

石狩低地帯及び周辺地域の 20 万分の 1 陸域地質図及び説明書

1:200,000 Land geological map in the Ishikari Depression and its surrounding area with explanatory note

尾崎正紀¹・小松原 琢¹

Masanori Ozaki¹ and Taku Komatsubara¹

¹ 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)

Abstract: 1:200,000 land geological map around the Ishikari Depression was created for seamless integration of geoinformation. The district includes the Ishikari and Yufutsu Plains accompanying hills and the pyroclastic flow plateaus, and surrounding Mountains in the Hokkaido Prefecture, north Japan. The Ishikari Depression is located in the frontal fold and thrust belt that develops on the west side of the Hidaka Collision Zone with a westward vergence. The fold and thrust belt shows imbricated fold-and-thrust structures and overlies late Oligocene graben structure, and is considered to have been active as a result of the subduction of the Kuril Plate since Miocene time..

The area is occupied by upper Jurassic to earliest Cretaceous accretionary complexes, late Jurassic to early Paleocene fluvial to marine sedimentary rocks in the forearc basin, Cretaceous to early Paleogene high-pressure and low-temperature type metamorphic rocks, middle Cretaceous volcanic and plutonic rocks, Middle Eocene to Early Oligocene coal-bearing fluvial and marine sedimentary rocks, Late Oligocene to Quaternary mainly marine sedimentary rocks in the foredeeps, late Oligocene to Miocene volcanic rocks in the Japan Sea backarc basin, and latest Miocene to Quaternary lava and pyroclastic rocks in volcanic arc of the Northeast Japan Arc.

The active structures in the study area under the E-W compression, are characterized by N-S trending folds and thrusts, such as the eastern boundary fault zone of the Ishikari lowland (the Ishikari-Teichi-Toen fault zone).

Keywords: 1:200,000, geological map, Ishikari Depression, Hokkaido, Ishikari, Yufutsu, fold and thrust belt, active fault, active volcano, Triassic, Jurassic, Cretaceous, Eocene, Oligocene, Miocene, Pliocene, Pleistocene, Holocene

要 旨

本地質図は、研究総合化課題「沿岸域地質・活断層調査」における平成 23～24 年度の地質情報整備の一環として作成された、最新のデータに基づいて編纂した石狩低地帯及び周辺地域における陸域の 20 万分の 1 地質図である。

石狩低地帯は、石狩平野、苫小牧及び周辺の台地・丘陵からなる南北に延びる活動的な低地帯で、東北日本弧と千島弧が衝突する日高衝突帯の西側前縁部に発達する褶曲-衝上断層帯に位置する。石狩低地帯及び周辺地域には、中部ジュラ系-最下部白亜系の渡島帯付加コンプレックス、上部ジュラ系-下部白亜系の付加コンプレックス（空知層群）、白亜紀-前期古第三紀の高圧低温変成岩類（神居古潭変成岩類）、白亜系-下部暁新統前弧堆積盆堆積体（蝦夷累層群）、白亜紀火山弧火成岩類（隈根尻層群及び深成岩類）、中期始新

世-前期漸新世の前弧堆積盆堆積体（石狩層群、幌内層及び紅葉山層）、後期漸新世-第四紀の日高衝突帯西側の前縁堆積盆堆積体、後期漸新世-中新世の日本海形成時の背弧堆積盆域の火成岩及び堆積岩、東北日本弧火山弧の中新世末-第四紀の火成岩類が分布する。

石狩低地帯及び夕張山地の地質構造は南北方向の褶曲-衝上断層帯を形成しており、その活動域及び堆積域は中新世以降、東から西へ移動している。石狩低地帯は第四紀以降の主な活動域となっており、活構造は東上がりの衝上断層、潜在衝上断層による褶曲構造やバックスラストが発達する。

1. はじめに

産業立地評価や地震防災施策等に資するため沿岸海域の地質情報整備は不可欠であるが、地質調査上の技術的制約のほか、従来は陸域と海域の地質調査が別々

に進められ、また取得されるデータの質も異なっていたこともあり、沿岸海域は地質情報の空白域となることが多かった。このため、産総研地質調査総合センターでは、平成20年度から研究総合化課題として「沿岸域地質・活断層調査」を実施し、海洋-沿岸-陸域におけるシームレスな地質情報の整備・公開や沿岸域の調査手法の構築を行っている。本地質図は、平成23、24年度を中心に行われた石狩低地沿岸域における「沿岸域地質・活断層調査」の一環として、当該地域の基盤情報として最新のデータと本プロジェクトの成果に基づき、広域に20万分の1地質図を編纂したものである。

なお、本海陸シームレス地質情報集では、本地質図と海底地質図(辻野・井上, 2012; 佐藤, 2014)に基づき「石狩低地帯及び周辺地域の20万分の1海陸地質図」(佐藤ほか, 2014)、重力図(駒澤ほか, 2014a)に基づき「地質-重力図」(駒澤ほか, 2014b)及び空中磁気図(大熊・中塚, 2014)に基づき「地質-空中磁気図」(大熊ほか, 2014)を作成している。

2. 地形

石狩低地帯(Ishikari Lowland: 長尾, 1941)の名称は、石狩平野及び勇払平野からなる地形学的な低地を指すことが多いが、本報告では、中新世以降、日高衝突帯西側の前縁堆積盆が発達した地域のうち、特に第四紀以降、活動的な地域である石狩平野及び勇払平野とその周辺地域の台地・丘陵地を含めた地質学的な名称として、石狩低地帯(Ishikari Depression)を使用する(第1図)。ほかに、石狩低地帯は、始新世以降の島弧の前縁堆積盆や、中新世以降の衝突帯前縁の堆積盆を指す名称としても使用されることもある。

2.1 石狩低地帯

石狩低地帯は、北海道中部の西沿いに発達する第四紀以降の褶曲-衝上断層帯の変形によって形作られる南北方向の低地帯である。石狩平野及び勇払平野を中心に、東側には東側には北から岩見沢丘陵、栗沢丘陵、馬追丘陵、早来丘陵、由仁安平低地を、西側には石狩丘陵、野幌丘陵、千歳台地を伴う地域を指す。石狩低地帯の南方延長部は勇払平野沖から日高舟状海盆へ至り、石狩低地帯中央部では北西方に分岐して石狩海盆に至る。なお、小疇ほか編(2003)では、本報告の石狩低地帯を石狩平野、後述の本報告の石狩平野及び勇払平野を、それぞれ石狩川低地及び勇払低地と呼んでいる。

石狩平野(石狩川低地)は、主に石狩川及びその支流である雨竜川、空知川、夕張川などがつくる沖積低地(湿地帯)からなり、後志山地沿いでは千歳川、豊平川などがつくる扇状地が、石狩湾沿いでは海岸砂丘や浜堤平野が発達する。石狩平野は、岩見沢市から砂川市、沼田町に至るに至る砂川低地、南幌町から千歳

市北部に至る長沼低地、札幌市北西部から石狩市に至る石狩湾岸低地に区分される。

勇払平野は苫小牧市、むかわ町、白老町の太平洋側沿いに発達する概ね標高10m以下の低地で、北西側は胆振山地の火山群と支笏火砕流台地(千歳台地)を、北東側は早来丘陵や静川台地などを配する。勇払平野の東部及び北部は湿原及び海跡湖からなる勇払湿原、中央部-西部には砂堤列がよく発達している。

馬追丘陵は、北の長沼町東部から南の安平町早来にまで至る全長は約33km、幅5~8kmで南北に延びる標高275m以下の丘陵地である。馬追丘陵(夕張川)の北側の岩見沢市には、南北方向に長さ10km、幅3~5km、標高170m以下の栗沢丘陵と、長さ8km、幅3~4km、標高157m以下の岩見沢丘陵が発達する。馬追丘陵南側に位置する早来丘陵は、安平町早来から、厚真町南西部、むかわ町南部に至る標高25~100m丘陵(段丘含む)で、夕張山地とは漸移的である。由仁安平低地は上記丘陵群と、東側の夕張山地に挟まれた、岩見沢市中部から、栗山町、由仁町、安平町(追分、早来)に南北に延びる幅1~3kmの標高100m以下の低地からなる。後述のように、石狩低地帯とこれら丘陵地などとの境界付近には多くの活断層・活褶曲が認められる。

石狩丘陵は、増毛山地の南側に広がる標高100~300mの丘陵と標高20~100mの段丘で、厚田丘陵とも呼ばれる。その南側に低地を挟んで発達する野幌丘陵は、江別市南西部から北広島市、札幌市清田区及び豊平区の一部に至る台地-丘陵地で、東部は東西幅4~8km、南北20kmの標高15~150mの南北に長い丘陵地-段丘を形成している。

支笏火砕流台地(千歳台地)は、支笏湖東側の標高約300mから緩やかに東方へ傾斜して石狩平野及び勇払平野に至る台地で、後述のように、主に約4万年前に噴出した支笏第1降下軽石(spfa-1)を基底部に伴い大量の支笏第火砕流堆積物(spfl)によって形成されている。

2.2 夕張山地、道南山地(後志山地、胆振山地)及び増毛山地(樺戸山地)

石狩低地帯の東側には夕張山地が南北に連なる。夕張山地のその東方には日高山脈が南北に連なり、本地域にはその南東部である日高山麓丘陵及び日高沿岸平野(小疇ほか編, 2003)が含まれる。石狩低地帯北西側には増毛山地南部(樺戸山地)、本地質図の範囲外であるが、北から北東側には天塩山地が連なる。また、南西側には道南山地及び第四紀火山群に囲まれている(第1図)。

夕張山地は、その東側の日高山脈と西側の石狩低地帯に挟まれた、南北に連なる幅約40km、長さ約120kmの山地である。夕張山地東部に標高1,000~1,700mの稜線が南北に走り、西部は標高が300~

1,000mの稜線が南北に走り、更に西方の丘陵地に連なる。夕張岳(標高1667.7m)、幾春別岳(1068m)、坊主山(791m)などの山からなる。

増毛山地は樺戸山地とも呼ばれ、本地域内は、石狩丘陵の北側、砂川低地と日本海に挟まれた別狩岳(666.2m)、隈根尻山(971m)などで代表される300～1,000m級の山地からなる。

道南山地は石狩低地帯と黒松内低地帯(寿都平野)に挟まれた新第三紀-第四紀の火山岩類の分布で特徴づけられる地域で、本地域はその東縁部にあたる。本地域の道南山地のうち、北部の札幌市南部、喜茂別町周辺地域は後志山地、南部の伊達市、登別市、室蘭市、白老町地域は胆振山地と呼ばれる。これらの地域は主に新第三紀の火山岩類を基盤として、後志山地では余市岳(1488m)、無意根山(1460m)、漁岳(1318m)、札幌岳(1293m)、朝里岳(1281m)など、胆振山地では支笏カルデラ(カルデラ湖の水面標高248～249m、最深部標高約-112m)、風不死岳(1102m)、恵庭岳(1320m)、樽前山(1041m)、倶多楽カルデラ(カルデラ湖の水面標高258m、最深部標高約110m)などの第四紀火山体によって山地が形成されている。

3. 地質図の作成方法

本地域には、既存地質図として、5万分の1地質図幅は、北から「厚田」(対馬ほか、1956)、「月形」(垣見・植村、1958)、「砂川」(松井ほか、1965)、「上芦別」(清水ほか、1953)、「小樽東部」(杉本、1957)、「石狩」(垣見、1958)、「當別(現在の当別)」(垣見・植村、1956)、「岩見沢」(松野ほか、1964)、「幾春別岳」(吉田・神戸、1955)、「銭函」(杉本、1953)、「札幌」(小山内ほか、1956)、「江別」(松下、1971)、「夕張」(佐々ほか、1964)、「大夕張」(長尾ほか、1954)、「定山溪」(土居、1953a)、「石山」(土居・小山内、1956)、「恵庭」(長尾ほか、1959)、「追分」(松野・秦、1960)、「紅葉山」(高橋ほか、2002)、「壮溪珠」(藤原、1954)、「樽前山」(土居、1957)、「千歳」(曾屋・佐藤、1980)、「早来」(松野・石田、1960)、「穂別」(高橋・和田、1987)、「徳舜瞥」(太田、1954)、「白老」(土居、1953b)、「苫小牧」(土居、1959)、「鶴川」(山口、1960)、「富川」(今井・角、1957)、「登別温泉」(斎藤ほか、1953)、「門別」(山口、1958)が刊行されている。

また、20万分の1地質図としては、「苫小牧」(佐藤ほか、1972)、「札幌」(石田ほか、1980)、「留萌」(秦ほか、1974)、「旭川」(佐藤ほか、1977)、「夕張岳」(中川ほか、1996)、「浦河」(酒井ほか、2000)が刊行されている。

