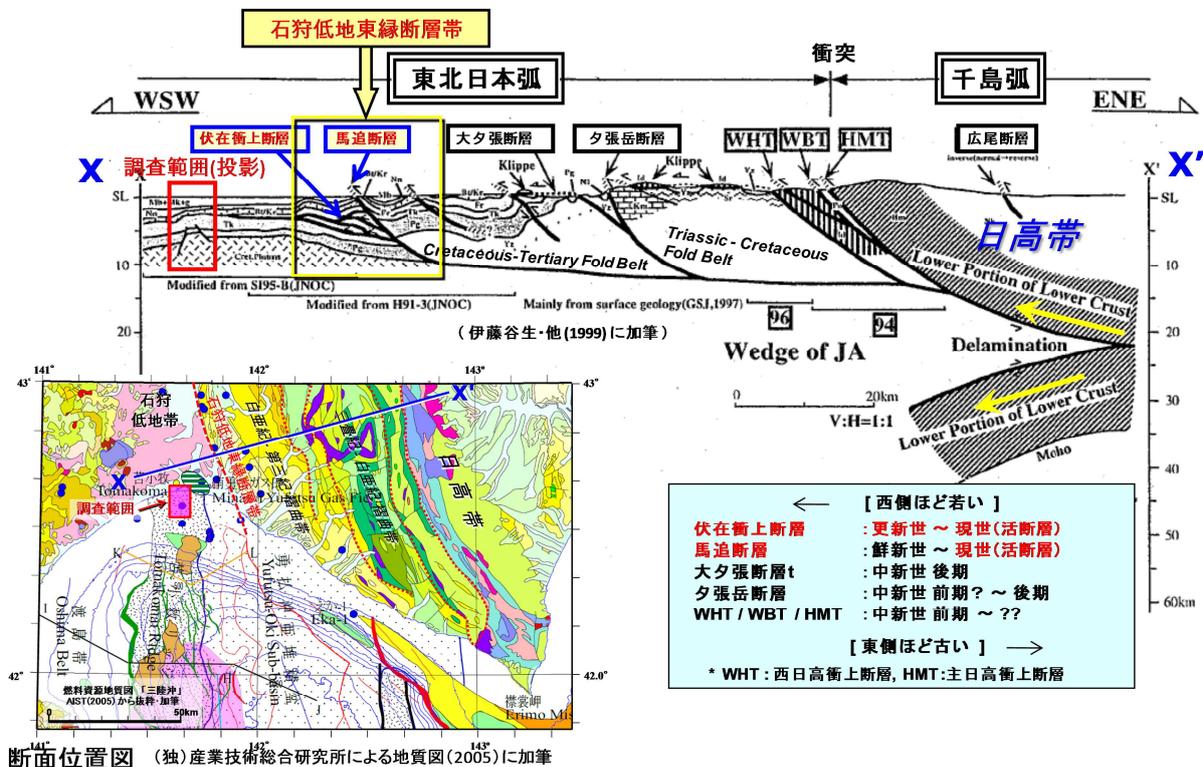


2. 地層の特徴に係る事項

2.1 広域の地層・地質の特徴

(1) テクトニクス概要

第 2.1-1 図に、苫小牧周辺のテクトニクス概要を示す。



第 2.1-1 図 苫小牧周辺のテクトニクス概要

特定二酸化炭素ガスの圧入想定域は、北海道の石狩-日高地域に属する(第 2.1-1 図左下の断面位置図)。地質構造的には、西方に向かって前進する北北西-南南東方向の褶曲・衝上断層帯で特徴づけられる(第 2.1-1 図上段)。同褶曲・衝上断層帯は、東北日本弧と千島弧の衝突によって形成された日高衝突帯の西側の前縁部に形成されている^[1]。

