

日本最北端の 20 万分の 1 海洋地質図 「宗谷岬西方海底地質図」の出版

荒井晃作¹⁾

1. はじめに

北海道は、太平洋、日本海、オホーツク海の3つの海に囲まれています。宗谷岬の周辺に行くときあちらこちらに「日本最北端」という文字が掲げられています。宗谷岬には日本最北端の地の碑もあり、多くの観光客が訪れています。日本最北端の地の碑から海を望むと、サハリン南端の西能登呂岬までの幅が約 43 km と狭く、水深も 30 ~ 70 m と浅い宗谷海峡が広がっています。宗谷海峡は、オホーツク海と日本海を結んでいます。宗谷岬西方海底地質図(荒井, 2013)はこの宗谷岬およびその西方にある礼文島周辺海域の地質図になります(第1図)。海洋調査は日本とロシアの中間線より内側の北緯 45° 37' まで実施しましたので、地質図の範囲もこれより南側になります。地質図の海域の東側オホーツク海は「枝幸沖海底地質図」(村上, 2007)、南側日本海は「天売島周辺海底地質図」(荒井, 2012)に接続します。

図幅範囲は日本海東縁の北部に位置しています。日本海東縁の大陸斜面に沿って過去の大地震が発生していることから、収束型プレート境界が存在するという解釈がされ(小林, 1983; 中村, 1983 など)、多くの研究者に受け入れられてきました。日本海東縁のプレート境界は奥尻海嶺に沿って南北方向に延びていると考えられていますが(例えば、大竹ほか編, 2002; Okamura *et al.*, 2005)、奥尻海嶺を形成する背斜構造の連続は北緯約 45° 付近の忍路海山の北縁までしか連続しません。それより北側では東側にシフトし、宗谷岬北方に続いていると考えられます。このような背景から、この海域は南北方向に連続する活動的な構造が認められます。ここでは、海域の地質層序および地質構造の概要を紹介します。