本地質図は、基本は上記の地質図類に基づき編纂を行っているが、これら地質図の多くは刊行年が古いため、後述の4.地質で引用した多くの文献に基づき、地層・岩体の分布、層序、形成年代、地質構造に関して、修正及び再解釈を行った。特に、石狩低地帯南部及び

沿岸海域の地質構造は、本海陸シームレス情報図集の成果(小松原ほか、2014a,b;木村ほか、2014;佐藤・小松原;2014;佐藤、2014;横倉ほか、2014)に基づいている。なお、本地質図の凡例区分は、活構造を中心に表現するため、例えば、既存20万分の1地質図幅と比較して、全体として第四系は詳細に、先第三系は簡略化している。

4. 地質

以下、石狩低地帯及び周辺地域に分布する地層・岩体の概要を述べる(第2図)。なお、本報告の時代区分はGradstein,et al.(2012)に基づいており、新第三紀と第四紀の境界の年代は従来の1.8Maでなく2.6Maに置いている。このため、既存文献にて上部鮮新統とされた地層・岩体は下部更新統上部、下部更新統は下部更新統上部などと、特に説明を行わずに読み替えている。

4.1 中生界

本地域の中生界の地体構造区分(第1図)は、西から渡島帯(Okada,1983;君波,1986b)、礼文-樺戸帯(小松,1985)、空知-エゾ帯(Kiminami and Kontani,1983;君波ほか,1986b)に区分され(新井田・紀藤,1986)、それぞれ特徴的な地層・岩体が分布する。なお、後述のように、礼文-樺戸帯と空知-エゾ帯を特徴づける地層・岩体の分布は、中新世以降に発達したデラミネーションウェッジ構造の影響もあり、分布域は重複している。このため、第1図では礼文-樺戸帯と空知-エゾ帯の境界については、礼文-樺戸帯を特徴づける分布域の東縁を両帯の境界としている。

4.1.1 後期ジュラ紀-前期白亜紀付加コンプレックス(渡島帯)

渡島帯は、渡島半島から道南山地及び増毛山地(樺戸山地)にかけて後期ジュラ紀-前期白亜紀の付加コンプレックスが分布する地域で、本地域は三畳紀の石灰岩を特徴的に含む渡島帯の東帯に位置する(川村ほか、2000)。

道南山地には、玄武岩溶岩・火砕岩、チャートを含む泥岩、砂岩からなる地層として、登別市来馬川上流に大曲沢層(Om)(斎藤ほか、1953)が、札幌市の薄別温泉付近及び喜茂別町福島付近の喜茂別川沿いに薄別層(Us)(土居、1953a)が、中新世以降の火山岩類に広く覆われて分布する。川村(2010)は、岩相から何れも付加コンプレックスとしている。

また、増毛山地南部の別狩岳周辺には、スレート劈開の発達する泥岩や砂岩からなり、珪質岩、玄武岩溶岩・火砕岩、珪質凝灰岩を挟む別狩岳層(Be)が分布する(垣見・植村,1958)。時代は未詳であるが、川村(2010)は別狩岳層を別狩岳コンプレックスと改称し、渡島帯

の後期ジュラ紀-前期白亜紀付加コンプレックスに位置づけている。

4.1.2 白亜紀火成岩類(礼文-樺戸帯)

礼文-樺戸帯は白亜紀中頃の火山弧で、樺戸山地の東部に隈根尻層群が分布する。ほかに、夕張山地、馬追丘陵、勇払平野の地下に同時代の火成岩が分布する。なお、夕張山地において蝦夷累層群に不整合に覆われる隈根尻層群に対比可能な玄武岩が分布する(基礎試錐「空知」; 石油開発公団, 1971) こと、白亜紀火成岩類の分布が推定される高磁気異常帯が石狩層群の分布する夕張山地西縁沿いに南北に存在する(Ogawa and Suyama, 1976; 大熊・中塚, 2014) ことから、本報告では、礼文-樺戸帯と空知-エゾ帯の境界を蝦夷累層群が広く分布する地域の夕張山地西縁に置いている。

この高磁気異常帯は勇払平野沖で南北に延びる音響基盤である苫小牧リッジ(正谷, 1979)に一致し、三陸沿岸付近にまで連続して認められる(大澤ほか, 2002)。苫小牧リッジの頂部は前期白亜紀の火成岩からなり、前期白亜紀以降から中期中新世まで地表に露出していたとされる(大澤ほか, 2002)。なお、この高磁気異常帯の東縁は南北に連なる下部中新統滝の上層の火山岩相分布域の東縁とも一致する(正谷, 1979)。

(1) 隈根尻層群(Kn)

隈根尻層群は、本地域北部の増毛山地南部(樺戸山地)に分布する層厚約 5,000m の前期白亜紀の海成層で、主に泥岩(黒色頁岩)からなる下部と、基底部に安山岩・玄武岩質の火山砕屑岩・溶岩を伴う砂岩・礫岩あるいは凝灰岩・泥岩からなる上部からなる(小林ほか, 1957)。本層群は白亜紀のはんれい岩(Gb)や安山岩(An)に貫入される(近藤, 1991)。火山岩類は海底火山起源のハイアロクラスタイトや枕状溶岩を含み、前期白亜紀の火山弧の海底火山及び周辺海域の砕屑物に位置づけられている(永田ほか, 1986; 近藤, 1991)。隈根尻層群下部からは白亜紀前期を示す放射虫化石が、上部の火山砕屑岩からは⁴⁰Ar-³⁹Ar法で 101.3 ± 2.7 Ma が得られている(近藤, 1991)。

また、夕張山地内の基礎試錐「空知」の蝦夷累層群に不整合に覆われた玄武岩からはK-Ar年代 96.3 ± 3.6 Maの値が得られ(滝上, 1984)、隈根尻層群に対比されている(永田ほか, 1986)。基礎試錐「馬追」(石油公団, 1998)の先古第三系のはんれい岩-玄武岩複合岩体も、前期白亜紀初期の放射虫化石群集を産する赤色チャート(鈴木ほか, 1999)を上位に伴っており、隈根尻層群に対比されている(栗田・横井, 2000)。

(2) 深成岩類

地下で確認されたもので地質図には示していないが、苫小牧市東部の坑井(南勇払 SK-2D)からは白亜紀中頃(約 100Ma)の年代を示す花崗岩-花崗閃緑岩が報告されている(石油資源開発株式会社札幌鉱業所勇払研究グループほか, 1992)。

4.1.3 後期ジュラ紀-前期白亜紀付加コンプレックス及び白亜紀-前期暁新世前弧堆積益堆積体(空知-エゾ帯)

本地域の夕張山地から日高山脈西部に至る地域は空知-エゾ帯と呼ばれ、最上部ジュラ系-下部白亜系の付加コンプレックスである空知層群とそれを不整合に覆う中下部白亜系の前弧堆積物である蝦夷累層群が分布する。また、本地域東縁部は、空知-エゾ帯の中央の背斜部にあたり、超苦鉄質岩(蛇紋岩)と低温高压型変成岩が分布し、神居古潭帯と呼ばれる。

(1) 空知層群(Sl,Su)

空知層群は北海道中央の脊梁部に南北に分布し、本地域では夕張岳周辺に分布する。空知層群は、佐々ほか(1944)により緑色岩主体の地層に与えられた名称であるが、現在では主に枕状溶岩やハイアロクラスタイトからなりチャート岩塊を含む、緑色岩主体層の下部(Sl)(幌加内オフィオライト)と、枕状溶岩、チャート、珪質-中間質の火山砕屑岩、泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層などからなる上部(Su)に区分される(紀藤ほか, 1986)。なお、本地域の上部は主に砂岩と珪質泥岩からなる。下限は不明で、下部は低角断層により神居古潭変成岩類の構造的上位に分布する(石塚, 1980)。空知層群上部の年代は、最上部ジュラ系-下部白亜系と考えられている(蟹江ほか, 1981; 三次・平野, 1997など)。下部は玄武岩質海洋地殻の一部(Ishizuka, 1981, Takashima *et al.*, 2002)、上部は海洋島弧上の海底火山岩-堆積岩類(Niida, 1992; 高嶋ほか, 2001・2002など)と考えられている。

(2) 蝦夷累層群(Yz)

蝦夷累層群(Okada, 1983)は夕張山地に広く分布し、空知層群を概ね整合に覆う(君波, 1986a; 紀藤, 1987; 三次・平野, 1997など)。地質図では一括したが、下位より下部蝦夷層群、中部蝦夷層群、上部蝦夷層群、函淵層群から構成される(松本, 1951)。芦別-夕張地域では、下部-上部蝦夷層群は主に大陸棚斜面の砂岩泥岩互層-泥岩と陸棚-外浜砂岩からなり、函淵層群は波浪の影響を受けた内側陸棚-河川の堆積物からなる(Takashima *et al.*, 2004など)。下部-上部蝦夷層群の堆積年代は前期白亜紀の後期-後期白亜紀の中期(三次・平野, 1997; Takashima *et al.*, 2004など)、函淵層群はイノセラムス化石から後期白亜紀(安藤, 1993など)とされるが、本地域東部の夕張山地(大夕張-登川)では上部暁新統に対比される渦鞭毛藻化石が得られている(鈴木ほか, 1997)。

(3) 神居古潭変成岩類(km)

本地域東縁の夕張岳周辺、坊主山付近に分布する蛇紋岩に伴う構造岩体で、泥質片岩、珪質片岩、砂質片岩、苦鉄質片岩からなる低温高压型変成岩である。135Ma ~ 120Ma, 115 ~ 100Ma, 80 ~ 50Maの変成年代が推定されている(太田ほか, 1993, Sakakibara and Ota, 1994; Iwasaki *et al.*, 1995など)。

(4) 蛇紋岩 (S) 及び微閃緑岩 (Di)

蛇紋化した超苦鉄質岩が神居古潭帯に広く分布し、本地域にも夕張岳付近や坊主山付近に分布し、空知層群や蝦夷累層群とは概ね南北方向の断層によって接する(高橋ほか, 2002)。蛇紋岩は、前期白亜紀の後期の下部蝦夷層群の堆積時には後背地に露出していたと推定されている(七山, 1997)。蛇紋岩の岩体には微閃緑岩が貫入しており、その最大のは坊主山南山麓に分布するが、微閃緑岩が熱変成を与えているかは不明である(高橋ほか, 2002)。

4.2 古第三系

夕張山地から石狩低地帯の地下にかけて広範囲に古第三系(中部始新統-漸新統)が分布し、下位より石狩層群、幌内層群(幌内層、紅葉山層)及び南長沼層に区分される。本地域に連なる古第三系堆積体の分布域は、天北から、羽幌、留萌、樺戸、石狩低地帯に至り、全体として東西 40 ~ 50km、南北 400km 以上の細長い堆積盆が形成されている。これら古第三紀の堆積盆地は、白亜紀の堆積盆地と同様、石狩低地帯周辺から南方の太平洋沖から東北日本の太平洋側沖にかけて発達する(大澤ほか, 2002 など)。

道南山地に分布する古第三系は、漸新世の花崗閃緑岩と、その下部が後期漸新世に及ぶ可能性が高い定山溪層群(後述 4.3.2(1) 参照)の分布が確認されている。

(1) 石狩層群 (Is)(中部始新統)

石狩層群は、全体として炭層を挟む河川、湖、内湾の堆積物からなり(海保, 1984; 高野ほか, 1998; Takano and Waseda, 2003 など)、堆積年代は中期始新世と推定されている(海保, 1984; 棚井, 1986)。地質図では一括したが、石狩層群は、下位より、登川層、幌加別層、夕張層、若鍋層、美唄層(以上、今井, 1924)、赤平層(松井ほか, 1950)、幾春別層(矢部・青木, 1924)、平岸層(日本地質学会新生界対比委員会札幌支部, 1949)、芦別層(今井, 1924)に区分される。石狩層群分布域のうち、岩見沢市以北は空知地域(空知炭田)、以南は夕張地域(夕張炭田)と呼ばれるが、夕張地域では美唄層、赤平層、平岸層、芦別層は分布しない。これらは 3 層毎にまとめられ下部亜層群、中部亜層群、上部亜層群に区分され(田代, 1951)、堆積シーケンスとしては 4 つの三次オーダーで区分されている(Takano and Waseda, 2003)。層厚は、数百 m ~ 数千 m 程度と推定される。

