

天売島周辺の海底下の地質を調べる

荒井晃作¹⁾・山崎俊嗣^{1) 2)}・駒澤正夫^{1) 3)}

1. はじめに

日本の周辺海域の海洋地質図は既に 80 枚を出版しています (2013 年 3 月末現在)。そのうち、日本全体を広くカバーする 100 万分の 1 の広域海洋地質図は、8 枚が既に出版されています。現在は、20 万分の 1 スケールの詳細な地質図を作成するために調査を続けています。20 万分の 1 海洋地質図シリーズは、海底地質図および表層堆積図に分けられます。海底地質図は、反射法音波探査および重力・磁力などの物理探査データを基にした海底面下の地質イメージ図です。海底地質図には重力・磁力異常図が付けられています。表層堆積図は海底表層の堆積物を採取

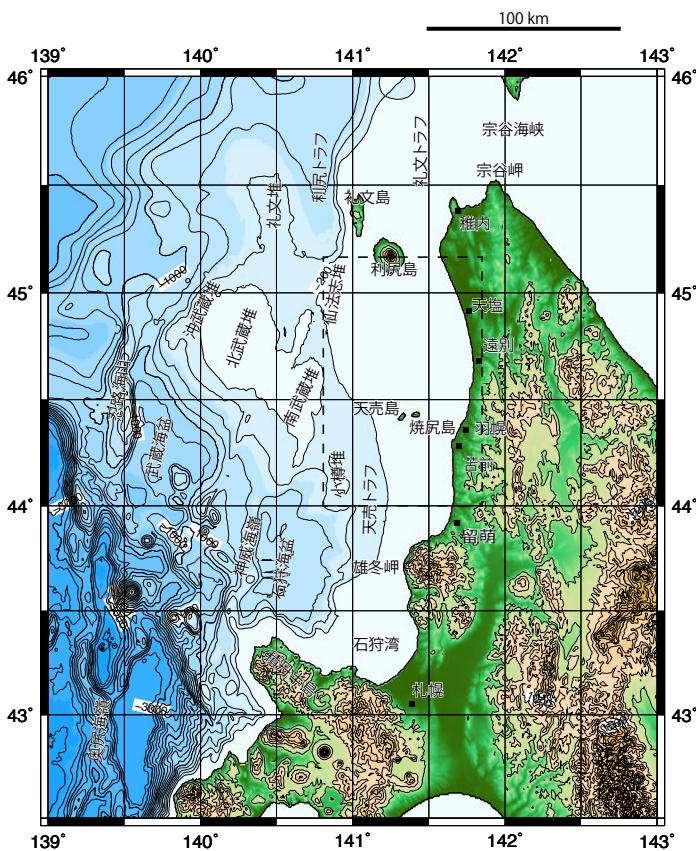
して作成する図面です。

北海道北西部の留萌市よりも北の日本海には、大陸棚が広く発達しています。この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 に達します (第 1 図)。「天売島周辺海底地質図」(荒井, 2012 および山崎・駒澤, 2012) はこの広い大陸棚を中心とした海域の地質図です。この海域の大陸棚は地形的には平坦ですが、海底下の構造を調べると古い地層が隆起していることがわかります。ここでは、天売島周辺海底下の地質構造やそれによってできている磁気異常図・重力異常図を紹介したいと思います。

2. 海洋調査

「天売島周辺海底地質図」は 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。地質図は反射法音波探査断面および地質図の海域の範囲外も含む 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に作成しました。磁気異常図・重力異常図も同じ航海で得られた物理探査データを基にして作成されています。

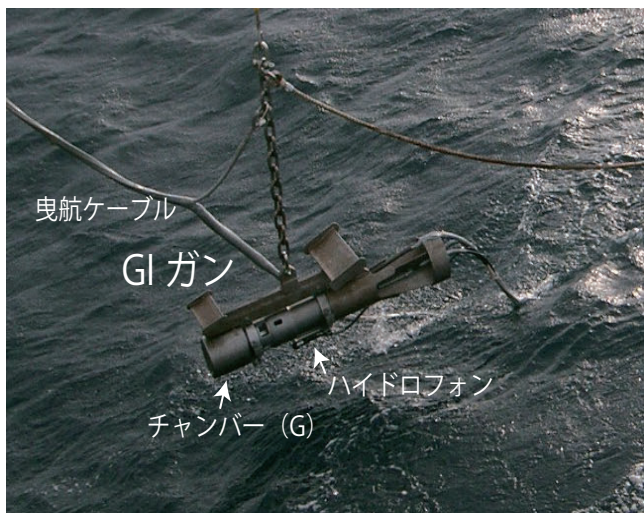
調査航海は 24 時間体制で行われます。主に昼間は船を停船して採泥作業を行います。夜間は決められた測線を航走観測します。測線は、東西方向の約 2 マイル (約 3.7