2. 海洋調査

1998 年度および 1999 年度に実施された GH98 航海

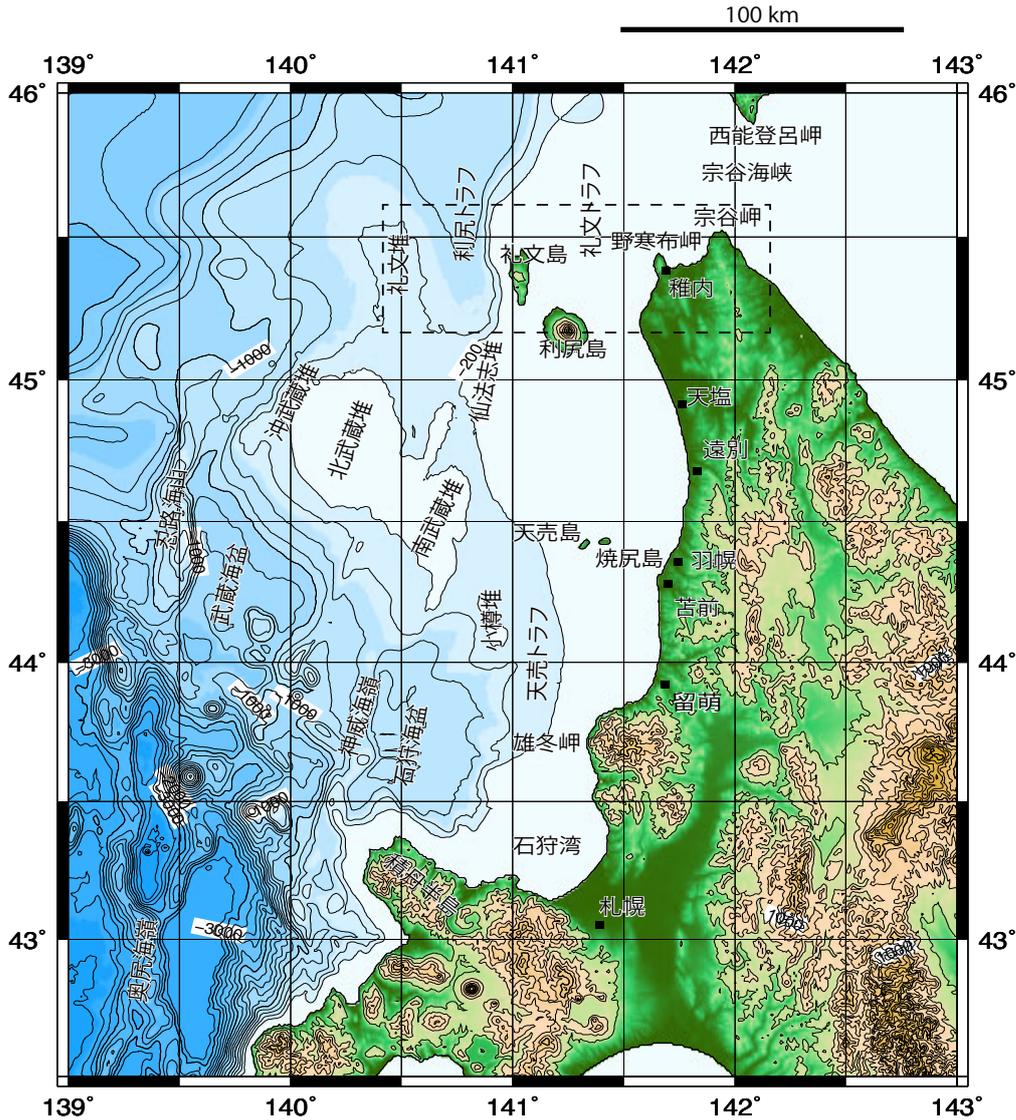
(1998 年 6 月 25 日~8 月 3 日, 40 日間) および GH99 航海(1999 年 6 月 25 日~8 月 3 日, 40 日間)の調査結果に基づいて本地質図を作成しました。産総研の調査航海は「GH98 航海」のように示され、地質調査総合センターの英語名である Geological Survey of Japan の頭文字 G と使用船舶である白嶺丸の頭文字 H, ならびに実施年度(西暦)で航海名を表しています。GH98 および GH99 航海は地質調査船「白嶺丸」(金属鉱業事業団(現独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)所有, 1,831 トン)により行われました。本地質図は、反射法音波探査断面および地質図の海域外も含む GH98 航海(ロックコアラーによる 2 試料とグラブ採泥の 4 試料)と GH99 航海(ロックコアラーによる 7 試料)で得られた 13 個の堆積岩試料の微化石年代を基礎としています。

3. 海底地形の特徴

北海道北部日本海の海底地形は、全体的に見ると南北方向に続く高まりや凹地が特徴的に存在しています(第1図)。礼文島より西の海域には、礼文堆(頂部水深 206 m)と呼ばれる高まりが南北方向に延びています。礼文堆は北武蔵堆から水深約 400 m 以浅の高まりとして北に連続的に続き、北緯 45° 40' まで延びます。武蔵堆はいくつかの高まりから構成されていますが、大きくは 2 つに分かれています。北西側に発達する北武蔵堆(頂部水深 10 m: 佐藤ほか, 1973 では 32 m とされている)を中心とした高まりと、南東側の南武蔵堆(頂部水深 126 m)を中心とした高まりです。礼文堆の東側には、利尻島および礼文島の大陸棚に挟まれた利尻トラフ(最大水深約 1,000 m)と呼ばれる凹地が南北方向に連続します。石狩湾から南北方向に礼文島西方まで続く大陸棚は、雄冬岬沖で狭く幅約 10 km ですが、北に向かって徐々に広くなり、天塩川沖の利尻島南西に発達する仙法志堆に続き幅約 70 km に広がります(第1図)。この連続が礼文島西方へ延びて