夕張山地と比較して、石狩低地帯の地下(勇払油・ガス田など)の石狩層群の層厚は薄くなり、下部は主に礫岩層、中・上部は挟炭層からなる(栗田・横井, 2000; 武富・西田, 2002; 花方, 2003 など)。また、増毛山地(樺戸山地)の月形町付近に分布する礫岩、砂岩からなり石炭層を挟む樺戸層(橋本, 1950 など)も、植物化石から石狩層群幾春別層に対比される(棚

井, 1986)。なお、夕張山地などに分布する石狩層群と幌内層との間には同時異相関係はないが、馬追・勇払地域地下に存在する所謂「石狩層群夾炭層」は、幌内層下部と同時代の後背湿地の堆積物の可能性が高いとされる(花方, 2003)。

(2) 幌内層 (Pn)(中部始新統上部-上部始新統)

幌内層(矢部, 1901)は、主にシルト岩からなり、基底部に海緑石砂岩を伴い、全体に凝灰岩を挟む。石灰質ナノプランクトンからは中部始新統上部-上部始新統とされる(Okada and Kaiho, 1992)。石狩低地帯の地下にも広範囲に分布する(藤岡・佐賀, 1980 など)。幌内層は後述の紅葉山層と合わせて、幌内層群(矢部・青木, 1924)とも呼ばれ、両層は滝の上層に不整合で覆われる(海保, 1984)。最大層厚域は穂別-平取町付近にあり、約 3,500m に達する(藤岡・佐賀, 1980 など)。

(3) 紅葉山層 (Mo)(下部漸新統)

紅葉山層(村田, 1933; 藤岡, 1941)は、下部は礫岩を伴う砂岩、上部は凝灰質のシルト岩からなり(海保, 1984; 高橋・和田, 1987)、下部漸新統と推定されている(栗田・三輪, 1998 など)。層厚は 420 以下と推定されている(村田, 1933)。

(4) 南長沼層 (Mn)(上部漸新統)

南長沼層(栗田・横井, 2000)は、地表では馬追丘陵(模式地)に分布するのみであるが、石狩低地帯の地下に広く分布する。馬追丘陵では、下部は下半部を占める凝灰質砂岩、凝灰角礫岩、砂岩などの粗粒相と、上半部を占める外側陸棚の塊状シルト岩-含砂岩薄層シルト岩からなる。また、上部は内湾、外浜、汽水の砂岩主体層から河川堆積物である炭質層を伴う砂岩泥岩互層が分布する(栗田, 2001)。層厚は模式地で 800m 以上(模式地の下部の下半部は断層で切られており観察されていない)、勇払油・ガス田で 300 ~ 700m、馬追丘陵付近の坑井で約 1,900m と、岩相と共に層厚の変化が著しい(栗田・横井, 2000)。本層の FT 年代(栗田ほか, 1997)と微化石年代(栗田・横井, 2000)は、何れも漸新世後期を示す。石狩低地帯南部において後期漸新世-前期中新世に大規模な伸張性の構造運動が確認され、南長沼層は千島弧と東北弧境界部の右横ずれ断層運動によるプルアパート堆積盆の埋積層と考えられている(栗田・横井, 2000)。

(5) 古第三紀貫入岩類 (Gd)(上部漸新統)

本地域南西部の長流川上流域(伊達市三階滝付近など)には花崗閃緑岩が分布し(藤原, 1954)、後期漸新世を示す K-Ar 年代 26.5Ma が得られている(八幡・西戸, 1989)。

4.3 新第三系

夕張山地、日高山脈南西部、及び石狩低地帯には、千島弧の東北日本弧への衝突前縁に形成された堆積盆の堆積体として新第三系堆積岩類が広く分布する(保柳ほか, 1986; 栗田・横井, 2000; 川上・川村, 2003 など)。

ど). この堆積盆は石狩-天塩帯とも呼ばれる(保柳ほか, 1986)(第2図). 夕張山地東部の下部新第三系は断層に挟まれ, 断片的にしか分布しないものの, 隆起・削剥される以前はかなり広く分布していたと推定される.

一方, 道南山地から増毛山地(樺戸山地)西部域は東北日本弧のグリーンタフ地域に位置づけられ, 陸成-海成の溶岩及び火山砕屑岩及び堆積岩からなり, 深成岩類の貫入を伴う. これらのうち, 堆積岩主体のものは石狩-天塩帯の地層に対比し, 4.3.1で記述した.

4.3.1 千島弧衝突域前縁堆積盆(石狩-天塩帯)の堆積体

本地域の新第三系は, 下位より幌向層, 滝の上層, 川端層, 岩見沢層, 追分層, 当別層及びそれらの相当層に区分される. このうち, 特に川端層から当別層及びそれらの相当層(中部中新統-鮮新統)は, 南北に延びるトラフ状の堆積盆の堆積物で, 陸棚, ファンデルタ, 及び海底扇状地堆積物からなり, 地層(岩相)境界と時間軸とは大きく斜交する特徴が認められる(椿原, 1990; 嵯峨山ほか, 1992; 川上ほか, 2002aなど; 第2図). また, 基礎試錐「南幌」(石油開発公団, 1973), 勇払油・ガス田(石油資源開発株式会社札幌鉱業所勇払研究グループほか, 1992; 小椋, 1993など), 二酸化炭素回収・貯留の大規模実証実験(苫小牧 CCS-3D; 経済産業省産業技術環境局 CCS 実証試験実施に向けた専門検討会, 2011)などにおける石狩低地帯南部の地下の層序区分は, 東方の夕張山地などで定義された新第三系の層序区分名が与えられているが, 同じ地層名でも夕張山地とは時代が大きく異なり, 地層の欠如も存在する(尾形, 1993; 平松, 2004).

(1) 幌向層(Ho)(下部中新統下部)

幌向層(大原, 1966)は岩見沢市朝日町付近の幌向川流域にわずかに分布し, 主に泥岩及び砂岩からなる. 南長沼層を不整合で覆い, 滝の上層に削り込まれ, 堆積環境は下位から上位へ海岸線付近から内側・外側陸棚へと変化する(栗田, 2001). 幌向層は渦鞭毛藻化石及びFT年代から下部中新統下部と推定されている(栗田ほか, 1997).

(2) 滝の上層及び相当層(下部中新統上部-中部中新統最下部)

滝の上層(Tk)(藤岡, 1941)は, 基底礫岩(安山岩質火山砕屑岩, 溶岩を含む)を伴う含海緑石砂岩-シルト岩からなる下部と, 泥岩及び砂岩泥岩互層からなる上部からなる(栗田・横井, 2000; 栗田, 2001). 夕張市南部地域では層厚は700~1,100mに達する(高橋ほか, 2002). 滝の上層及び後述の栄層からは16.3~14.9Maの年代を示す珪藻化石帯(栗田, 2001; 嵯峨山ほか, 1992), 滝の上層最上部の凝灰岩層からは15.7±0.9MaのFT年代が得られている(川上・川村, 2003). 馬追丘陵の滝の上層の最下部の安山岩から19.1Ma(岡村

ほか, 2010), 中部の玄武岩からは19.5Ma(渡辺ほか, 1993)のK-Ar年代が得られている. また, 石狩低地帯の地下では, 滝の上層相当層はスコリア火砕岩など火山岩類が卓越し(大久保ほか, 1999など), その年代は20~14Maとされる(岡村ほか, 2010). 滝の上層の火山岩類に相当する火山岩類は, 南は勇払平野沖から仮屋崎沖付近まで, 北は利尻島まで分布が知られている(正谷, 1979).

早来丘陵やその東方の夕張山地に分布する滝の上層相当層は, 厚真町地域ではトニカ層(Tn)(山口, 1960; 松野・石田, 1960), 平取町付近では栄層(Sa)(今井・角, 1957)と呼ばれる. 何れも砂岩主体層で, むかわ町富内では, 基底礫岩として空知層群や蝦夷累層群の礫のほか, 蛇紋岩礫, 蛇紋岩質砂岩も認められる(新井田・福井, 1987).

石狩丘陵-樺戸丘陵南部に分布する滝の上層相当層としては, ラウネナイ層(垣見・植村, 1958)及び奔須部都層(垣見・植村, 1958)が分布する. ラウネナイ層は河川堆積物からなり, 台島型植物群を産する(秦ほか, 1963). 奔須部都層は, 最大層厚1,000m以上で, 主に泥岩からなり基底部に礫岩を伴う. 奔須部都層は, 浮游性有孔虫化石帯N8~11の産出から中部中新統下部と推定され(辻ほか, 1992), 滝の上層のほか, 川端層下部にも対比される可能性がある. 地質図では, ラウネナイ層及び奔須部都層(RP)として一括した.

(3) 川端層及び相当層(中部中新統-上部中新統最下部)

川端層(Kb)(今井, 1924)は, 夕張山地西縁部や馬追丘陵などに分布し, 砂岩泥岩互層, 砂岩, 礫岩から構成される. 大陸斜面-堆積盆底の重力流堆積物とされる(保柳ほか, 1986; 川上ほか, 1999; 川上ほか, 2002aなど). 夕張山地南部-早来丘陵(厚真町及びむかわ町付近)に分布する川端層相当層は振老層(Fu)(松野・石田, 1960), 平取町付近のものはアベツ層(At)(今井・角, 1957)と呼ばれる. 層厚は安平町東部付近の川端層で700~3,700m(松野・秦, 1960)と推定されているが, 馬追丘陵や早来丘陵西方では急激に層厚が小さくなり尖滅する(国安・山田, 2004など). 川端層及び相当層は, 珪藻化石, FT年代から中部中新統中部と推定される(嵯峨山ほか, 1992; 川上ほか, 1999, 2002a).

石狩丘陵の川端層相当層としては, 最大層厚500m以上で主に泥岩-泥質砂岩からなる海成層の須部都層(Sb)(三本杉, 1936; 橋本, 1950), 層厚400m以下で主に砂岩泥岩互層からなる発足層, 層厚650m以上で主に砂質泥岩からなる厚田層(対馬ほか, 1956)が分布する. 地質図では発足層及び厚田層(HA)として両層は一括した.

(4) 岩見沢層及び相当層(上部中新統下部の下部)

岩見沢層(Iw)(佐々ほか, 1964)は, 岩見沢丘陵, 栗沢丘陵, 馬追丘陵や夕張山地西縁に分布し, 層厚170

～300m で、主に珪藻質-珪質の硬質泥岩からなり、砂岩、凝灰岩を挟む。

岩見沢層に対比される安平町-厚真町に分布する層厚 600～1,100m の軽舞層 (Ka)(大村ほか, 1930) と平取町付近の層厚約 1,300m の二風谷層 (Nb)(今井・角, 1957) も、主に珪藻質シルト岩からなり、砂岩、礫岩を挟む。

勇払平野地下(勇払油・ガス田)にも、岩見沢層及び後述の追分層の相当層である軽舞層+平取層と呼ばれる地層は分布し(栗田・横井, 2000 など)、中期-後期中新世の珪藻化石が得られている(平松, 2004; 第 2 図)。

石狩丘陵では、層厚 50～280m の陸棚-ファンデルタの砂岩からなる一番川層 (Ic)(垣見・植村, 1958; 樺戸団体研究グループ, 1995; 再定義) や、層厚 350m の主に海緑石砂岩からなる盤ノ沢層 (Ba)(対馬ほか, 1956) が岩見沢層に対比される。

登別市-室蘭市の岩見沢層相当層としては、層厚 40～130m で、主に海成の泥岩からなり、流紋岩凝灰岩を挟む滝ノ川層 (Ta) が分布する(庄谷ほか, 1968)。

(5) 追分層及び相当層 (上部中新統中部-最下部鮮新統)

追分層 (Ow)(佐々ほか, 1964) は、層厚 650～900m で、岩見沢丘陵、栗沢丘陵馬追丘陵、夕張山地中部の西沿いに広く分布する。追分層相当層は、夕張山地南西部-日高山脈南西部の太平洋側沿いにも広く分布し、由仁町付近では由仁層 (Yu)(層厚 650m 以上)(松野・秦, 1960)、安平町-厚真町付近では萌別層 (Mb)(層厚 1,400m 以上)(松野・石田, 1960)、平取町付近では荷葉層 (Nn)(層厚約 1,800m)(今井・角, 1957) と呼ばれる。

追分層及び相当層は何れも珪藻質シルト岩からなり、夕張山地南部では砂岩、礫岩を多く挟むようになる。これら相当層の堆積年代は、珪藻化石から概ね後期中新世から鮮新世前半と推定され、岩見沢層との境界と時間軸とは大きく斜交する(米谷ほか, 1981; 椿原, 1990; 嵯峨山ほか, 1992; 川上ほか, 2002a など)。更に、勇払平野地下(勇払油・ガス田)の荷葉層(栗田・横井, 2000 など)は珪藻化石から後期鮮新世とされ(平松, 2004; 第 2 図)、地層名は同じであるが堆積年代が大きく異なる。