第 1 図 北海道西方の海底地形および天売島周辺海底地質図の位置図。破線で示した海域が地質図のエリア。

1) 産総研 地質情報研究部門
2) 東京大学 大気海洋研究所
3) 応用地質株式会社

キーワード：天売島, 焼尻島, 利尻島, 地質構造, 海底地質図, 海洋地質

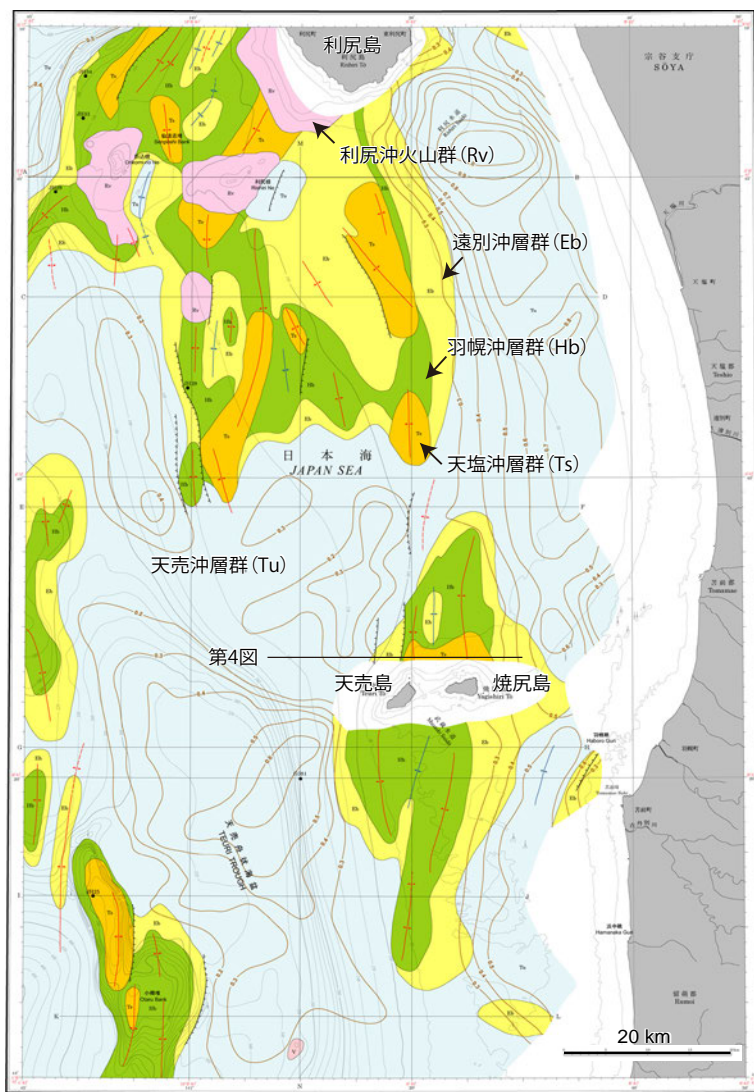


第2図 調査航海で反射法音波探査に使用したGIガン。チャンバーに圧縮空気をためて、電磁弁を用いて一定間隔で発振させる。チャンバー (G) は、ジェネレーターのチャンバーの位置を示す。