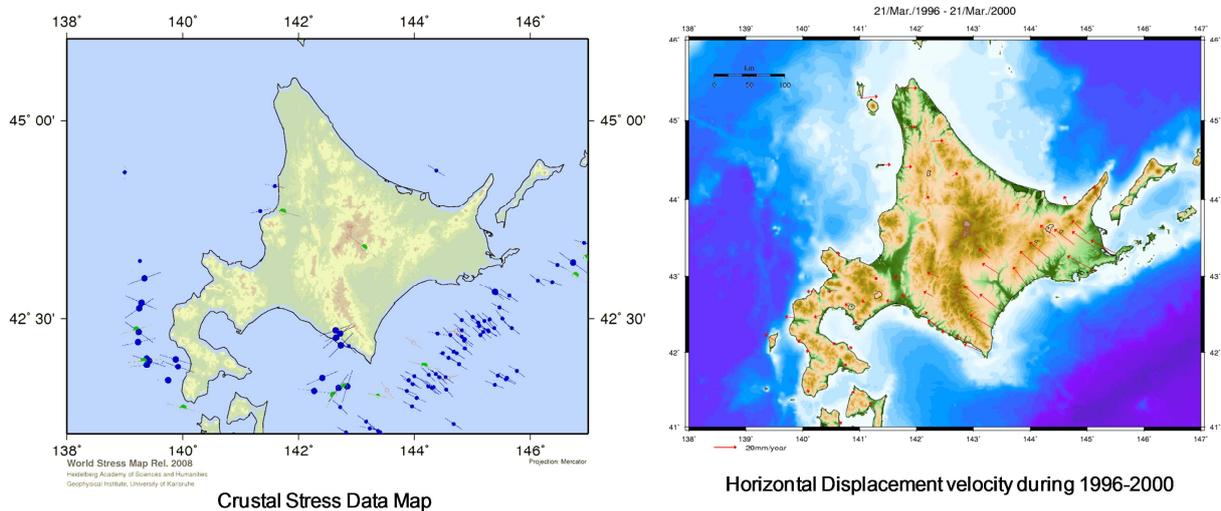
広域の地質構造的な特徴は、以下のとおり要約できる。

- ・西方に向かって前進する複数の褶曲・衝上断層帯が発達する。これらは、東北日本弧と千島弧の衝突によって形成されたもので、中新世に始まったものである。
- ・褶曲・衝上断層帯にはいくつかの断層が認められ、地表に現れている最も西側の断層は馬追断層で代表される断層群である。
- ・既往の弾性波探査データから、馬追断層の西側にはいくつかの伏在衝上断層が推定される。
- ・馬追断層およびその西側の伏在衝上断層は、南北に延びる活断層である「石狩低地東縁断層帯」を形成している。

[1] 伊藤ほか, 1999. 日高衝突帯におけるデラミネーション-ウェッジ構造. 月刊地球, 21(3), pp.130-136.

(2) 北海道周辺の地殻応力分布

国土地理院による GPS 観測点網 (GEONET) による年間平均変位速度ベクトルと、地殻応力データベースである World Stress Map^[1] (WSM) を利用して応力分布について調査した。第 2.1-2 図に、WSM による応力データ分布および札幌観測点を固定した変位速度図を示す。



第 2.1-2 図 北海道地域の地殻応力データ分布図 (左側) および水平変位速度分布図 (右側)