札幌西部に分布する追分層相当層は砥山層群 (Ty)(通商産業省, 1974) で、層厚 200～300m で、砂岩、泥岩、凝灰岩からなり、海棲貝化石を含む。小樽内川層及び夕日沢層を覆い、砥山層群は下位の地層とは不整合とされたが、岡ほか(1991)は札幌市西野周辺の調査から、砥山層群と小樽内川層が同時異相の関係で、小樽内川層は後述の西野層と整合関係であるとしている。

石狩丘陵の追分層相当層は、西・中部に分布する主に泥岩-泥質砂岩からなる望来層 (Mr)(層厚 230～250m)(大村, 1928) と、東部の主にシルト岩、凝灰岩からなる晩生内層 (Ok)(層厚 350m)(垣見・植村, 1958) で、珪藻化石からは上部中新統とされる(嵯峨山,

1987)。

(6) 当別層及び相当層 (上部中新統最上部-鮮新統)

上部中新統最上部-鮮新統としては、石狩丘陵の当別層及び厚軽白内層のほか、岩見沢丘陵に峰延層、栗山町付近に清真布層が分布する。これら地層は萌別層や荷葉層の上部とは同時異相の関係にある。

当別層 (To) は大村(1928)により定義されたものを、樺戸団体研究グループ(1995)によって、垣見・植村(1958)の当別層と金ノ沢層を一括して当別層と再定義されたものである。層厚は 900m 以上で、主に砂岩からなりシルト岩を挟む(樺戸団体研究グループ, 1995)。珪藻化石から下部鮮新統と考えられている(小泉, 1979; 嵯峨山, 1987)。厚軽白内層(垣見・植村, 1958)は、唐戸山地東縁部に分布し当別層を整合に覆う層厚 300m 以上の軽石を含む凝灰質の砂岩、礫岩からなり、当別層とは漸移関係で鮮新統とされる。地質図では当別層及び厚軽白内層 (To) として一括した。

岩見沢丘陵などに分布する層厚 210m の峰延層 (Mi)(松野ほか, 1964)、栗山町付近に分布する層厚 200～270m の清真布層 (Ky)(佐々ほか, 1964) は、砂岩主体の地層で凝灰岩を挟み、追分層を整合で覆う。峰延層は珪藻化石から鮮新統とされる(嵯峨山, 1989)。

4.3.2 火山弧 (東北日本弧) の火成岩及び堆積岩

新第三紀の火山弧である道南山地及び増毛山地に分布する火成岩及び堆積岩は、岩相変化が著しく、年代データも十分とは言えないが、本報告では、(1) 陸成火山岩を主体とする定山溪層群 (上部漸新統-下部中新統)、(2) 石狩丘陵に分布する陸成火山の青山玄武岩 (下部中新統)、(3) 海成-陸成火山岩及び堆積岩からなる幌別層などの中部中新統、(4) 海底火山岩を主体として海成層を挟む小樽内川層などの上部中新統、(6) 後期中新世貫入岩、(7) 海成堆積岩を主体として火山砕屑岩を含む西野層などの上部中新統最上部-下部鮮新統、(8) 鮮新世の陸上火山岩類に区分した。

(1) 定山溪層群 (Jo)(上部漸新統-下部中新統)

定山溪層群(通商産業省, 1972; 長谷川・小山内, 1978)は、本地域の西縁部、札幌市南区の定山溪西方域と喜茂別町及び伊達市境界付近のオロウエンシリベツ川流域に分布する層厚 1,000m 以上の火山岩類で、主に変質の著しい陸成の玄武岩-流紋岩の溶岩及び火山砕屑岩からなる。渡島帯の後期ジュラ紀-前期白亜紀付加コンプレックスと推定される薄別層を不整合に覆い、中部中新統の白井川層に不整合で覆われる。豊羽鉱山周辺で、定山溪層群の下部に対比される小柳沢層(宮島ほか, 1971)からは、漸新世と中新世の境界付近の FT 年代 23.9Ma が得られている(沢井・鷹沢, 1992)。

(2) 青山玄武岩 (Ao)

青山玄武岩は当別町北部に分布する .14.8Ma の K-Ar 年代が得られ(岡村ほか, 1991)、奔須部都層に不整合

に覆われることから、定山溪層群や滝の上層下部堆積時の火山岩に位置づけられる可能性が高い。

(3) 幌別層及び相当層(中部中新統)

本地域南西部、登別市-室蘭市に分布する層厚 240m 以上の幌別層(Pb)(斎藤ほか(1953)の定義を和田ほか(1988)が再定義)と、白老町に分布する層厚 250m 以上の奔別川層(Pn)(通商産業省, 1979), 及び伊達市東部(旧大滝村)付近に分布する層厚 1,700m 以上の長流川層(Og)(太田(1954)の定義を和田ほか(1988)が再定義)の3つの地層は陸成-海成のデイサイト-安山岩質の火山砕屑岩・溶岩からなり、奔別川層には溶結凝灰岩も含まれる。幌別層上部の安山岩から 12.2Ma の K-Ar 年代が得られている(八幡・西戸, 1989)。

札幌市南西部付近に分布する白井川層(層厚約 450m)(土居(1953a)の定義を通商産業省(1972)が再定義)は、砂岩、泥岩、礫岩からなる下部と、安山岩質の溶岩・火山砕屑岩からなる上部からなり、海棲貝化石を含む。その上位に整合に分布する滝ノ沢層(通商産業省 1972)は主に泥岩、砂岩からなり、流紋岩質溶岩及び火山砕屑岩を含む。地質図では白井川層及び滝ノ沢層(ST)として一括した。

また、豊羽鉦山周辺では、白井川層及び滝ノ沢層に対比される本山層(層厚約 400m)と、本山層の上位に分布する安山岩質の溶岩・火山砕屑岩と貫入岩からなる長門層に区分される(渡辺・岩田, 1986)。本山層と長門層は、桑原ほか(1983)の本山層、長門層、おしどり沢層の3区分を、渡辺・岩田(1986)によって2区分に再定義されたものである。本山層からは、中期中新世を示す放射虫化石群集(渡辺・岩田, 1986)や FT 年代 13.3, 14.2Ma が得られている(沢井・鷹沢, 1992)。地質図では、本山層及び長門層(MN)として一括した。

(4) 小樽内川層及び相当層(上部中新統下部)

札幌市南部に分布する小樽内川層に対比される上部中新統下部として、本地域南西部の胆振山地には美笛川層(通商産業省, 1979)及び荘珠内川層(和田ほか, 1988)が、増毛山地(樺戸山地)南東部には左股層・安瀬層が分布する。なお、時代的に対比可能な滝ノ川層は、岩相から川端層相当層に対比した(4.3.1(3)参照)。滝ノ川層を含め、美笛川層、荘珠内川層は何れも基底部に礫岩を含み、中部中新統を広域に不整合で覆う(八幡, 2002)。

小樽内川層(Ot)(通商産業省, 1972)は、層厚は 600 ~ 1,000m で、主に安山岩質の溶岩・火山砕屑岩(一部ハイアロクラスタイトを含む)からなり、凝灰岩や泥岩を含む。凝灰岩からは中期中新世末の FT 年代 11.9Ma が得られている(岡ほか, 1991)ほか、前期鮮新世の K-Ar 年代も得られている(八幡, 1993)。

白老町に分布する美笛川層(Bi)(通商産業省, 1979)は、層厚 500 ~ 800m で、海成の泥岩及び安山岩質の溶岩・火山砕屑岩からなる。なお、後述 4.3.2(7)の室蘭層のうち、室蘭半島に分布するデイサイト及び安山

岩からは、それぞれ 10.5 Ma と 7.5Ma の K-Ar 年代が得られている(渡辺, 1992)ため、この地域の室蘭層は美笛川層に対比した。

伊達市東部(旧大滝村)に分布する荘珠内川層(Ss)(和田ほか, 1988)は、層厚 700m 以上で、主に安山岩質の火山砕屑岩からなり、泥岩、デイサイト質火山砕屑岩を含む。荘珠内川層中部の安山岩からは K-Ar 年代 8.7Ma が得られている(八幡・西戸, 1989)。

増毛山地(樺戸山地)の海岸沿いに分布する左股層(対馬ほか, 1956)は、層厚 1,500m 以上で、主にハイアロクラスタイトを主体とする安山岩-流紋岩質水中火山砕屑岩が分布する。その上位の安瀬層(対馬ほか(1956)の安瀬集塊岩層を安瀬層と呼ぶ)は、安山岩火山砕屑岩からなる。左股層からは 9.9, 13.5Ma(中期中新世-後期中新世前半), 安瀬集層から 9.5 ~ 7.1Ma(後期中新世)が得られている(岡村ほか, 2000)が、厚田層の同時異相と考えられている(対馬ほか, 1956)。地質図では左股層及び安瀬層(HY)と一括して示した。

(5) 鹿ノ沢層及び相当層(上部中新統上部)

上部中新統上部として、本地域南東部の胆振山地では鹿ノ沢層と振内川層、札幌市西部では下位より夕日沢層及び砥山層群が、樺戸山地南西部では毘砂別層が分布する。なお、小樽内川層と夕日沢層を覆う砥山層群は、岩相から追分層相当層として地質図に示した(4.3.1(5)参照)。

登別市-室蘭市に分布する鹿ノ沢層(Sk)(庄谷ほか, 1968; 和田ほか, 1988)は安山岩-デイサイトの火山砕屑岩からなり、安山岩火山砕屑岩は一部ハイアロクラスタイトを含む。

白老町に分布する振内川層(Fn)(通商産業省, 1979)は、層厚 300 ~ 500m のデイサイト溶岩及び火山砕屑岩からなる。

夕日沢層(Yh)(通商産業省, 1971)は、層厚約 200m で、海成-陸成の珪長質-中間質の溶岩及び火山砕屑岩からなる。夕日沢層に対比される豊羽鉦山周辺のおしどり沢層(Os)(桑原ほか, 1983)からは、後期中新世中頃の FT 年代 8.8Ma が得られている(沢井・雁沢, 1988a)。

樺戸山地南西部の海岸沿いの地域に分布する毘砂別層(Bb)(対馬ほか(1956)の毘砂別溶岩集塊岩層)は、主にハイアロクラスタイトを主体とする安山岩-流紋岩質水中火山砕屑岩からなり、10.4 ~ 6.6Ma(後期中新世)の K-Ar 年代が得られている(岡村ほか, 2000)。

(6) 斑状花崗岩類(Pg)(後期中新世貫入岩類)

札幌市南区の定山溪付近の豊平川及びその支流沿いに、斑状細粒の花崗閃緑岩-花崗岩(花崗閃緑斑岩-花崗斑岩)、デイサイトが分布し、包有岩として石英閃緑岩を含む(西川, 1981)。砥山層及び相当層に覆われ、FT 年代は後期中新世中頃(8.5Ma)を示す(五十嵐ほか, 1978)。

(7) 西野層及び相当層(上部中新統最上部-鮮新統)

札幌市南部に分布する西野層(Ni)(小山内ほか,

1956; 岡ほか, 1991) は, 小樽内川層を不整合で覆い, 層厚約 300m で, 砂岩, 泥岩, デイサイト-安山岩火山砕屑岩からなる。後期中新世末の FT 年代 6.3Ma が得られて, 珪藻化石のデータと合わせ当別層に対比されている(岡ほか, 1991)。札幌市藻南公園に分布する泥岩を主体としデイサイト火山砕屑岩を伴う地層は藻南層とも呼ばれ(松下ほか, 1972), 珪藻化石のデータからは西野層に対比される(嵯峨山, 1989・2006)。地質図では西野層及び藻南層(NM)として一括して示した。

胆振山地の西野層相当層としては, 登別市-室蘭市の浅海成の砂岩泥岩互層からなりデイサイト質火山砕屑岩を含む室蘭層(Mu)(層厚 280m 以上)(斎藤ほか, 1953; 和田ほか, 1988), 白老町-支笏湖付近の海成のデイサイト火山砕屑岩からなる白老川層(吉村ほか, 1987)及び砂岩, 泥岩からなる深沢層(層厚 350m 以上)(通商産業省, 1979)が分布する。地質図では白老川層及び深沢層(SF)を一括した。また, 伊達市東部(旧大滝村)付近では湖沼性のデイサイト質火山砕屑岩, 砂岩, 泥岩からなる北湯沢層(Kz)(層厚 800m 以下)(早川ほか, 1974; 八幡ほか, 1989)が分布する。何れも鹿ノ沢層など中部中新統を不整合で覆う。室蘭層と深沢層からは鮮新世の貝化石(Akamatsu *et al.* 1978; 通商産業省, 1979)が, 北湯沢層からは FT 年代 4.2Ma(山口ほか, 1978)が得られている。なお, 室蘭層のうち, 室蘭半島に分布するものは小樽内川層相当層として示した(上述 4.3.2(4)参照)。