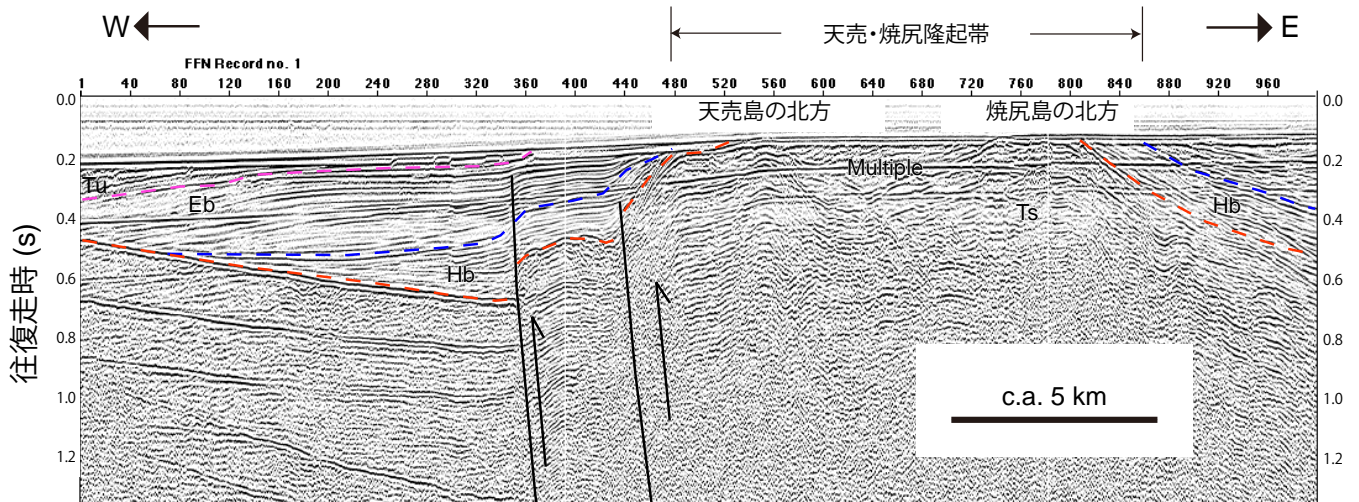
km) 間隔と、それと直交する南北方向の約4マイル (約7.4 km) 間隔の測線を設定しました。反射法音波探査はGIガンを音源にして (第2図), 6chのストリーマケーブルで受波しました。GIガンはジェネレーターとインジェクターと呼ばれる2つの独立したチャンバーに圧縮空気をためます。それを独立した電磁弁ですらして発振させます。これによって、より矩形波に近いシャープな音を作ることのできるエアガンです。これらの反射法音波探査と同時に3.5 kHz サブボトムプロファイラー (SBP), 12 kHz 精密音響測深機 (PDR) による観測, および船上重力計 (LaCoste & Romberg 社製のストレートライン型船上重力計: SL-2) による観測を行います。地磁気全磁力の観測にはプロトン磁力計 (GeoMetrics G866 型) を用い、センサーを船尾より約250 mに同時に曳航して観測しました。

3. 天売島周辺の海底地質

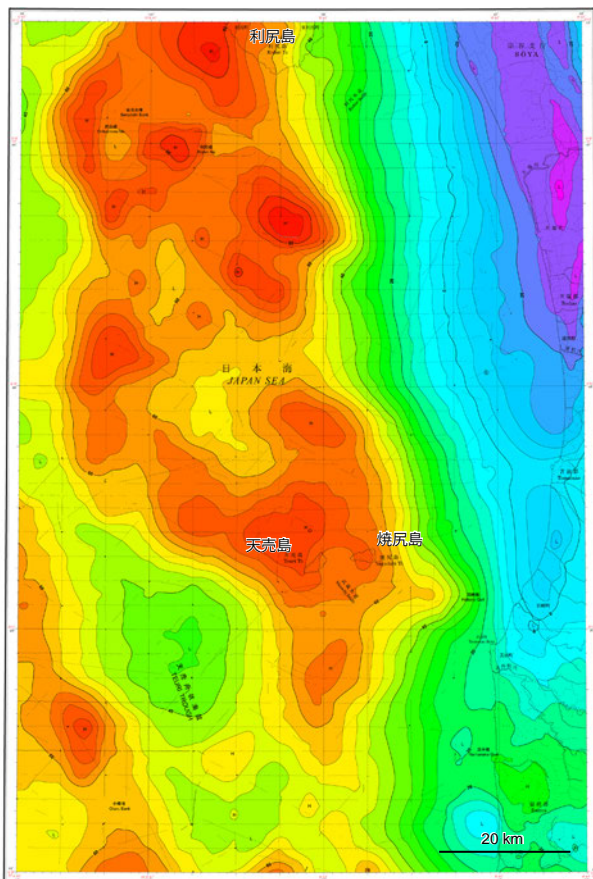
石狩湾より北側に発達する大陸棚下には、南北方向の背斜軸や断層構造が発達しています (第3図)。天売島周辺海底地質図の調査海域の大陸棚下に発達する隆起帯は大きく2つに分けられます。南側の羽幌町沖では天売島および焼尻島をよびはさんで南北方向に背斜軸が伸びています。この隆起帯は、南北方向に長さ約50 km, 幅約20 kmになります。荒井(2012)は、天売・焼尻隆起帯と呼んでいます。一方、天塩平野沖の北緯44°40'付近より北側では、天売・焼尻隆起帯を構成する背斜軸と比べて、長さや周期が短い、規模の小さな多数の背斜構造が複雑に発達しています。この背斜構造をつくる隆起帯は、大陸棚外縁に発達しており、北緯45°付近で西側にシフトして、仙法志堆から礼文島に向かって伸びます。この隆起帯は仙法志隆起帯と呼ばれ、南北方向には80 km, 幅40 kmを超えます。これらの隆起帯の東側の海岸線との間には堆積盆が形成されて、新しい堆積物が覆っています。既存の研究からも天北堆積盆と呼ばれる新第三系が厚く堆積していることが知られています (山本, 1979 など)。音響層序学的な解析の結果, 荒井 (2012) はこの地域の地層を音響基盤 (Bs), 天塩沖層群 (Ts), 羽幌沖層群 (Hb), 遠別沖層群 (Eb) および最上位の天売沖層群 (Tu) の5つに分けました (第3図)。