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: 宗谷岬, 礼文島, 日本海東縁, 地質構造, 海洋地質図



第1図 北海道西方の海底地形及び宗谷岬西方海底地質図の位置図。
破線で示した海域が地質図(第2図)のエリア。

います。利尻島および礼文島の西岸大陸棚の外縁水深は約140mとされています(佐藤ほか, 1973; 八島ほか, 1982)。利尻島および礼文島の高まりと、野寒布岬や宗谷岬から南北に延びる高まりに挟まれた比高差の小さい凹地は、礼文トラフ(最大水深約150m)と呼ばれます。宗谷岬北方は北海道から樺太(サハリン)に向かって南北に続く高まりがあり、調査範囲の水深は40m以下になります。この宗谷岬と樺太の西能登呂岬に挟まれる宗谷海峡の東側のオホーツク海では、浅い海が広がり、調査範囲(東経142°10'以西の海域)の水深は60mを超えません。

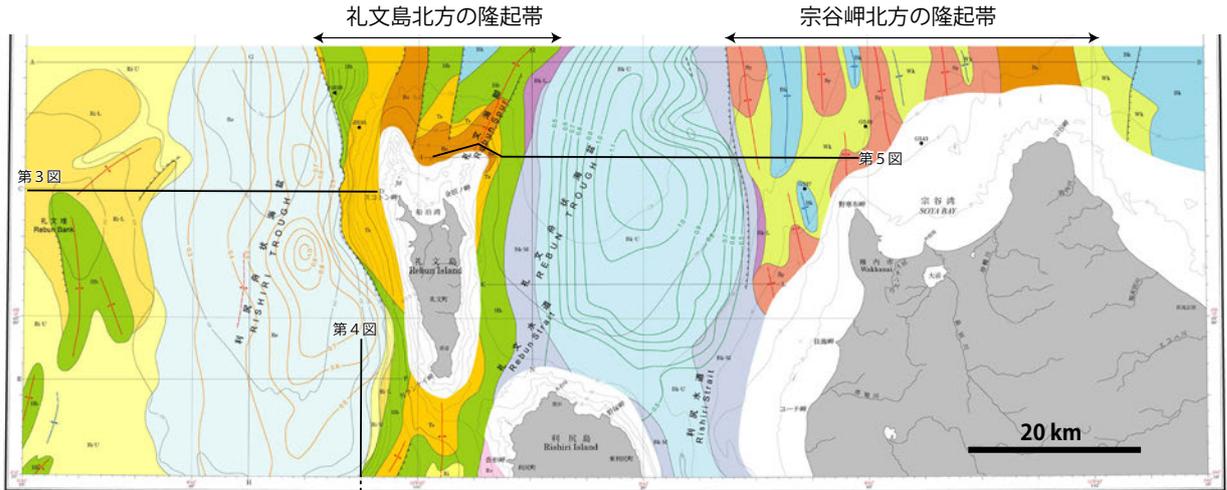
4. 海底地質

宗谷岬西方海域の地質構造も地形と同様に、南北方向に

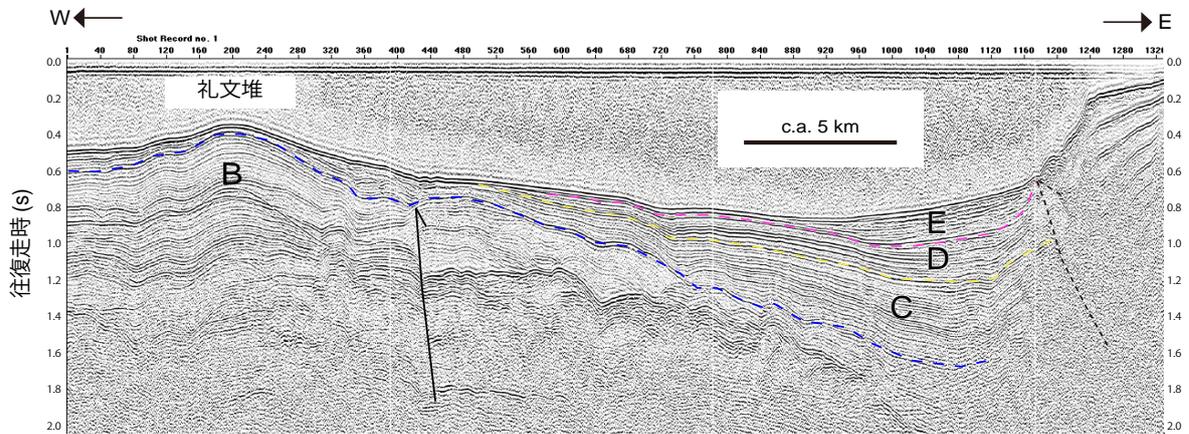
連続します(第2図)。ここでは、宗谷岬西方海底地質図の海域の地質学的な特徴の概要を東西に分けて紹介したいと思います。第2図の礼文島北方の隆起帯の西縁より西方の利尻トラフ(利尻舟状海盆)、礼文島北方の隆起帯から宗谷岬北方の隆起帯までを礼文トラフ(礼文舟状海盆)として分けます。

4.1 利尻トラフの地質