これらの図に現れた応力分布を反映すると考えられる特徴を列記する。

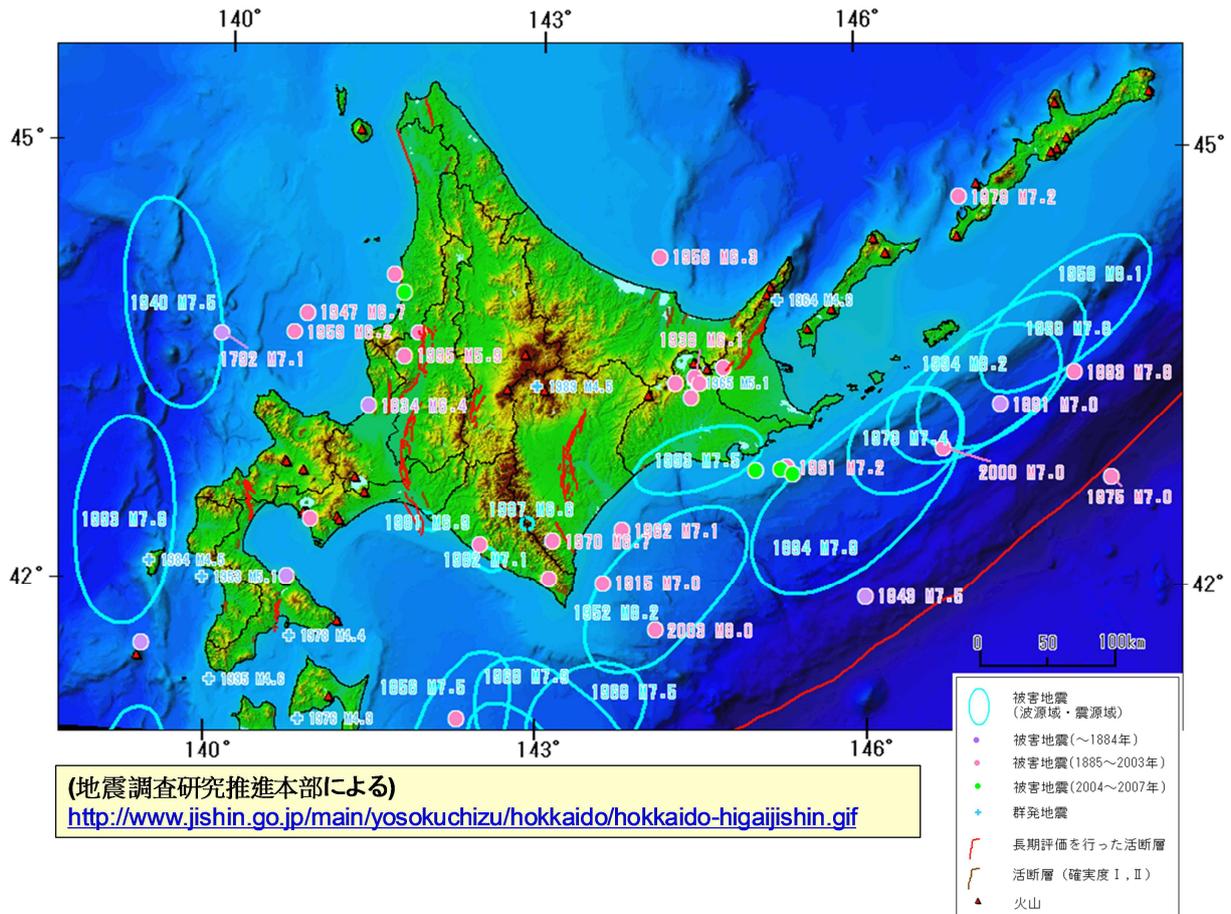
北海道南東部一日高山脈南部は、太平洋プレートの沈み込みによる千島弧の東北日本弧への衝突が生じている地域である。地殻変位速度はこの衝突と整合的な西から西北西への変位が顕著であり、南東ほどその変位速度が大きく、年間 20mm 以上に達している。応力データ分布図には陸域のデータが少ないが日高山脈南端付近に逆断層型の東西圧縮を示すデータが存在し、地動変位速度ベクトルと調和的である。

石狩低地帯内に存在する札幌観測点を固定点とした場合、北海道北部地域から苫小牧一室蘭に至る地域は相対的な変位は小さい。

(3) 北海道周辺および苫小牧周辺の地震活動

北海道周辺には、深部 (100km 以深) の海溝型 (プレート境界型) と浅部 (20~40km 以浅) の内陸地震の 2 タイプの地震活動があり、千島海溝-日本海溝に沿って、津波を伴うマグニチュード (M) 8 クラスの海溝型巨大地震が繰り返し発生している (第 2.1-3 図)。北海道では、古文書に記録された古い地震は少ないが、津波堆積物の調査から、400~500 年周期で巨大津波を経験してきたことがわかっている。

[1] World Stress Map (<http://dc-app3-14.gfz-potsdam.de/>, 2015/1/28 アクセス)