(8) 鮮新世火山岩 (Pv)

西野層と同時異相及び上位の鮮新世の安山岩-デイサイトを主体とする溶岩及び火山砕屑岩として, 豊羽鉾山周辺の山沿いのデイサイト(三本股層など)-安山岩(大江山層など)の溶岩及び火山砕屑岩(桑原ほか, 1983), 胆振山地の登別市-室蘭市に分布する弄月安山岩(八幡・西戸, 1989), 伊達市東部(旧大滝村)付近の珪長質の火山砕屑岩・溶岩からなるレルコマベツ層(早川ほか, 1974; 八幡ほか, 1989)が分布する。三本股層からは, 後期鮮新世に位置づけられる FT 年代 3.3Ma が得られている(沢井・雁沢, 1988b)。

4.4 第四系

本地域の第四系は, 主に石狩低地帯及び周辺地域に分布する堆積物と, 道南山地に分布する火山体に区分できる。調査地域南部の更新統は, 特に厚い火山砕屑物に被覆されて断片的にしか露出していないため詳細な層序が確立されているとは言い難い。そこで本報告では植物・花粉化石や貝化石を指標として対比・編年を再検討した。また, 調査地域南部の中部更新統は, 大部分が上位の火山砕屑物に覆われて点在する露頭で窓状に露出するのみであるが, 1/20 万地質図上では誇張して表現した。なお, 勇払平野については小松原ほか(2014a,b)が, 長沼低地については木村ほか(2014)が, 第四系について詳細に述べている。

4.4.1 堆積物

1) 下部更新統

石狩低地帯の下部更新統下部としては野幌丘陵の背斜部(野幌背斜)に裏の沢層及び下野幌層, 石狩丘陵に材木沢層が分布する。ほかに, 中部更新統に覆われて地表には分布しないが砂川低地に分布する間の沢川層(八幡ほか, 2001), 勇払平野地下にも下部更新統が分布する(近藤ほか, 1996)。

(1) 裏の沢層(Ur)(下部更新統下部)

裏の沢層(北川ほか, 1976・1979)は, 野幌丘陵の背斜部(野幌背斜)に分布し, シルト層, 砂シルト互層, 砂層からなり, 凝灰質で軽石を含むことも多い。層厚は 50m 以上。海棲の貝化石を含み(Akamatsu and Suzuki, 1990), 上部の軽石層からは FT 年代 1.46Ma が得られ(奥水ほか, 1988), 堆積年代は前期更新世の前半から中頃とされる(赤松・鈴木, 1992)。

(2) 材木沢層及び相当層(下部更新統上部)

材木沢層(Zm)(垣見・植村(1956)の定義を外崎・赤松(1984)が垣見(1958)の獅子内層を含めて再定義)は, 石狩丘陵南に分布し, 層厚 450m 以上で, 主に礫を多く伴う砂層からなり, 海棲の貝化石を含む(垣見, 1958)。貝化石(垣見, 1958; 赤松, 1984 など)から, 下部更新統上部-中部更新統下部と推定されている(外崎・赤松, 1984; 北川ほか, 1988)。材木沢層基底部からは, 前期更新世前半の珪藻化石が得られている(嵯峨山, 1987)。本層産の貝化石群集は, 前-中期更新世の瀬棚動物群に属する(赤松・鈴木, 1992)。

下野幌層(Sn)(北川ほか, 1976・1979)は, 砂シルト互層, 砂層, シルト岩からなり, 貝化石や植物化石から下部更新統上部-中部更新統最下部と推定されている(木村ほか, 1983; Akamatsu and Suzuki, 1990 など)。下野幌層の層厚は野幌背斜の東翼が 50m, 西翼が 200m と変化する。石狩湾岸低地の地下の下野幌層相当層は層厚 75m 以下で, 札幌市街地のボーリングデータからは標高 -75m 以深(嵯峨山ほか, 2007), 石狩湾海岸付近では標高約 -100m 以深(赤松・松下, 1984; 嵯峨山ほか, 2008b)に分布する。

間の沢川層(八幡ほか, 2001)は, トレンチ調査で確認されたもので, 中部更新統に覆われて地表には分布せず地質図には示していないが, 泥炭層を含む泥層及び砂礫層からなる湖沼-河川堆積物で, 植物化石から下野幌層及び材木沢層に対比されている。

2) 中部更新統

本地域の中部更新統は一般に露出が悪く, 連続セクションで層序を検討することは層序ボーリング調査を除いて非常に困難である。このため, 地表に模式地を設定し, 層相やテフラ・化石などによって対比を行う通常の地質調査では, 同一の堆積盆地内における地層の対比も容易ではなく, 現在でも層序・対比・編年に問題が残されている。特に中部更新統上部(高位段丘相当層)の対比・編年にあたっては北川ほか(1988)な

どの従来の研究と、岡ほか(2001)、大津ほか(2002)などの活構造調査に関連する研究とでは食い違いが少なくない。本報告では、テフラや温暖期化石の産出など確実な証拠を以て編年・対比された地層や地形面を鍵として、周辺に分布する上下位の地層を対比することにより、中部更新統の層序・編年を行い、その結果を酸素同位体ステージごとに区分した。

(1) 酸素同位体ステージ 11 堆積物 (s11)

酸素同位体ステージ 11 は、中期更新世の中でも汎世界的に特に顕著な温暖期とされ(たとえば Broecker and Denton, 1989)、日本列島でも特に温暖な気候であったことが関西と関東の第四紀連続セクションから明らかにされている(たとえば本郷ほか, 2011)。

北海道の中部更新統においては、貝化石による古水温推定から現世より温暖な海進期があったことが明らかにされ、南関東の下総層群・地蔵堂層と道内各地の温暖期貝化石含有層が対比されている(馬追団体研究会, 1987; 赤松, 1988)。赤松(1987)によると *Trapezium liratum* (Reeve) のような現在では北緯 39°以南に棲息する温暖水系貝化石が野幌丘陵の音江別川層(赤松ほか, 1981)と早来丘陵の早来層(山田ほか, 1981; 馬追団体研究会, 1983)から普通(common)に産出するほか、貝化石を多種産出する音江別川層では *Semicassis japonica* (Reeve), *Ergalatax contractus* (Reeve) のような北緯 35°以南に棲息する種を稀(rare)に産する。両層からは現在黒松内低地帯以南に分布する *Fagus* の花粉化石や大型植物化石が産出し(北川ほか, 1988)、両層は湿潤(多雪)・温暖な気候下で堆積したと考えられる。ここでは赤松(1988)の対比を参考に、現在北海道には棲息しない温暖水系の貝化石や *Fagus* など冷温帯性湿潤気候で生育する植物化石(花粉化石を含む)を多産する中期更新世の堆積物を酸素同位体ステージ 11 堆積物として対比・編年する。

この対比基準と合致するのは上記 2 層のほか、*Fagus* の花粉化石を多産する静川台地地下の SZ- II 層(近藤ほか, 1984)や馬追丘陵の馬追層(赤松・鈴木, 1992)の定義を能條ほか(2008)が再定義)である。馬追層産貝化石から 417ka の ESR 年代が得られていること(中里・能條, 2006; 能條ほか, 2008)は、この対比を支持する。また、馬追丘陵の北に位置する美唄丘陵では全体に *Picea*, *Abies* など冷温帯性針葉樹種花粉を多く産するものの、層準によって *Juglans* や *Fagus* の花粉を含む、光珠内層(八幡ほか, 2001)下部が酸素同位体ステージ 11 に相当する可能性が高い。

そのほか、石狩丘陵や日高海岸の海成高位段丘堆積物のうち最上位の段丘面を構成する堆積物は本ステージの堆積物である可能性が高い(平川, 2001)。これらは尾根状の平坦面が残存する開析された段丘面を構成する。

なお、赤松(1987)をはじめとする従来の多くの研究では馬追丘陵で馬追層を不整合に覆う山根川層を音江

別川層や早来層と対比しているが、馬追層からは *Patinopecten tokyoensis* s.s. のような温暖水系種を含む(赤松・鈴木, 1992)一方で、山根川層産の貝化石は水温変化に対する耐性が強く潮間帯に棲息する *Crassostrea gigas* のみが報告されており(赤松, 1987)、温暖水系の下で堆積した証拠として不十分である。また、従来音江別川層などと対比されてきた(北川ほか, 1985; 赤松, 1987)石狩丘陵の伊達山層産の貝化石は汽水性の *Corbicula japonica* が報告されていること(赤松, 1987)、*Fagus* 花粉が得られた地点(北川ほか, 1985)は層位に関する記載がなく疑問の余地があること、良好な露頭条件で調査した岡(1992)は、伊達山層を高位段丘堆積物(ミンデル-リス間氷期堆積物)として記載していること、から本層を酸素同位体ステージ 7 堆積物に相当するとした。以上の理由により、本報告では山根川層と伊達山層を酸素同位体ステージ 11 堆積物に対比しない。

(2) 酸素同位体ステージ 9 堆積物 (s9)

酸素同位体ステージ 9 堆積物は、石狩丘陵や野幌丘陵、馬追丘陵及び日高山麓の隆起域で海成高位段丘面を構成するほか、馬追丘陵北西縁には狭い範囲ながら馬追層を覆って山根川層(赤松・鈴木, 1992)が分布する。山根川層は基底にカキ礁を伴い中-上部に泥炭質粘土を伴う 1 サイクルの海進-海退相を示す(能條ほか, 2008)。本層は後述する北長沼層(酸素同位体ステージ 5~4 の堆積物)に不整合に覆われる。野幌丘陵の頂部に分布し、従来の研究で竹山礫層(長尾, 1959)と呼ばれていた風化砂礫層は河成堆積物である(大津ほか, 2002)が、ここでは平川(2001)で mT9 とされる段丘面の構成層と一括して酸素同位体ステージ 9 堆積物に対比した。石狩丘陵の酸素同位体ステージ 9 堆積物は、垣見(1958)や寒川ほか(1981)により地蔵沢段丘(面)堆積物と呼ばれている。岩見沢丘陵から馬追丘陵に至る石狩低地帯東部の酸素同位体ステージ 9 堆積物は岡ほか(2001)では段丘 1(最高位段丘段丘)堆積物と呼ばれている。また、石狩平野と勇払平野の地下には酸素同位体比ステージ 9 に相当する可能性のある堆積物が伏在する(たとえば小松原ほか, 2014a)。

(3) 酸素同位体ステージ 7 堆積物 (s7)

酸素同位体ステージ 7 の堆積物は石狩丘陵、野幌丘陵、馬追丘陵及び日高山麓の隆起域で海成高位段丘面を構成する。野幌丘陵では一部で低角くさび型斜交層理の認められる海成段丘堆積物(大津ほか, 2002)である。大津ほか(2002)では段丘 2 堆積物、平川(2001)では mT7 面の構成層として記載される。この段丘堆積物中には未同定のテフラが含まれる(大津ほか, 2002)。石狩丘陵の本層は聚富段丘堆積物(垣見, 1958)と呼ばれるが、特に峻別背斜以東では伊達山層(垣見, 1958)と呼ばれ(岡, 1992; 小松原・安斎, 1998)、汽水性の貝化石(*Corbicula japonica*)や泥炭質の堆積物を含む沿岸陸成堆積物である。また、石狩低地

帯東部の酸素同位体ステージ 7 堆積物は岡ほか (2001) により段丘 2 (高位面) 堆積物として記載されている。なお、大津ほか (2002) では先述の音江別川層を段丘 2 堆積物 (酸素同位体ステージ 7 堆積物) としているが、ここでは温暖期を示す貝化石の存在から音江別川層を先述のように酸素同位体ステージ 11 堆積物とした。

3) 中部更新統最上部-上部更新統下部

(1) 酸素同位体ステージ 6 堆積物 (s6)

酸素同位体ステージ 6 堆積物は山地や丘陵の河谷沿いに河成段丘堆積物として分布する。由仁安平低地の東千歳層 (北川ほか, 1974) はこれに相当する (能條ほか, 2002)。また、安平川右岸の馬追丘陵東縁沿いの高位段丘堆積物は、夕張山地に由来する多種の礫からなる亜円-亜角礫を主体とし、河成段丘堆積物の特徴を持つことから、これも能條ほか (2002) の考え方を踏襲して本ステージの堆積物に対比した。馬追丘陵周辺の酸素同位体ステージ 6 堆積物は、岡ほか (2001) により、酸素同位体ステージ 7 堆積物と一括され、段丘 2 (高位段丘) 堆積物として記載されている。