まずは、礼文島西方に南北に続く利尻トラフ(第1図)の地質について述べます。第3図は利尻トラフを東西に横切る重合断面を示しています。大陸斜面から利尻トラフ内には明瞭な成層構造を示す堆積物が認められます。音響層序の解析をもとに地質図では、下位から音響基盤、天塩沖層群、羽幌沖層群(図3のB)、利尻沖層群(図3のC



第2図 宗谷岬西方海底地質図および第3～5図の断面の位置。荒井（2013）のスケールを縮小して加筆した。



第3図 利尻トラフの6ch音波探査重合断面。礼文島西方から利尻トラフに至る東西断面。B：羽幌沖層群，C：利尻沖層群下部層，D：利尻沖層群上部層，E：礼文沖層群。地層内に示した上向き矢印は断層を示す。測線位置は第2図。

とD) および礼文沖層群（図3のE）と名付けました。

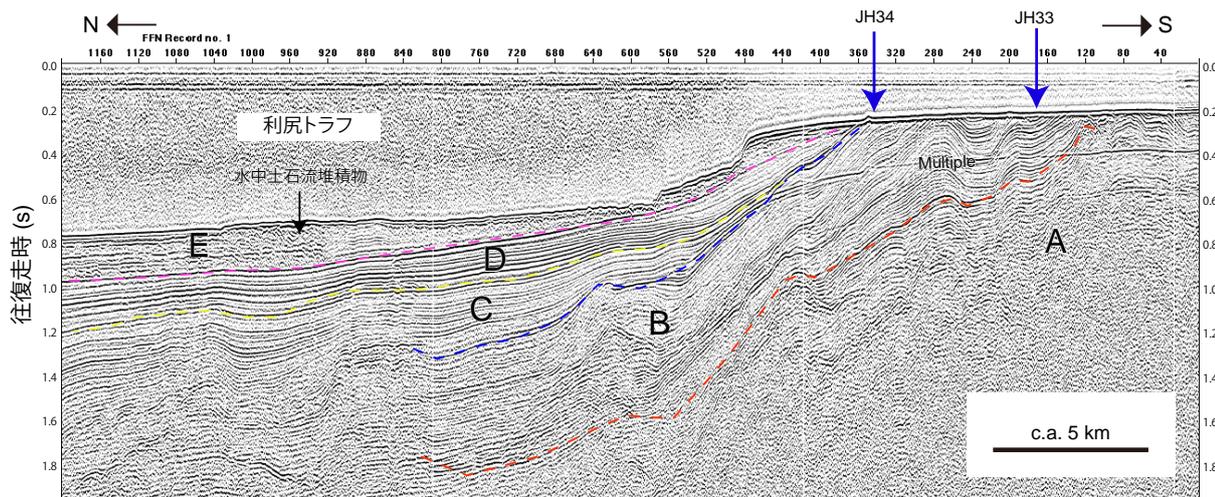
ここでは各地層の詳細は論じませんが、利尻トラフの層序と年代に関しては、取得された堆積岩試料の年代をもとにして音響基盤の年代は先新第三紀、それを覆う天塩沖層群は小樽堆の年代値から、中期～後期中新世の地層としています。羽幌沖層群に関しては、GH99航海で採取されたJH34およびJH33で年代が得られています（第4図）。両者とも羽幌沖層群（第4図のB）の試料と考えられ、層序学的には上下関係にあたりません。両試料からは珪藻および放射虫化石が産出し、渡辺（2000）や本山（2000）によって報告されています。羽幌沖層群はJH33の後期中新世からJH34の前期鮮新世の地層であると考えられます。それを覆う利尻層群およびその上位の礼文沖層群は更新世以降の堆積物から成ります。