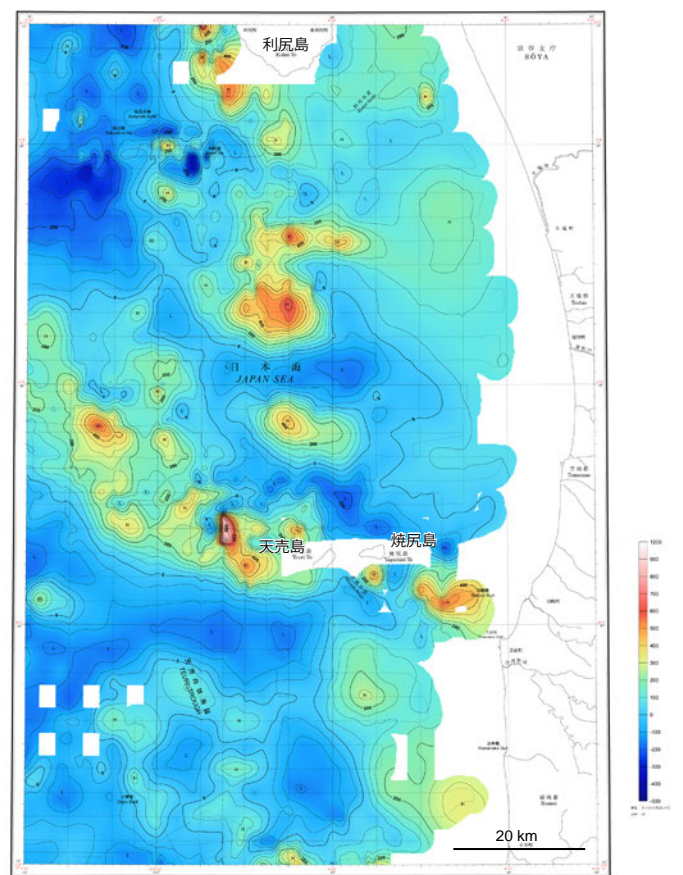
第3図 天売島周辺海底地質図。荒井 (2012) のスケールを縮小して、各地層名、島名およびスケールを加筆した。



第4図 天売島北方沖大陸棚の6ch音波探査断面。2つの背斜構造が南北方向に延びる。天売・焼尻隆起帯は天塩沖層群(Ts)からなり、2つの背斜軸が南北方向に延びる。羽幌沖層群(Hb)から上位の地層が不整合面を覆っている。測線は第3図。



第5図 ブーゲー重力異常図(仮定密度: 2.3 g/cm^3)。等値線およびスケールの数値は重力値を示す。山崎・駒澤(2012)のスケールを縮小して加筆した。第3図の地質図において、天塩沖層群の分布域が高い重力異常とよく一致していることが分かる。



第6図 地磁気異常図。等値線の間隔は50 nT。山崎・駒澤(2012)のスケールを縮小して加筆した。

また、利尻島南西沖には特に内部反射面の不明瞭な地層が分布しており、利尻沖火山群(Rv)としています。地質図は、南側の「石狩湾海底地質図」(岡村, 2008)、北側の「宗谷岬西方海底地質図」(荒井, 2013)に接続します。

4. 大陸棚下の地下構造

第4図は天売・焼尻両島の北方の重合断面になります。両島の南方から連続的に南北方向に2列の背斜構造が発達しています。天売・焼尻両島の北方には天塩沖層群が露出していると考えられます。この地層は、天売島や焼尻島に露出している火山噴出岩類(秦, 1959)に対比されます。この火山噴出岩類は安山岩溶岩および火山角礫岩からなり、新第三系中部～上部とされています。また、天売・焼尻隆起帯の背斜軸の西方では南北方向に延びる断層が発達しており、少なくとも遠別沖層群上部の地層が変形していることが分かります(第4図)。