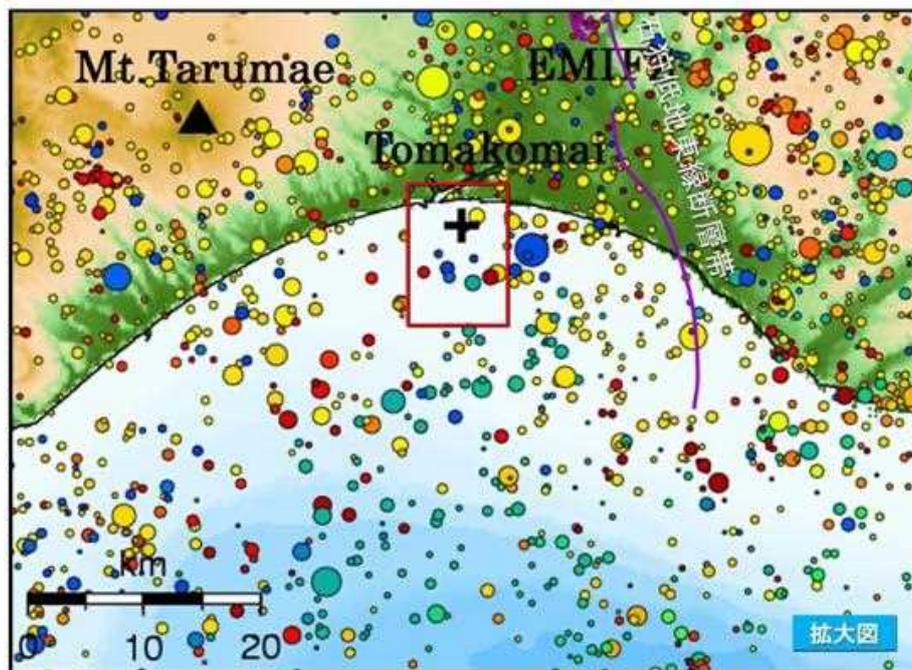
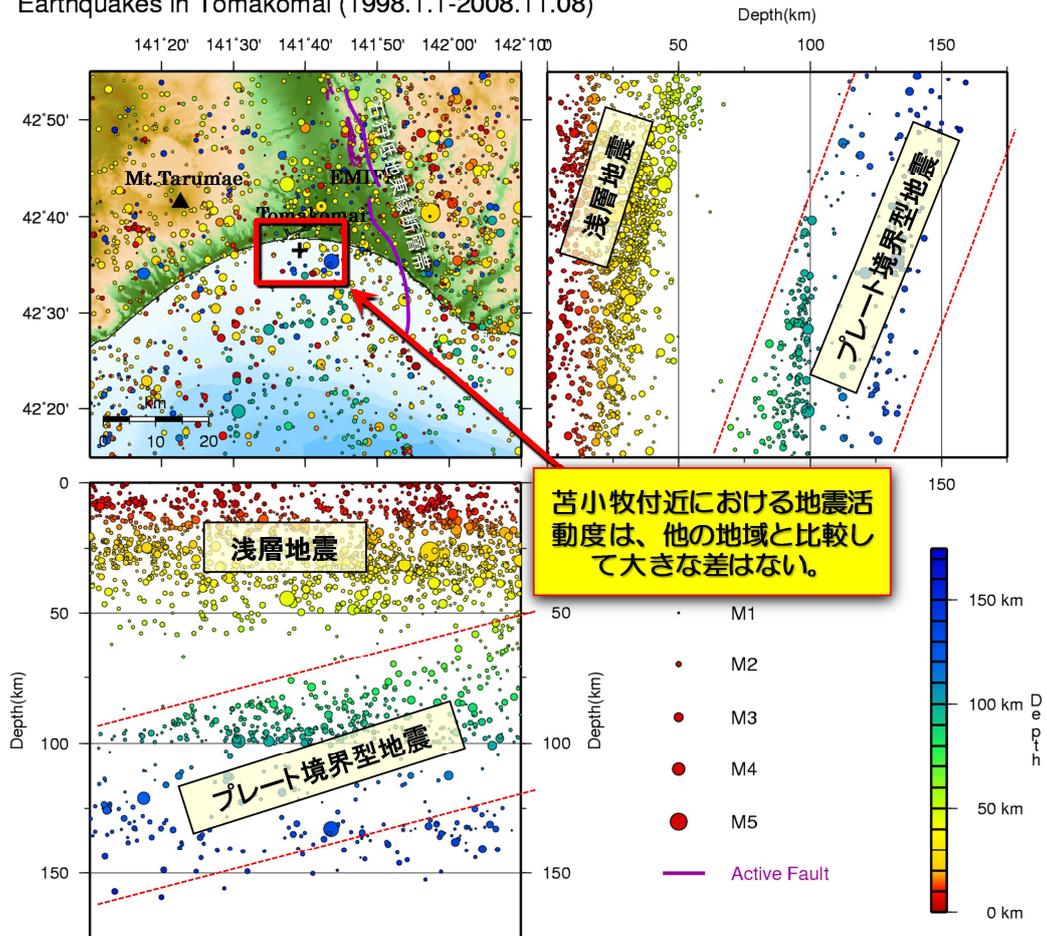
第 2.1-3 図 北海道周辺の地震活動