利尻トラフの地質構造について述べます。礼文堆の背斜構造は、利尻トラフの南部より北部で顕著に認められます。

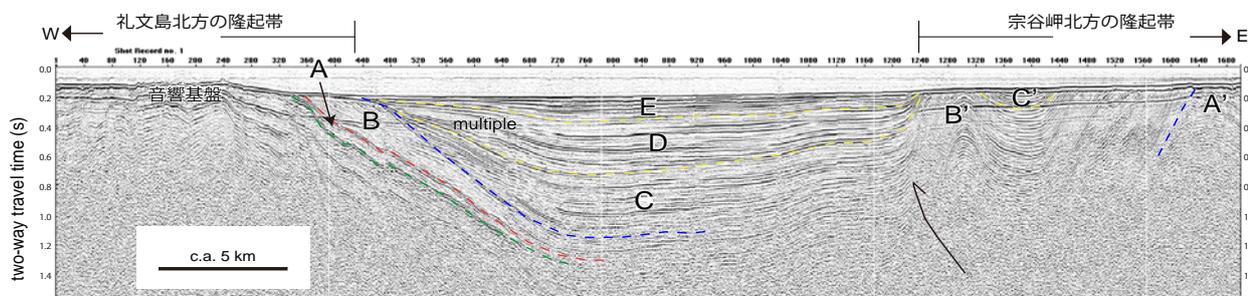
この背斜軸に分布する羽幌沖層群に対して、成層した利尻沖層群下部層が顕著にオンラップしています。礼文堆頂部に発達する背斜軸は、長さ約20 kmで主要なものは南北方向に連続しています。礼文島西方陸棚外縁は、急斜面が南北に連続しており、従来の研究では活断層が発達しているとされています（例えば、活断層研究会編，1991）。6ch音波探査断面では、斜面が急なことに加えて、多重反射が重なっているため、この急斜面を挟んだ両側の地層の関係は必ずしも明確ではありません。礼文島周辺は全体としては隆起していますが、特に利尻トラフの南側では海底表層付近に活断層が発達しているようには見えません。

4.2 礼文トラフ

礼文島周辺の大隆起帯は、その南側に位置する天売島周辺海底地質図（荒井，2012）の仙法志隆起帯の北の延長と考えられます。すなわち、西縁に急な斜面を持ち、隆起帯は



第4図 利尻島西方沖大陸棚及び大陸斜面の6ch音波探査重合断面。利尻トラフ南部の南北断面。JH34及びJH33の試料採取地点の断面図。両試料は羽幌沖層群(B)の最上部とそれ以下と考えられる。A:天塩沖層群, B:羽幌沖層群, C:利尻沖層群下部層, D:利尻沖層群上部層, E:礼文沖層群。測線位置は第2図。