このような反射断面をもとにして作成された地質図をブーゲー重力異常図と比べてみます。ブーゲー重力異常図は地形による影響を補正し地下構造のみを反映するようにした重力異常図と言えます。つまり、地表下および海底下を一律の密度とした重力効果を差し引いた重力異常図です。第5図に示したブーゲー重力異常図は海底下の岩石の密度を 2.3 g/cm^3 と仮定し、海水もすべてこの密度の岩石で置換した場合の重力異常です。ブーゲー異常については、東経 $141^\circ 30'$ 以西は概ね高重力異常域になっており、この位置は天売・焼尻隆起帯および仙法志隆起帯の位置とよく一致しているように見えます。特に第3図の天塩沖層群の分布域にブーゲー異常の高いピークがよく一致しています。また、範囲の北東にある負の異常は既述の天北堆積盆に対応していると考えられます。

地磁気異常図は、留萌沿岸から天売島・焼尻島を通り、利尻島にかけて、それぞれの広がり方が $10 \sim 20 \text{ km}$ 程度の磁気異常($-250 \sim 500 \text{ nT}$)が並んでいます(第6図)。この分布は、北海道の地体構造区分上の礼文-樺戸帯(小松, 1985)に一致しています(山崎・駒澤, 2012)。礼文-樺戸帯は白亜紀の島弧性の火山帯であったと考えられており、これに沿う磁気異常帯の存在は、白亜紀の火成岩が海底下数 $\text{km} \sim 10 \text{ km}$ 程度に伏在している可能性を示しています。礼文-樺戸帯に沿う磁気異常帯と交差して、焼尻島の南東から天売島の北西の $44^\circ 40' \text{N}$, $140^\circ 55' \text{E}$ 付近にかけて、比較的短波長大振幅の磁気異常が並んでいます。特に、天売島のすぐ西の、 $44^\circ 28' \text{N}$, $141^\circ 08' \text{E}$ 付

近の磁気異常は特に短波長・大振幅で、海底付近または海底下浅所に火山岩体が存在すると推定されますが、反射断面では明瞭な海底火山は見えていません。ただし、焼尻東南東や天売島の西方には活動的な断層が分布しています(第3図)。ここで観測された地磁気異常がこれらの地下構造と何らかの関係があるかもしれません。また、第四紀火山である利尻島南西沖にも地磁気異常が見つかりました。海底地質図上の利尻沖火山群(Rv)におおむね対応して短波長の磁気異常が存在し、火山岩の存在が裏付けられます。

5. まとめ

一見すると広く平坦な大陸棚で特徴付けられる天売島周辺の地質構造を調べると、必ずしも単調でないことが分かります。この地域は日本海東縁に連続する収束型プレート境界(小林, 1983や中村, 1983)による、南北方向に連続する構造が特徴的に認められます。天売島周辺海域の海底地質をみると、南部では大陸棚の中央部、北部では大陸棚縁部に隆起帯が存在します。日本海東縁に続くと思われる歪み集中帯(大竹ほか編, 2002やOkamura *et al.*, 2005)は、奥尻海嶺から^{おくしり}忍路海山に続っていますが、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)。オホーツクプレートとアムールプレートの境界とされる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へ移動している可能性は、石川(1992)で既に論じられています。大陸棚下に存在する隆起帯は重要な意味を持つと考えられます。

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およびその後のデータ解析、検討にあたって御協力していただきました。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。

- 秦 光男 (1959) 5万分の1地質図幅「焼尻島」および同説明書. 地質調査所, 24 p.
- 石川有三 (1992) 日本列島の地震活動. 月刊地球, 号外4, 134-139.
- 小林洋二 (1983) プレート“沈み込み”の始まり. 月刊地球, 3, 510-518.
- 小松正幸 (1985) 北海道中軸部の構造帯—その構造, 性格および構造運動—. 地質学論集, no. 25, 137-155.
- 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.
- 岡村行信 (2008) 石狩湾海底地質図. 海洋地質図, no. 67 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 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.
- Tamaki, K. (1988) Geological structure of the Japan Sea and tectonic implication. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 39, 269-365.
- 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.
- 山崎俊嗣・駒澤正夫 (2012) 天売島周辺海底地質図磁気異常図・重力異常図説明書. 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.

ARAI Kohsaku, YAMAZAKI Toshitsugu and KOMAZAWA Masao (2013) Marine geological and geophysical surveys on the vicinity of Teuri Island.

(受付: 2013年4月11日)