苫小牧周辺における最近の地震活動を、第 2.1-4 図に示す。

震源分布断面図からは、地下深部（100km 以深）の海溝型（プレート境界型）と浅部（20～40km 以浅）の内陸地震の 2 タイプの地震活動があることがわかる。平面分布図から、圧入想定地点周辺の地震活動度は、他の地域の活動度とほとんど差異はないことがわかる。

苫小牧市南西側には、樽前山などの活火山があり、群発地震が発生することがある。ほとんどの場合 M5 以下であるが、まれに M5 より大きくなり、局所的に被害が生じることがある。群発地震の活動期間は、多くは 1～3 ヶ月の比較的短い時間で収まるが、1 年を越えた例も知られている。

Earthquakes in Tomakomai (1998.1.1-2008.11.08)



注：1998年～2008年，M>1。赤枠内は，調査範囲。

第 2.1-4 図 苫小牧周辺における最近の地震活動

(4) 苫小牧周辺の活断層

ここで、活断層とは、第四紀後期更新世（約 13 万年前）以降現在まで活動的である断層、と定義する。

北海道地方の活断層のほとんどは逆断層であり、北海道の中央部がほぼ東西方向に圧縮されていることを示している。地殻変動観測からもおおむね西北西－東南東方向の圧縮場にあることがわかる（第 2.1-2 図）。

苫小牧周辺の活断層としては、石狩平野の東縁に沿って南北方向に走っている「石狩低地東縁断層帯」がある（第 2.1-1 図）。第 2.1-5 図は、地震調査研究推進本部による「石狩低地東縁断層帯」の分布図である。平成 22 年 8 月に改訂されて追加された南部延長部も含まれている。図中の南部延長部は、断層そのものではなく断層活動を伴う変形を表す背斜構造軸として表現されている。震度予測シミュレーションで用いられている断層は、背斜軸の 10～20km 東方に想定されており、圧入地点からは 20km 以上あり、十分離れているといえる。

地震調査研究推進本部
「石狩低地東縁断層帯の評価の一部改定(2010.08.26)」
<南側の海域まで伸長>

項目	評価	
断層の長さ	54km以上	○
断層の傾斜	東傾斜 (深さ約3km以深では低角度、約2.5kmでほぼ水平)	◎
1回のずれの量	4m程度以上	△
平均活動間隔	1万7千年程度以上	△
想定される地震の規模	M7.7程度以上	△
地震発生確率 (30年:ポアソン)	0.2%以下	d