第5図 礼文島北方の隆起帯、利尻トラフ及び宗谷岬北方の隆起帯の6ch音波探査重合断面。A:天塩沖層群, A':宗谷沖層群, B:羽幌沖層群, B':稚内沖層群, C:抜海沖層群下部層, C':抜海沖層群, D:抜海沖層群中部層, E:抜海沖層群上部層。地層内に示した上向き矢印は断層を示す。測線位置は第2図。

全体に古い地層が海底表層付近に露出しています。礼文島北方から利尻トラフの反射断面を第5図に示します。音響基盤を覆う薄い堆積体は天塩沖層群(第5図のA), その上を覆っている成層構造の明瞭な堆積体は羽幌沖層群(第5図のB)です。

利尻トラフを埋める堆積体は、^{ぼっかい}抜海沖層群(第5図のC, D, E)と呼ぶ地層で、明瞭に成層した内部反射面で特徴付けられます。利尻トラフ内の抜海沖層群の最大層厚は、1.2秒(往復走時)を超えます。音速を1,500 m/sで計算しても層厚は900 m以上に達します。これらのトラフ内を埋める堆積物は、オンラップ不整合面を境界として3つに分けることができました(抜海沖層群下部層, 中部層, 上部層)。北海道北部の西縁には天北堆積盆^{てんぼく}と呼ばれる4,500 m以上の層厚に及ぶ新第三紀層からなる堆積盆が発達していたことが知られています(山本, 1979)。天塩平野以北に発達する堆積盆の西半分は海域にも広がっているとされており、利尻トラフも天北堆積盆の一部で、沈降域に成層した厚い堆積物がたまっています。

利尻トラフの東側の北海道北方は、背斜および向斜構造の繰り返しが発達しています(第2図, 第5図)。背斜軸の頂部と頂部の間は約5~10 kmの間隔になります。宗谷岬北方では強い反射面が海底面に露出しており、それより下位の地層の内部構造が確認できません。海底面は起伏に富んでおり、音響基盤が海底面に露出していると考えられます。音響基盤は隆起後に剝離されています。この隆起帯の東西の縁には、音響基盤を覆う成層した堆積層が認められ、ここでは下位から宗谷沖層群(第5図のA'), 稚内沖層群(第5図のB')および抜海沖層群(第5図のC')としました。なお、宗谷岬沖層群と天塩沖層群、稚内沖層群と羽幌沖層群の関係は、内部反射の様子が類似しています。海盆を挟んで対比が困難であるために、それぞれ別の名前を付けています。

利尻トラフの地質構造について述べます。礼文島北方では、少なくとも3筋は南北方向に続く東落ちの断層が認められます(第2図)。礼文島北方の隆起帯より東方では、利尻トラフの中心部に向かって東向きに傾斜している羽

幌沖層群以下の堆積物は、礼文島の周辺では海底面で上面を切られます。これらを覆う抜海沖層群は、羽幌沖層群に対してオンラップしています。つまり、礼文島北部の東に傾く隆起運動は、羽幌沖層群堆積以降に生じたと言えます。一方、宗谷岬北方の隆起帯の西縁においては、抜海沖層群中部層は下位層（第5図のD）に対してオンラップしていますが、一部では、少なくとも抜海沖層群中部層より上位層（第5図のE）も変形を伴います。

5. 日本海東縁北部の地質構造

本調査海域は、日本列島の周辺海域20万分の1海洋地質図としては最北端にあたります。日本海東縁には、オホーツクプレートとアムールプレートの境界に伴う歪み集中帯（大竹ほか編，2002；Okamura *et al.*, 2005 など）が、奥尻海嶺から忍路海山に続いています。この背斜構造は北緯45°付近まで続きその北側には顕著な背斜構造が連続しません（Tamaki, 1988）。日本海東縁に続く逆断層を伴う構造が、積丹半島以北で東側に移動している可能性が石川（1992）などによって論じられています。実際には北緯44°以北においてプレート境界がどこを通るのかははっきりとしていません。荒井（2012）は、褶曲を伴う構造が利尻島の南方の仙法志隆起帯に存在していることを指摘しています。