(2) 酸素同位体ステージ 5 堆積物 (s5e, s5c, s5a)

酸素同位体ステージ 5 堆積物は、広く石狩低地帯周辺に分布し、クッチャロ-羽幌テフラ (Kc-Hb: 酸素同位体ステージ 5d 初期; 以下テフラの編年は特に断らない限り町田・新井, 2003 による) や洞爺テフラ (Toya: 酸素同位体比ステージ 5d) などの広域テフラによって対比されている。

野幌丘陵においては海棲貝化石を含み、泥炭層を挟むもみじ台層 (北川ほか, 1976) とそれを覆い Toya を挟有する (赤松ほか, 1981) 小野幌層 (北川ほか, 1976) が酸素同位体ステージ 5 堆積物である。また、石狩丘陵においては堆積物上部に Toya を挟む海成-河成の段丘堆積物である高岡面 (寒川ほか, 1981) 堆積物ないし中位面 (岡, 1992) 堆積物がこれに相当する。野幌丘陵と石狩丘陵における酸素同位体ステージ 5 堆積物は、大津ほか (2002) により段丘 3 堆積物と呼ばれている。当別断層東側に断片的に分布する段丘 3' 堆積物は阿蘇 4 (Aso-4: 酸素同位体ステージ 5b ~ 5a) を含み (大津ほか, 2002)、酸素同位体ステージ 5a に堆積したと考えられる。

増毛山地東縁断層帯周辺の T2 面堆積物 (広田ほか, 1998) からは明確な編年根拠は得られていないが、広田ほか (1998) の記載にしたがって大津ほか (2002) の段丘 3' 堆積物と同様に酸素同位体比ステージ 5a に堆積したと推定した。

石狩平野と勇払平野の地下においては、本ステージ堆積物は Toya を挟有する泥炭質堆積物として広範囲に追跡される (嵯峨山ほか, 2010; 小松原ほか, 2014b)。由仁安平低地では東千歳層を覆い、泥炭及び Toya から Spfa3(Kt-TK: 許ほか, 2001 は 43 ~ 46ka と編年) に至る多くのテフラを挟有する角田層 (松野・秦 (1960) の定義を岩見沢団体研究グループ (1983) が再

定義) の下部がこれに対比される (能條ほか, 2002)。美瑛丘陵周辺では、光珠内層を不整合に覆う河成で泥炭質堆積物を多く含む東山層 (八幡ほか, 2001) の基底部から Toya が見いだされており、同層のうち少なくとも下部はステージ 5 堆積物と考えられる。馬追丘陵では、Kc-Hb を最下部に、Spfa7 ~ 10 を上部に含み、かつ泥炭質層を多数挟有する北長沼層 (赤松・鈴木 (1992) を能條ほか (2008) が再定義) の少なくとも下部はステージ 5 堆積物と考えられる。

早来丘陵では、汽水棲貝化石 (*Corbicula japonica*) を含む (山田ほか, 1981; 馬追団体研究会, 1983) 厚真層 (山田ほか, 1981) と、それを整合に覆い Toya を挟有する泥炭質の堆積物である本郷層 (山田ほか, 1981) がステージ 5 堆積物に相当する。岡ほか (2001) では、これらを段丘 3 (中段丘堆積物) として一括している。

日高山脈の麓の海岸では、Toya を直上に乗せる (柳田, 1991) 段丘堆積物 (酸素同位体ステージ 5e 堆積物) が広く分布しているほか、酸素同位体ステージ 5c, 5a の亜間氷期に対応する段丘面構成層が存在する (平川, 2001)。

地質図では、これらを第 2 図に示すように酸素同位体ステージ 5e 堆積物、酸素同位体ステージ 5 d ~ b 堆積物、酸素同位体比ステージ 5a 堆積物、及び酸素同位体比ステージ 5 ~ 4 堆積物に区分して表示した。すなわち①酸素同位体ステージ 5e 堆積物 (s5e) は最終間氷期の海進最盛期の堆積物のみによって構成されるもみじ台層と厚真層、②酸素同位体ステージ 5d ~ 5b の堆積物 (s5b ~ d) によって構成される小野幌層、本郷層及びその期間内の酸素同位体ステージ 5 c に堆積した日高山脈の麓の海成及び河成の段丘群、③酸素同位体比ステージ 5a に堆積した (s5a) 増毛山地東縁断層帯沿いの中段丘群と日高山脈の麓の海成及び河成の段丘群、④これらの 2 つ以上の時期に連続して堆積したもの、及び後述する酸素同位体ステージ 4 ないし 3 に至るまで堆積が継続した地層群 (角田層、東山層及び北長沼層: s54)、の 4 つのグループに細分して地質図上に表示している。

(3) 酸素同位体ステージ 5 ~ 4 堆積物 (s54)

石狩低地帯周辺の内陸部では、酸素同位体ステージ 5d から酸素同位体ステージ 4 ないし 3 まで連続的に堆積した泥炭質の堆積物が少なくない。これらは挟在するテフラ (Spfa テフラ群など) によって詳細に編年される。また、泥炭層よりしばしば亜寒帯性針葉樹を主とする寒冷期の花粉化石を産出する (たとえば八幡ほか, 2001; 能條ほか, 2008)。

そのような特徴的な地層は、由仁安平低地の角田層、美瑛丘陵の東山層、馬追丘陵の北長沼層が該当するほか、石狩平野と勇払平野地下の泥炭質堆積物 (たとえば嵯峨山ほか, 2010; 木村ほか, 2014) もこれらに対比される可能性が高い。

4) 上部更新統上部

上部更新統上部の堆積物として、地質図では酸素同位体ステージ3堆積物、古砂丘堆積物、酸素同位体ステージ2堆積物に区分した。

(1) 酸素同位体ステージ3堆積物 (s3)

酸素同位体ステージ3堆積物としては、支笏火山噴出物を主体とする(山崎ほか, 1987)胆振山地の社台川層と森野層(ともに土居, 1953b)、野幌丘陵縁辺部の元野幌粘土層(佐々・森谷, 1951)及び段丘4堆積物(大津ほか, 2002)、石狩丘陵の河岸段丘堆積層(垣見, 1958)、由仁安平低地の角田層の一部、岩見沢丘陵の東山層の一部、栗沢丘陵と由仁安平低地の茂世丑層(飯塚, 1938を岩見沢団体研究グループ, 1983が再定義)、早来丘陵の宇隆段丘堆積物(山田ほか, 1981)などの分布が認められる。石狩低地帯東部の本堆積物は岡ほか(2001)により段丘4堆積物と呼ばれる。これらは支笏火砕流堆積物噴出前後の堆積物で、茂世丑層などには、その2次堆積物が多量に含まれる(例えば能條ほか, 2002)。特に茂世丑層と元野幌粘土層は支笏火砕流堆積物によって形成された古石狩川の堰き止め(松下ほか, 1972; 山口・小原, 1974)に伴って形成された湖沼的な環境下で堆積したと考えられている(能條ほか, 2002)。また、支笏カルデラ南方の火山山麓に分布する社台川層とそれを覆う森野層は、共に約100mの層厚を持ち、下部は主に礫層から、上部は火山噴出物からなる。社台川層の上部は支笏スコリア流堆積物(Ssfl)、森野層の上部は支笏火砕流堆積物(Spfl)によって構成される(山崎ほか, 1986; 山縣, 1994)。

(2) 河畔砂丘堆積物(古砂丘堆積物)(rd)

上部更新統最上部に位置づけられる古砂丘堆積物は、野幌丘陵最北縁辺部、由仁安平低地、長沼丘陵南端に分布する(北川ほか, 1974など)。

野幌丘陵最北縁辺部に分布する古砂丘堆積物は江別砂層と呼ばれ(佐々・森谷, 1951)、支笏火砕流堆積物起源の軽石を多く含む斜交層理の発達する火山灰質砂からなる(赤松ほか, 1981)。¹⁴C年代21,000~28,000yBPが得られている(北川ほか, 1974)。由仁安平低地に分布する古砂丘堆積物は、支笏第1下軽石(Spfa-1)の二次堆積物を含みEn-aに覆われている(岩見沢地学懇話会編, 1997)。長沼丘陵南端、千歳市街地の東方にも斜交層理の発達する火山灰質砂層が分布し、恵庭a降下軽石を載せている(北川ほか, 1974)。

(3) 酸素同位体ステージ2堆積物 (s2)

酸素同位体ステージ2堆積物は、主に夕張山地や後志山地の主な河川沿いの低位河成段丘面や、夕張山地及び後志山地周辺の低地との境界部に扇状地性の低位段丘面を構成しているほか、由仁安平低地に広く分布する。平川(2001)のf T2、大津ほか(2002)の段丘5堆積物などがこれに相当する。

5) 沖積層(上部更新統最上部-完新統)

地質図では表層の地形及び地質学的特徴から、後背

湿地及び谷底平野堆積物(a)、扇状地堆積物(f)、自然堤防堆積物(n)、旧海岸砂丘堆積物(cd)、浜堤及び浜堤間湿地堆積物(br)、現世浜堤及び砂丘堆積物(bd)、湿原堆積物(m)、流路埋積堆積物(ac)に区分した。なお、自然堤防堆積物、湿原堆積物、流路埋積堆積物は、主に村瀬ほか(1972)に基づいた。以下は、地域毎の沖積層の特徴を簡単に示す。

なお、本海陸シームレス地質情報集において、勇払平野(低地)については小松原ほか(2014a,b)が、長沼低地については木村ほか(2014)が、勇払平野沖については片山ほか(2014)、佐藤(2014)、佐藤・小松原(2014)が、沖積層について詳細に述べている。

(1) 石狩湾岸低地

石狩湾岸低地の表層部は、石狩湾沿岸部は砂丘及び浜堤堆積物(小山内ほか, 1956; 松下, 1979; 上杉・遠藤, 1973)、石狩湾岸低地南側では完新世の豊平川扇状地(大丸, 1989)などの扇状地が、それ以外の地域は蛇行河川と湿原(泥炭地)が発達していた。沖積層全体としては層厚30~60mで、多くの埋没段丘が認められ、下位より、礫質河川、蛇行河川から感潮から塩水湿地、内湾、淡水域を挟む外浜から海浜堆積域-デルタプレーンの堆積環境の変化が認められている(川上ほか, 2012a,b,cなど)。縄文海進期には、現在砂堆列や砂丘が発達する石狩湾沿岸域をバリアとして、石狩湾岸低地のほぼ全体が汽水域となり、南幌町西部(長沼低地北西端)にまで至る東西30km、南北20kmの汽水湖が形成されていたと推定されている(嵯峨山ほか, 2010)。

(2) 長沼低地

南幌町付近から千歳市北部に至る長沼低地は、主に千歳川流域に発達した沖積低地が広がり、開拓以前は、蛇行河川と湿原(泥炭地)からなり、湖沼も多く分布していた。沖積層は広田ほか(1996)、岡(2007)に基づく、沖積層の厚さは30m以下で、南部及び東西の丘陵や台地沿いほど薄い。また、沖積層堆積直前の旧千歳水系は北に向かっている。更に、最終氷期の最寒冷期に深く侵食されて形成される谷地形の発達は長沼低地地域に及んでいないことから、長沼低地の沖積層は、縄文海進期の主部泥層とその海退後の最上部泥炭層に区分され、上部更新統最上部-完新統とされる沖積層の下部は欠如しているされる。

石狩川は、かつて勇払平野を通り太平洋側に流出していたが、支笏火砕流堆積物の堆積によって現在の石狩湾に注ぐようになったと推定されている(山口ほか, 1964; 松下, 1984)。岡(2007)は、主に支笏火砕流堆積物からなる支笏火山噴出物の下限の等深線図に基づく、千歳市街地から南方の苫小牧市へ至る谷地形が存在し、支笏火砕流堆積物以前は石狩川が太平洋へ流れ出していたことを示すものの、地殻変動の影響も考慮して考えるべきとしている。

(3) 勇払平野 (勇払低地)