信頼度 ⇒ ◎: 高い、○: 中程度、△: 低い
 発生確率 ⇒ a: 高い、b: 中程度、c: やや低い、d: 低い



第 2.1-5 図 石狩低地東縁断層帯

2.2 廃棄海域とその近傍の地層/地質の特徴

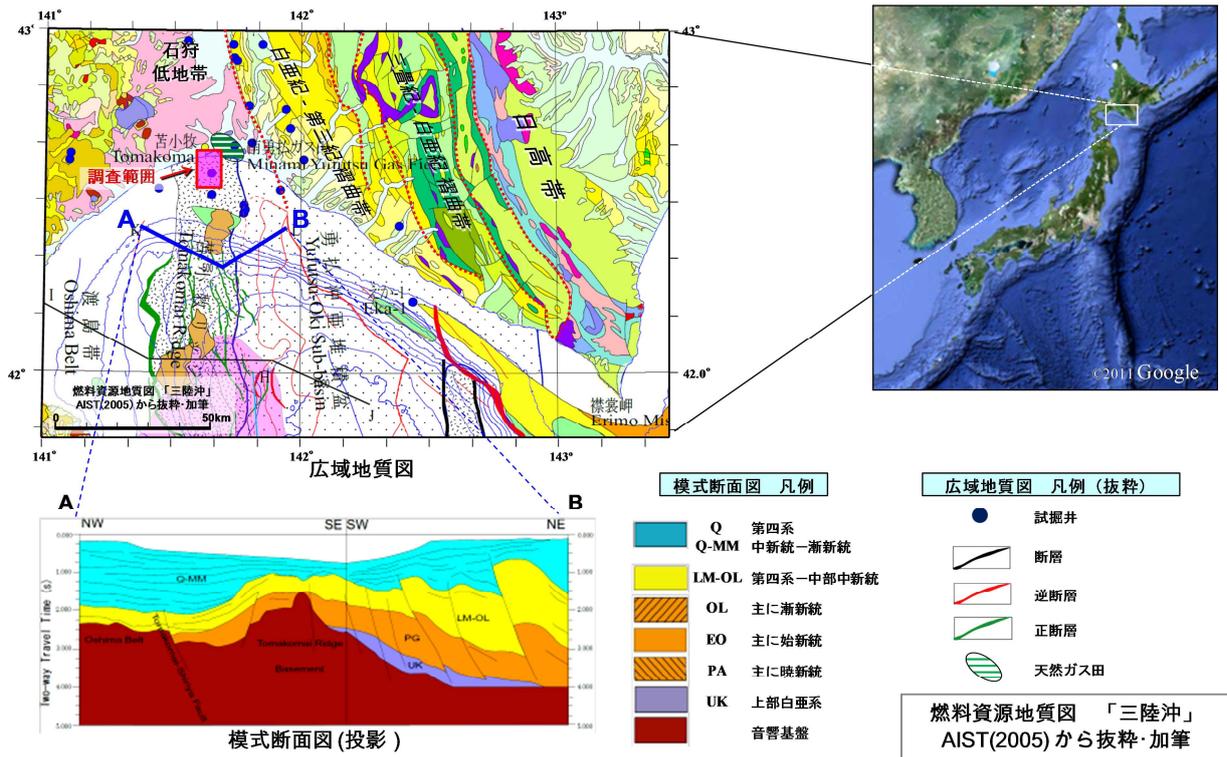
(1) 周辺地域の地質概要

調査区域および周辺地域では、これまで国による基礎物理探査、民間企業による石油・天然ガスを対象とした探鉱活動により、地下の地質層序および地質構造が明らかになっている。

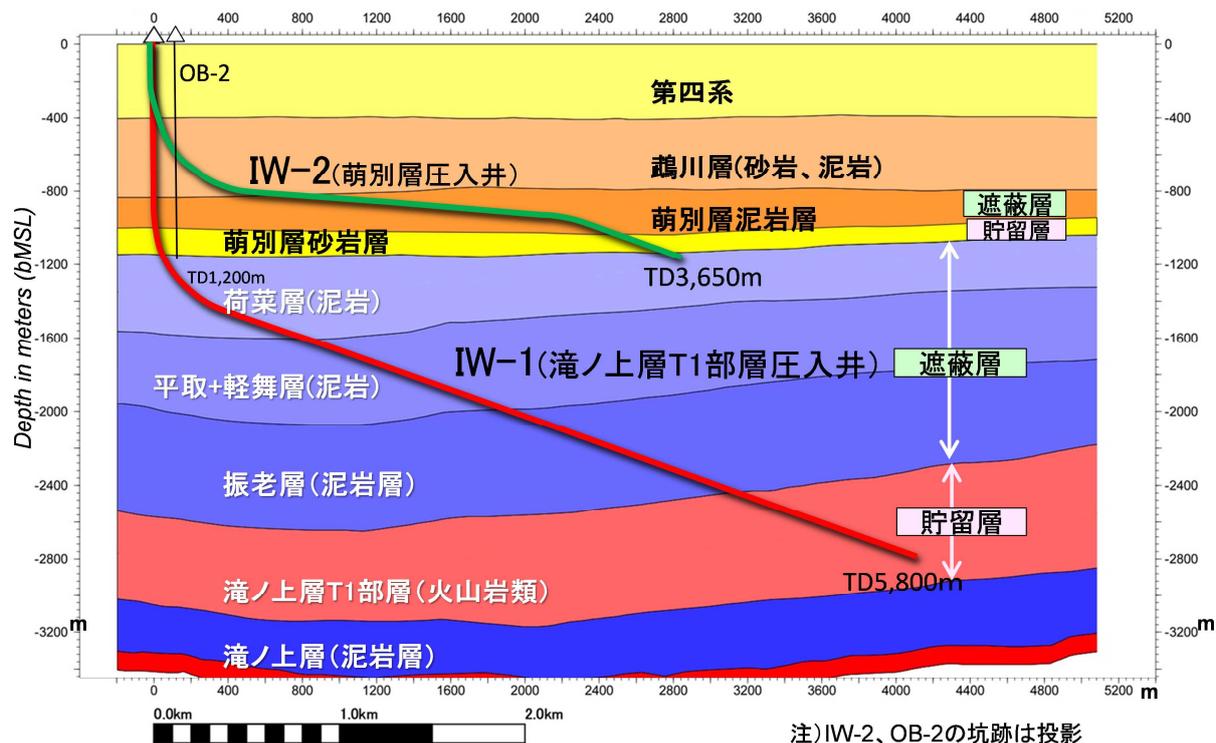
調査区域は、苫小牧リッジと呼ばれる中生代火山岩類の基盤岩の隆起帯に位置しており、基盤の上位の古第三紀以降の様々な構造場のもとで形成された堆積盆に、古第三系、新第三系および第四系が認められる（第 2.2-1 図）。調査区域では、古第三系の上位に、下位より滝

