。軽石火山灰層は, GS-SGTにおいて前浜堆積物と上部外浜堆積物の境界部付近, GS-KNM コアでは上部外浜堆積物中に見られる。現在の新潟周辺海域の堆積物から, この2つの環境の違いは水深にして約7m違っている(新潟市史編さん自然部会 編集, 1991)。GS-SGTでは, この火山灰層は標高-4m, GS-KNMでは標高-33m付近にあり, 標高差は約29mとなる。これに元々の堆積した深さの差を引くと, 約5,500年間で22m, すなわち平均すると1,000年間で約4mずれていることがわかる。次に沖浜の時代は約9,000年前であり, この堆積物の見られる標高はGS-SGTでは標高-25m, GS-KNMでは標高-70mであることから, これからも約9,000年で45m, 平均すると1,000年間で約4mずれていることになる。

さらにGS-KNMの湿地～塩成湿地堆積物は, 約13,000年前から9,500年前に, 何度かの塩成湿地と淡水の湿地の繰り返しが見られる。これは, 塩成湿地には生痕化石や貝化石などが見られるのに対し, 淡水では植物片などが含まれることや, 珪藻といわれる微化石の分析からわかった。深さと酸素同位体年代を第5図に示す。これを見ると, 湿地堆積物では塩



第5図 GS-KNMコアの柱状図とその堆積した年代。

成湿地と湿地で堆積する速が変わっている。塩成湿地環境で堆積速度が速いことは、淡水の湿地に海が流入し、その海に堆積物がたまって埋め立てられ、その上に淡水の湿地や河川の地層が堆積したことになる。海の流入が繰り返される原因としては、何段階かに分けて海水準が上昇することと断層の動きなどで地盤が沈下することが考えられる。事実、この時期に融氷などの影響で海水準が上がることは報告されている(Fairbanks, 1989など)。このパルスのな海水流入は約1,000年おきに7回程度繰り返されてきていることがわかっている(宮地ほか, 2010準備中)。これは、一部にパルスのな海水準上昇もあり得るが、その多くは地震イベントによるものと考えられる。

まとめにかえて

新潟地域は、小松原ほか(2010)にも述べられているように日本列島全体を見ても最も深い堆積盆地のひとつで、沖積層の厚さは日本で最も深い。すなわ

ち、日本で最も沈降している地域といえる。上述のように今回紹介したボーリング調査結果から、新潟平野西縁部ではこの1万数千年間平均1,000年で3-4mの縦ずれがあることがわかり、これがほぼ1,000年おきに活動している可能性がある。日本列島は地震国といわれるが、新潟地域はその中でも最も変動の大きいところであることを強調して講演を終了した。

別の会場では、GS-SGT, GS-KNMをはじめ、平成21年度に掘削した3本のボーリングコアの剥ぎ取りも展示を行った。講演内容と共に実際のボーリングコアから火山灰層や堆積相の観察をすることで、地層や新潟平野の生い立ちにより興味を深めていただいたものと思う。

文 献

Fairbanks, R.G. (1989) : A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature* 342, 637-642.

小松原 琢(2010) : 新潟県の地形形成と災害環境=第四紀258万年の歴史=。地質ニュース, 本号。

宮地良典・中西利典・卜部厚志・田辺 晋・稲崎富士・安井 賢・小松原 琢・水野清秀(2009) : ボーリングコア解析による角田・弥彦断層の活動度評価。平成20年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告。産業技術総合研究所地質調査総合センター, 101-120。

仲川隆夫(1985) : 新潟平野の上部更新統・完新統-特に沈降現象との関係について-。地質学雑誌, 91, 619-635。

新潟地盤図編集委員会編(2002) : 新潟県地盤図, 新潟地質学協会, 66p+5図。

新潟市史編さん自然部会 編集(1991) : 新潟市史, 資料編12, 自然, 新潟市, 367p。

産業技術総合研究所(2009) : 活断層データベース 2009年7月23日版。産業技術総合研究所研究情報公開データベースDB095, 産業技術総合研究所。

下川浩一・粟田泰夫・佐竹健治・吉岡敏和・七山 太・菊谷愛彦・小松原 琢・羽坂俊一・重野聖之(2000) : 地形・地質調査1. 日本海東縁部における地震発生ポテンシャル評価に関する総合研究(第II期 平成9~10年度)成果報告書。科学技術庁, 65-85。

Urabe, A., Takahama, N. and Yabe, H. (2004) : Identification and characterization of a subsided barrier island in the Holocene alluvial plain, Niigata, central Japan. *Quaternary International*, 115-116, 93-104.

山路 敦(2010) : 日本海拡大: 新潟地域の現在の地殻変動の背景として。地質ニュース, 本号。

Miyachi Yoshinori, Nakanishi Toshimichi and Urabe Atsushi (2010) : A history of the displacement of the Kakuda-Yahiko Fault Zone from the sedimentary environment change in the "Chuseki-so", Niigata Plain, Northwest Japan.

<受付: 2010年7月23日>