勇払平野は苫小牧市、むかわ町、白老町の太平洋側沿いに発達する概ね標高 10m 以下の低地で、北西側は胆振山地の火山群と千歳台地と、北東側は早来丘陵や鶴川台地と接する。勇払平野の東部及び北部は湿原及び海跡湖からなる勇払湿原 (東部低湿原地帯)、中央部-西部には砂堤列 (西部砂堤列群地帯) が発達し、地下の更新統も東部では砂礫層、西部では支笏火砕流堆積物で特徴づけられる (Moriwaki, 1982; 池田ほか, 1995)。勇払平野の沖積層の層厚は概ね 40m 以下で、完新統の基底は海岸付近で標高 -35 ~ -38m に位置し、東域の段丘-丘陵沿いの低地で泥が、西域の砂堤列地域で砂礫が卓越する (嵯峨山ほか, 2008a など)。安平川の河谷や苫小牧港東港付近などでは所により En-a テフラ (19 ~ 21ka) を基底部に挟有する沖積層が厚く埋積する埋没谷地形が認められる (たとえば嵯峨山ほか, 2005, 2008a)。勇払平野の沖積層は縄文海進に先だって海岸平野と埋没谷を埋積した下部と、縄文海進後のバリアーシステム成立後に砂州とその内陸側の潟湖を埋めて堆積した上部層に 2 分できる (小松原ほか, 2014b)。沖積層の中でも東域の上部層の泥及び泥炭層は標準貫入試験による N 値が 1 未満の極めて軟弱な地層である。

4.4.2 第四紀火山及びテフラ

後志山地や胆振山地には、安山岩-流紋岩溶岩及び火砕岩からなる第四紀の火山体が多く存在する (第 1 図, 第 2 図)。中野ほか (2013) に基づくと、前期更新世の火山体としては、藻岩山火山 (Mi) (噴火年代 2.6 ~ 2.4Ma)、魚岳火山 (Iz) (2.6 ~ 2.2Ma)、札幌岳火山 (Sa) (1.6 ~ 1.1Ma) やホロホロ・徳舜警 (Ho) (1.7 ~ 0.6Ma)、空沼 (空沼岳) 火山 (Sr) (0.8Ma) が分布する。また、中期更新世前半の火山としては、オロフレ・来馬火山 (Or) (0.6Ma)、鷲別火山 (Wa) (鷲別岳, 室蘭岳) (斎藤ほか, 1953) (0.5Ma) が、後期更新世火山としては倶多楽・登別火山群 (Kuf, Kud, Kus, Kuc) (80,000yBP ~ カルデラは 40,000yBP ~) (山崎, 1991; 森泉, 1998 など)、支笏カルデラ (Ssf, Spfl) (50,000 ~ 40,000yBP ~) (勝井, 1959; 山縣, 1994 など)、恵庭火山 (恵庭岳) (Enf, End, Ena) (主に 15,000yBP ~) (中川ほか, 1994 など)、風不死火山 (風不死岳) (Fup, Fud) (40,000yBP) 及び樽前火山 (樽前山) (Taf, Tap, Tad) (9,000yBP ~) (古川・中川, 2010 など) が発達する。なお、ホロホロ・徳舜警火山は、山口ほか (1978) の新期安山岩類、太田 (1954) のホロホロ溶岩・徳舜別溶岩に相当する。また、オロフレ・来馬火山は太田 (1954) の安山岩質の黄溪溶岩とデイサイト質の来馬山溶岩に相当する。以上のほかに、豊羽鉾山南方の長尾山など尾根沿いに分布する安山岩溶岩からも前期更新統を示す FT 年代 1.9Ma が得られている (五十嵐ほか, 1978)。他に、倶多楽・登別火山群に伴い、軽石からなる礫岩・砂岩はカルルス砂礫層 (Kuk)

(太田ほか, 1954) が分布する。

本地域に分布する前期更新世の火砕流堆積物としては、伊達市東部 (旧大滝村) にブルン正磁極期初期 (中期更新世初期) の噴火と推定されるデイサイト凝灰岩の喜茂別溶結凝灰岩 (Ki) (藤原, 1954 の喜茂別泥溶岩) が分布する (Fujiwara and Okada, 1979)。喜茂別溶結凝灰岩は、オロフレ・来馬火山の形成に伴う地層と推定されている、主に粘土層からなる厚さ 35m の徳舜警粘土層 (藤原, 1954) に不整合で覆われる。また、支笏湖の西方には徳舜警粘土層を覆って、主に安山岩溶結凝灰岩からなる壮溪珠溶結凝灰岩 (So) (藤原 (1954) の壮溪珠溶岩) が広範囲に分布する (通商産業省, 1978 など)。喜茂別溶結凝灰岩と壮溪珠溶結凝灰岩は共に給源が不明である。

胆振山地の後期更新世の火山活動に伴って多数の広域テフラ・指標テフラが噴出している。倶多楽火山からはクッタラ第 1 火砕流・降下軽石 (Kt-1 : 噴出年代 \geq 43Ka; 以下テフラの年代は町田・新井, 2003 による)。支笏カルデラからは支笏第 1 火砕流・同降下軽石 (Spf 1, Spfa-1 : 40 ~ 45Ka)、恵庭火山及び樽前火山からは恵庭 a 降下軽石 (En-a : 21 ~ 19Ka)、樽前 d 降下軽石 (Ta-d : 9 ~ 8Ka)、樽前 b (Ta-b : AD1667 年)、樽前 a 降下軽石 (Ta-a : AD1739 年)、洞爺カルデラからは洞爺火砕流・火山灰 (Tpfl, Toya : 112 ~ 115Ka) などの広域テフラが噴出していることが知られている。これら図幅内の火山活動に伴うテフラの他に、北海道東部のクッチャロ羽幌火山から噴出したクッチャロ羽幌火山灰 (Kc-Hb : 115 ~ 120Ka) や九州の阿蘇火山に由来する阿蘇-4 テフラ (Aso-4: 85 ~ 90ka) も、本地域において地層の対比・編年上重要な鍵となっている。

これらの中でも支笏カルデラから噴出した支笏火砕流堆積物と降下軽石は、石狩平野の地下や、馬追・栗沢・岩見丘陵から由仁安平低地沿い、勇払平野から早来丘陵の太平洋岸沿いの段丘・斜面など広範に厚く (層厚 50m ~ 10 数 m) 堆積し、支笏火砕流台地 (千歳台地) などを形成している。

5. 地質構造

以下、後期漸新世以降に形成された地質構造について述べる。

5.1 褶曲-衝上断層帯 (日高衝突帯西側前縁部)

石狩低地帯は東北日本弧と千島弧 (北米プレート) との衝突境界で、日高衝突帯西側前縁部の大規模な褶曲-衝上断層帯の西部に位置づけられる。本地域は、前述 4.1 で述べたように、前期始新世頃までは太平洋プレートがユーラシアプレートへ沈み込むユーラシア大陸東縁の陸弧であったが、中期始新世頃になると千島弧 (オホーツクプレート) との接合により右横ずれ断層帯境界に変化し (Kimura, 1996 など; 第 2 図)、前

期漸新世の紅葉山層には日高帯の変成岩が混入することから日高帯低変成部はこの頃までに隆起していたと考えられている(川上ほか, 2002b). 後期漸新世以降はプリアパート堆積盆が形成されたとされ(栗田・横井, 2000 など), 更に前期中新世以降は, 千島弧の衝突による右斜め衝突帯(北東-南西圧縮)へ変化し, 日高山脈(日高帯・日高変成帯)の隆起が顕著になり, 当時の日高山脈から供給された粗粒の碎屑物が, その西側の前縁堆積盆に厚く堆積している(保柳, 1989; 川上・川村, 2003 など).

本地域を含む褶曲-衝上断層帯は, 南北方向の大規模な褶曲-衝上断層帯側が東側の日高山脈の地下に潜り込むデラミネーションウェッジ構造が認められ(Arita *et al.*, 1998; Tsumura *et al.*, 1999; 伊藤ほか, 1999; 伊藤, 2000 など), 本地域と同様な地質構造や始新世以降の堆積体は日高沖-三陸沖海域にも認められる(大澤ほか, 2002).

伊藤ほか(1999)は, 褶曲-衝上断層帯の主な衝上断層群を, 日高主衝上断層, 西縁衝上断層, 日高西部断層群, 夕張岳断層群, 大夕張断層群, 馬追断層に分け, 更に馬追断層の西方には伏在衝上断層が活断層として存在するとした. 日高主衝上断層-日高西部断層群は前期中新世末, 夕張岳断層群が中期中新世-後期中新世, 大夕張断層群が後期中新世, 馬追断層が鮮新世以降, 伏在衝上断層が第四紀以降の活動と推定し, 西側ほど活動時期が新しくなると推定されている(伊藤, 2000). これら主な衝上断層群のうち, 本地域には夕張岳断層群, 大夕張断層群, 馬追断層, 伏在衝上断層が含まれる. ただし, 上記の主な衝上断層群を設定した断面は坊主山の南から勇払平野北部に至る夕張山地南部の東北東-西南西断面で, 断層面や褶曲軸は高角で短縮率も高い地域であるが, 本地質図で示すように, 夕張山地中・北部では褶曲-衝上断層の発達は全域に連続的に発達し, 衝上断層面も低角となる.

夕張岳断層群は本地域東縁部の夕張岳及び坊主山付近に発達し, 神居古潭変成岩, 蛇紋岩, 空知層群と, 蝦夷累層群を不整合で覆う石狩層群や, 石狩層群を不整合に覆う滝の上層や川端層が南北方向の衝上断層で接している(高橋ほか, 2002 など). 滝の上層や川端層には蛇紋岩のブロックや礫が含まれ, 堆積時の神居古潭帯の隆起を示すとされる(高橋ほか, 2002).

大夕張断層群は夕張山地西部に分布する蝦夷累層群, 石狩層群, 幌内層, 紅葉山層に発達する地質構造の一部である. 夕張山地の南部では北北西-南南東走向の逆断層が石狩層群などに密に発達し, 逆転背斜や逆転向斜が卓越する波長数 100m の短い褶曲構造を伴う. 一方, 夕張山地の中・北部では, 衝上断層はより低角となり, 断層面は波打ち, 断層面の走向も大きく変化する. 夕張市南東部で実施された基礎試錐「夕張」(石油公団, 1999)地域では, フロアーシート上の石狩層群を含む地層に 4 枚のスラストシートの累重が推定

されている(国安・山田, 2004). この南北の構造の違いを反映して, 南北に分布する蝦夷累層群, 石狩層群, 及び幌内層は, 夕張山地南部では東西に狭く, 夕張山地北部では東西に幅広く分布する.

大夕張断層群の西側地域から馬追丘陵などの石狩低地帯東縁部の中新統が広く分布する地域では, 平取町付近から由仁安平低地に至る平取断層(今井・角, 1957)などの逆断層もいくつか認められるが, 石狩層群-紅葉山層の分布域と比較すると断層は少なく, 褶曲構造の波長も 1~2km 以上と長く, 転倒褶曲も限られる. 後述の石狩低地帯地域と同様に, 主断層群の多くは伏在していると推定される.

5.2 伸張性地質構造(東北日本弧域)

前述の褶曲-衝上断層帯の西縁部の石狩低地帯では, 後期漸新世の南長沼層がプリアパート堆積盆堆積体と推定され, 下部中新統(滝の上層)にも伸張性の構造が認められている(栗田・横井, 2000). 同様に, 襟裳岬付近の上部漸新統からも, 堆積時の伸張性断層の発達知られている(Kusunoki and Kimuta, 1998). これらの構造は, 後述の東北日本弧東縁部に発生しているが, オホーツクプレートの衝突と千島海盆の形成に伴う南北性の右横ずれ運動に関係した伸張場として位置づけられる(中川ほか, 1993; Takeuchi *et al.*, 1999)ことが多い.

一方, 道南山地は後期漸新世-中新世の日本海拡大に伴う堆積盆の東縁部に位置づけられ, 本地域を含む黒松内低地帯より東側は東北日本弧の出羽帯の延長部とされる(生出・大沼, 1960). また, 道南山地は東北地方の脊梁から連続する東北日本弧の火山弧として現在まで火山活動が活発な地域である. これらの地域には主に後期漸新世以降の火山岩類と堆積岩類が分布しており, 南北方向や北西-南東方向の断層や褶曲構造のほか, 中新世以降の火山体の形成に伴うドーム構造も多く認められる. 北海道南西部(渡島半島-道南山地)の火山岩類からは, 水平最大主応力軸は中-後期中新世では南北-北東-南西, 後期中新世末から第四紀にかけて東西-北西-南東の応力場が推定されている(山岸・渡辺, 1986).

5.3 石狩低地帯の形成

石狩低地帯(石狩平野, 勇払平野, 石狩丘陵, 野幌丘陵, 馬追丘陵)及び周辺地域の新第三系-第四系に発達する地質構造は, 後述のように背斜構造で特徴づけられる南北方向の褶曲構造, 伏在する低角の逆断層(衝上断層)によるバックスラストなどが認められ, 多くの活構造が発達している.