の上層、振老層、平取+軽舞層、荷葉層、萌別層、鵠川層などの地層が堆積しており、滝ノ上層から荷葉層にかけては新第三系、萌別層と鵠川層は第四系に区分されている（第 2.2-2 図）。

調査区域から東方に向けては、波長が 10km 程度の褶曲構造が南北ないし北北西—南南東方向に並列して複数認められ、一般に東側の背斜構造群は逆断層を伴った変形を受けているが、調査区域を含めて西側の背斜構造群はいずれも比較的弱い変形と考えられている。



第 2.2-1 図 苫小牧周辺の広域地質図と模式断面図

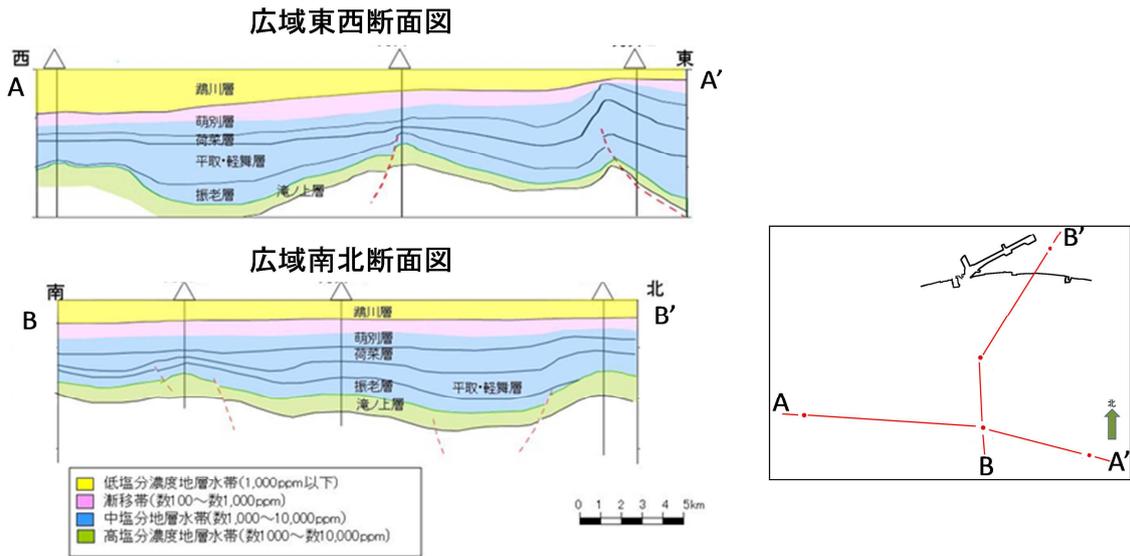


第 2. 2-2 図 苫小牧地点の層序

(2) 周辺地域の地層水塩分濃度解析による水理地質評価

「CCS 実証事業の安全な実施にあたって」^[1]においては、「CO₂貯留層，キャップロック及びその上部の領域を含む水理地質及び地質構造の広域モデル（概念モデル）を，既存資料等を利用して構築する。」と記載されている。そこで，複数の周辺坑井における物理検層データおよび地層温度データを使用し，滝ノ上層以浅の地層水の塩分濃度を算出し，坑井ごとに深度分布を求め，地質層序と塩分濃度の対応関係を評価した（第 2. 2-3 図）。

[1] 経済産業省産業技術環境局 二酸化炭素回収・貯留（CCS）研究会. 2009. CCS 実証事業の安全な実施にあたって，平成 21 年 8 月，p.1 (<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g90807a01j.pdf>, 2015/1/28 アクセス)