利尻トラフに発達する礼文堆の背斜構造そのものは武蔵堆とは独立し、長さ約20 kmで南北に延びる比較的緩やかな斜面を作る小さな構造です。この背斜軸においては羽幌沖層群が厚く、利尻沖層群がオンラップしています。羽幌沖層群堆積時には利尻トラフは西方（現在の沖合側）に堆積中心があり、礼文堆の背斜構造は羽幌沖層群堆積終了後の更新世以降に形成されたと考えられます（第6図）。更新世以降には礼文堆を形成する背斜構造の形成と共に、利尻トラフを埋める利尻沖層群および礼文沖層群が堆積しました。それらの層厚変化を見ると、利尻層群下部層、上部層共に東の礼文島に向かって層厚を増し、利尻トラフの東部において層厚が最大になっています（第3図）。一方の礼文沖層群は水中土石流堆積物を伴い、現在の堆積中心に向かって層厚を増しています（第4図）。これらのことから、礼文島西方沖の急斜面の形成は、利尻沖層群の堆積開始時に急激に始まった可能性が高いと考えます。現在、

時代	音響層序ユニット	堆積層年代 (渡辺, 2000 など)	構造運動
完新世	堆積ユニット E	現在の海盆を埋める堆積物	宗谷岬北方の隆起帯の運動
更新世	堆積ユニット C and D		
鮮新世	堆積ユニット B, B'	← 537 (2.7-2.0 Ma) ← JH34 (3.9~3.5-2.7~2.6 Ma) ← 543, 549 (5.5-3.5 Ma) 半遠洋性堆積物	礼文堆の背斜構造 礼文島周辺の形成堆積ユニット Bの変形
更新世	堆積ユニット A, A'	← JH29, JH33 (6.4-5.5 Ma)	広域的な沈降運動 不整合面の形成
		← JH35 (8.4-7.9~7.8 Ma) ← JH25 (12.9-12.3 Ma) 天売島や焼尻島に露出する火山岩類とそれに伴う火山砕屑物を含む	
先新第三紀	音響基盤	音響基盤	

第6図 “宗谷岬西方海底地質図”の地質層序概念図（荒井，2013）と構造運動。簡略化して、構造運動の顕著な時代を示した。

礼文堆が隆起しているにもかかわらず、利尻沖層群堆積時と礼文沖層群堆積時で堆積中心が西方に移動していることは、礼文堆の隆起量に比べて礼文島周辺の隆起量が大きいこと、更に、斜面を形成する礼文島西方の撓曲運動が利尻沖層群堆積終了後、礼文沖層群堆積時にはやや鈍化したことによる可能性が考えられます。

礼文島の東方の礼文トラフ音波探査断面図では、音響基盤を覆う天塩沖層群および羽幌沖層群が発達しています。天塩沖層群の内部反射面は音響基盤の上面にほぼ平行です。羽幌沖層群の内部反射面も、同様に東に向かって傾斜しています。現在の海底面はこれらの反射面を削っており、抜海沖層群は、羽幌沖層群にオンラップして、層厚が礼文島に向かって薄くなります。このことは、礼文島北方の隆起帯の隆起は羽幌沖層群の堆積後で、抜海沖層群が堆積を開始した時期には既に海盆状の地形は形成されていたことを示しています。一方、宗谷岬北方の隆起帯の西縁においては、少なくとも抜海沖層群中部層より上位層も変形を伴います。

6. まとめ

日本最北端の碑のある宗谷岬から宗谷海峡を望む壮大な自然観は、ここで述べてきたような日本海東縁に連続する収束型プレート境界に大きな影響を受けていると考えられます。利尻トラフ内に発達する礼文堆の褶曲構造、礼文島

北方の隆起帯および宗谷岬北方の隆起帯がほぼ南北方向に連続する高まりを形作っています。特に、礼文島や宗谷岬から海に延びている隆起帯は、海域でも南北方向に延びていることを説明させていただきました。