第 2.2-3 図 地層水の塩分濃度分布断面図

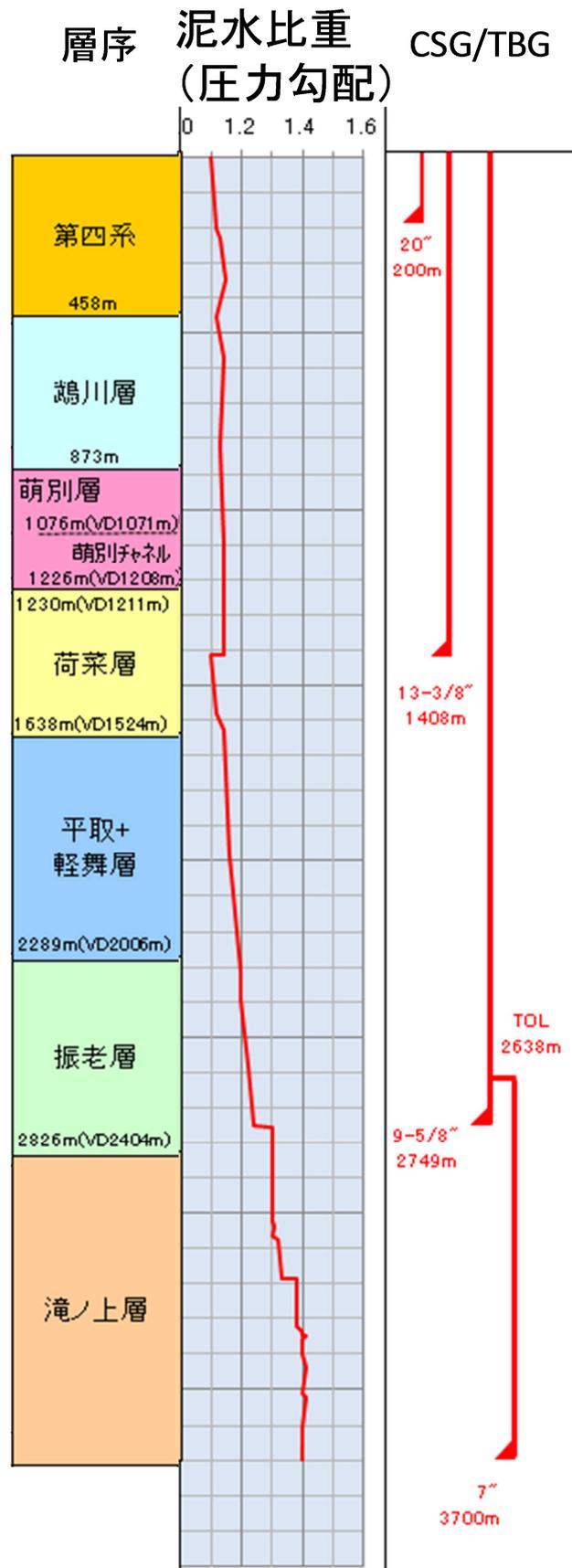
① 萌別層～苜菜層

表層から萌別層上部へは下位に向かって数 100～1,000ppm の範囲で次第に塩分濃度が上昇し、萌別層下部～苜菜層では数 1,000～10,000ppm の範囲で安定した値となり、検討範囲全体にわたって同様の傾向を示し、成層構造をなすことがわかった。鶴川層～萌別層上部の塩分濃度と萌別層下部～苜菜層のそれとは明らかに異なり、成層構造をなすことから、鶴川層と萌別層下部～苜菜層の間には垂直方向への地層水の移動はないと考えられる。

② 滝ノ上層

滝ノ上層の塩分濃度は数 1,000～数 10,000ppm を示し、その上位層の数 1,000～10,000ppm の塩分濃度よりも高く、上位層同様に検討範囲にわたって成層構造をなすことがわかった。

また、滝ノ上層とその上位層の地層圧力を比較するために、苫小牧 CCS-1 (第 2.2 節(3)①で後述) の掘削時における泥水比重を対深度でプロットすると、上位層では比重 1.1 前後であるのに対し、滝ノ上層では比重 1.4～1.5 である。滝ノ上層とその上位層との泥水比重が異なるということは、滝ノ上層の地層圧力がその上位層とは異なっていることを示す。すなわち、滝ノ上層とその上位層とで圧力システムが異なり (第 2.2-4 図)、垂直方向の圧力伝播がなく、地層水の移動がないと考えられる。



第 2.2-4 図 苦小牧 CCS-1 における泥水比重の変化図