海洋地質図では、100万分の1の広域地質図が既に日本の周りを広くカバーしています。宗谷岬西方海底地質図は、広域海底地質図「北海道周辺日本海及びオホーツク海域」(玉木ほか, 1979)の北端部を20万分の1のスケールで詳細に調べたものです。産総研地質情報研究部門の行っている海洋地質調査は、20万分の1スケールの地質図作成のための調査を継続しています。現在、海洋地質調査は琉球列島周辺で実施しています(荒井・池原, 2011など)。まだ時間はかかりますが、日本最西端の20万分の1海洋地質図の作成に向けてこれからも調査を続けていきたいと思っています。

船上調査にあたっては白嶺丸の田森勝範船長(GH98航海)、高橋利明船長(GH99航海)を始めとする乗組員の皆さんから多大な助力をいただきました。独立行政法人産業技術総合研究所の池原 研調査団長を始めとする乗船研究者の皆さんには調査中に協力していただきました。岡村行信活断層・地震研究センター長には、調査およびその後のデータ解析、検討にあたっては助言をいただきました。記して感謝申し上げます。

文 献

- 荒井晃作(2012) 天売島周辺海底地質図. 海洋地質図, no. 75 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 荒井晃作(2013) 宗谷岬西方海底地質図. 海洋地質図, no. 78 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 荒井晃作・池原 研(2011) 沖縄周辺の海洋地質調査 琉球列島および東シナ海の地質情報整備を目指して, 産総研 Today, 11, no. 6, 27.
- 石川有三(1992) 日本列島の地震活動. 月刊地球, 号外4, 134-139.
- 活断層研究会編(1991) [新編] 日本の活断層. 東京大学出版会, 437p.
- 小林洋二(1983) プレート“沈み込み”の始まり. 月刊地球, 3, 510-518.
- 本山 功(2000) GH99 航海により日本海海底から採取された岩石・堆積物試料の放散虫化石による年代分析. 「北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究及び海域活断層の評価手法に関する研究」平成11年度研究概要報告書, 工業技術院地質調査所, 94-98.
- 村上文敏(2007) 枝幸沖海底地質図. 海洋地質図, no. 63 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 中村一明(1983) 日本海東縁新生海溝の可能性. 地震研究所彙報, 58, 711-722.
- 大竹正和・平 朝彦・太田陽子編(2002) 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, 201p.
- Okamura, Y., Satake, K., Ikehara, K., Takeuchi, A. and Arai, K. (2005) Paleoseismology of deep-sea faults based on marine surveys of northern Okushiri ridge in the Japan Sea. *Jour. Geophys. Res.*, 110, B09105, doi:10.1029/2004JB003135.
- 佐藤任弘・桜井 操・田口 広・永野真男・内田摩利夫・大森哲雄(1973) 北海道西方大陸縁辺地域の海底地質. 水路部研究報告, 8, 1-49.
- Tamaki, K. (1988) Geological structure of the Japan Sea and tectonic implication. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 39, 269-365.
- 玉木賢策・湯浅真人・西村清和・本座栄一(1979) 北海道周辺日本海およびオホーツク海域広域海底地質図(100万分の1). 海洋地質図, no. 14, 地質調査所.
- 渡辺真人(2000) GH99 航海で採取された泥岩試料の珪藻化石に基づく年代. 「北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究及び海域活断層の評価手法に関する研究」平成11年度研究概要報告書, 工業技術院地質調査所, 90-93.
- 八島邦夫・今井健治・西沢那和(1982) 100万分の1海底地形図「北海道」・「東北日本」と海底地形. 水路部研究報告, 17, 93-162.
- 山本裕彦(1979) オホーツク海および天北日本海側海域の地質構造と堆積盆について. 石油技術協会誌, 44, 28-35.

ARAI Kohsaku (2013) Publication of a northernmost 1/200,000 scaled Marine geological map of “West of Cape Soya Misaki”.

(受付: 2013年4月9日)