本地域内で最も顕著な活構造である石狩低地帯東縁断層帯(岡ほか, 2001)の活動開始時期については Kato *et al.*(2004)の研究がある. 石狩低地帯東縁断層帯主部と同断層帯南部を横断する反射法探査測線と坑井資料に

基づいて石狩低地帯周辺の構造発達過程を論じた Kato *et al.*(2004) は、石狩低地帯東縁断層帯主部(馬追複背斜)の活動が約 10.5Ma とされる珪藻化石帯 *Thalassiosira yabei zone* 堆積時に開始したこと、石狩低地帯東縁断層帯南部の勇払背斜においては成長層 (growth strata) が荷葉層上部の約 5.5Ma 層準以上に発達することから同構造の形成開始期は 5.5Ma 前後と推定されることを示した。

また、伊藤(1999)は石狩低地帯東縁断層帯(南部・勇払背斜)の活動開始期を背斜軸上の地層が欠如する層準から荷葉層堆積後の 2.6～2.9Ma 前後と見積もっているが、より高分解能の反射法探査結果(横倉ほか, 2013, 2014)は伊藤(1999)が示す反射面の解釈とは若干の相違がある。なお、平野地下と丘陵部では地層境界と時間間が斜交すること(平松, 2004)から、特に断層帯南部の活動開始期はさらに新しい時代に改められる可能性があるが、石狩低地帯東縁断層帯の活動は後期中新世から鮮新世末前後に始まると考えて問題ない。

以上から、石狩低地帯東縁の活構造は中新世後期ないし鮮新世末前後に活動を開始し、第四紀後期に至るまで累積的に活動を継続していると考えられる。また、その変位速度は Kato *et al.*(2004) のバランス断面解析によると、活動開始期以降同程度の速度(水平短縮速度)を保っており、新生代後期において日高衝突帯の活動性は低下していない。

石狩低地帯西部の活構造帯では、当別断層とその西側の活褶曲帯(外崎・赤松, 1984; 岡, 1992)、その南方延長に当たる石狩平野西部地下(重川ほか, 1990; 岡, 1997)及び札幌市周辺の地下構造(岡, 2005)の構造断面において、何れも第四紀の鮮新統当別層以上の地層が背斜近傍で薄くかつ下部更新統材木沢層が当別層を削剥する一方、向斜周辺で当別層以上の地層が厚く堆積していることが明らかにされている。これらは石狩低地帯西部の活構造が少なくとも前期更新世以前、おそらく鮮新世に活動を開始していたことを示す。

鮮新世以降における石狩低地帯の沈降量は、豊富な石油・天然ガス探査資料(たとえば吾妻, 1962; 北海道鉱業振興委員会, 1990)から見積もることができる(岡, 1986)。それによると、石狩低地帯中軸部における鮮新世以降の沈降量は 1,500～2,500m(岡, 1986)、第四紀の沈降量は最大 1,500m(岡, 1997)に達し、道内陸域で最大級の変位量を示している。石狩低地帯周辺部に位置する活構造(石狩低地帯東縁断層帯、増毛山地東縁断層帯、当別断層及び野幌丘陵断層帯)は、いずれも第四紀後期に累積的な活動を行っており、それらの最新活動時期は後期更新世以降である可能性が高いと考えられている(後述 5.4)。

5.4 活構造

石狩低地帯には、石狩低地帯東縁断層帯、増毛山地東

縁断層帯、当別断層、野幌断層帯などの活構造が認められる。これらの活構造は概ね南北方向の逆断層を主体とするが、当別断層の一部を除いて地表に主断層は出現せず、地表で認められるのは断層関連褶曲と、そこから派生する副次的な断層であることが多い。

石狩低地帯は、現在、概ね東西圧縮ないし東北東-西南西の主応力軸を示し(小菅, 1999 など)、千島弧と東北日本弧の衝突帯の前線となっていると考えられている(池田ほか, 2002)。

5.4.1 石狩低地帯東縁断層帯

石狩低地帯東縁断層帯(岡ほか, 2001)は、石狩平野東縁部からその南方延長海域に発達する(活断層研究会編, 1991; 池田ほか, 1996, 2002, 2008; 岡ほか, 2001, 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003c, 2010; 石山ほか, 2010; 澤ほか, 2010; 平川ほか, 2010 など)、総延長約 130km に達する(佐藤ほか, 2014)、北海道最長の活断層帯である。

石狩低地帯東縁断層帯は石狩平野とその東の丘陵地帯(美唄丘陵・岩見沢丘陵・栗沢丘陵・馬追丘陵・及び早来丘陵)を境する低角東傾斜のスラストとそれに伴う断層関連褶曲と逆向き断層群で特徴づけられる主部(約 72～80km: 佐藤ほか, 2014)と、その西側に雁行状に派生して支笏火砕流台地北端部から南方延長の海底に至る東傾斜のスラストに伴う褶曲構造で特徴づけられる南部(約 80km: 佐藤ほか, 2014)に二分される(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003c)。

石狩低地帯東縁断層帯主部は美唄市の美唄川左岸から厚真町の厚真川右岸に至る、西に張り出した弓状に湾曲する形状を示す一連の断層-スラスト帯である。一部の副次的なスラストは地表に達するが、主スラストは地下 2km ないしそれ以深に伏在する低角東傾斜のものと考えられている(池田ほか, 2002: 産業技術総合研究所, 2007 など)。主スラストの活動に関連して第四紀後期の撓曲、逆向き断層及び構造的な隆起帯が岩見沢丘陵から馬追丘陵にかけて特に顕著に発達する。構造的な隆起帯は同走向のスラストによって分断されるが、全体としては複背斜状の高まりをなすので、これを馬追複背斜と呼ぶ(小松原ほか, 2014b)。

石狩低地帯東縁断層帯主部の平均的な上下変位速度は、酸素同位体ステージ 5e 堆積物の変位量から 0.4m/千年(産業技術総合研究所, 2007)、ないしそれ以上(地震調査研究推進本部, 2010)、最新活動時期は北長沼地区の撓曲帯におけるジオスライサー調査より Ta-a(AD1739 年)降下以降(産業技術総合研究所, 2007)、ないし 1739 年以降 1885 年以前(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2010)、とされている。

石狩低地帯東縁断層帯南部は、千歳市祝梅の陸上自衛隊東千歳駐屯地付近から、鶴川沖合の北緯 42°9' 東経 142°4' の海底に至る構造である。この構造の北部は短小な単斜構造と短軸の屈曲の著しい背斜群からなる

(佐藤ほか, 2014) ため、一連の構造か否かの判断は難しいが、ここでは松田 (1990) の基準に従って1つの活構造として扱う。

石狩低地東縁断層帯南部の北部にあたる陸上部分の約 20km の区間は、側方連続性が悪い上に非対称背斜のフェルゲンツが場所によって変化したり、所によって水平な構造が卓越したりするなど、断面形態も様々である (小松原ほか, 2014b ; 佐藤ほか, 2014). 北部区間は栗田・横井 (2000) によって示された漸新世後期のグラーベンの中にあたることから、深部構造の複雑さが浅部構造に影響を与えている可能性が指摘できる。石狩低地東縁断層帯南部のうち、勇払背斜 (伊藤, 1999) から背斜 A (佐藤ほか, 2013) に至る一連の背斜と、その 4 ~ 11km 東を浜厚真背斜 (小松原ほか, 2014b) と背斜 B (佐藤ほか, 2013) から鶴川沖背斜 (辻野・井上, 2012) に至る一連の背斜が並走する中部区間は、本断層帯南部の中でも最も構造が明らかにされている部分である。この区間の深部探査によると、並走する 2 条の背斜の下約 2.5km ないしそれ以深に低角で東傾斜するスラストが認められており (たとえば産業技術総合研究所, 2007), 石狩低地東縁断層帯主部と同じく断層関連褶曲であることは確実である。これらは共に最上位の地層まで変形させており、第四紀後期に活動の累積が認められている (佐藤ほか, 2013 ; 佐藤, 2014). さらに南方で背斜 A と斜交する勇払沖背斜 (辻野・井上, 2012) は第四紀後期に活動していない (辻野・井上, 2012). 一方背斜 B の南方に連続する (佐藤ほか, 2013) 鶴川沖背斜は中部区間と同様に東傾斜の断層に伴うものであり、かつ現在まで活動していると考えられる (佐藤ほか, 2013).

石狩低地東縁断層帯南部の酸素同位体ステージ 7 以降における平均上下変位速度は、陸上部と海底部で共に 0.2 ~ 0.3m/千年程度と考えられ (小松原ほか, 2014b ; 佐藤ほか, 2014), 同断層帯主部と比較して有意に小さい。また、その活動時期に関する資料は得られていない。

5.4.2 増毛山地東縁断層帯

増毛山地東縁断層帯 (松田, 1995) は、増毛山地と石狩平野の境界を画して沼田町恵比島から月形町の須部津川左岸に至る長さ約 60km (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003a) の南北走向の断層である。この断層帯沿いには断続的ながら低位段丘面 (広田ほか, 1998 の T5 面: 約 1 万年前に離水したと推定される) や新期扇状地面 (広田ほか, 1998 の T6 面: 約 1 万年前以降に離水したと推定される) 以上の段丘面や堆積物を変位させる断層崖地形が認められる (広田ほか, 1998).

広田ほか (1998) の新十津川地区と浦臼地区の反射法地震探査によると、地表で断層が確認される場所よりも東 (石狩平野側) で鮮新統ないし更新統 (深川層群

及び厚軽臼内層) が東傾斜していることから、従来 (たとえば寒川ほか, 1984) より活断層が指摘されている山麓部よりも前面 (平野側) に伏在断層が存在する可能性は否定できない (池田ほか, 2002). しかし、石狩平野の中では変位地形は断片的にしか認められず (池田ほか, 2002), かつ石狩川の河食崖と変動崖の判別が容易でない。石狩平野内における断層の存否についてはなお十分な検討が必要である (北海道立地質研究所・産業技術総合研究所, 2009). 地質図には段丘堆積物分布域の東縁付近に伏在断層を示したが、その存否は今後の課題である。

増毛山地東縁断層帯の平均上下変位速度について、広田ほか (1998) は断層崖の比高から北部で 0.2 ~ 0.5m/千年、南部で 0.09 ~ 0.14m/千年、地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003a) は 1m/千年以下と推定しているが、段丘面の編年根拠が十分でないため平均変位速度が明らかにされているとは言えない (北海道立地質研究所・産業技術総合研究所, 2009). また、活動時期についても確かな情報は無い (北海道立地質研究所・産業技術総合研究所, 2009).

5.4.3 当別断層及び野幌断層帯

当別断層 (垣見・植村, 1958 ; 大内, 1980) は、石狩丘陵中央部の当別川河谷沿いから当別町中小屋を経て石狩平野地下の伏在構造 (金沢背斜: 土田, 1961b) に連続する構造である (岡, 1992). 当別断層は断層露頭 (大津ほか, 2002) や坑井調査結果 (北海道鉱業振興委員会, 1990) から西傾斜の逆断層と考えられる。当別断層の西側には峻別背斜 (垣見, 1958), 海岸背斜 (垣見, 1958) という 2 条の背斜が数 km の波長で並走する。峻別背斜の南方延長は石狩平野地下の太美背斜 (土田, 1961a) に連続する (土田, 1961a). 海岸背斜の南方延長は石狩平野地下の茨戸背斜などの短軸な背斜群からなる褶曲帯 (石狩湾岸褶曲部: 岡, 1992) となっている (土田, 1961a). また、野幌断層帯 (池田ほか, 2002) とその上盤に位置する野幌背斜 (岡, 1986) は、金沢背斜に連続する。野幌背斜の約 10km 西には月寒背斜が並走する。

これらは一連の活構造である可能性を否定できないが (大津ほか, 2002), 褶曲軸面の傾き (フェルゲンツ) の方角が当別断層とその西側の活褶曲帯では東、石狩平野地下の褶曲帯では西、野幌丘陵断層帯では東、と一定でない (土田, 1961a,b,c) ことから、別個の構造として記載する。

(1) 当別断層とその西側の活褶曲帯

当別断層は当別町二番小屋付近から新篠津村武田に至る約 20km の西傾斜の逆断層である (大津ほか, 2002). 当別断層は北部 (当別町二番川から同沼ノ沢貯水池に至る区間) と南部 (当別町沼ノ沢奥から新篠津村武田に至る区間) で性状が異なる。北部では当別川の河成段丘面を累積的に変位させており、その平

均上下変位速度は0.11m/千年(大津ほか, 2002)ないし0.1~0.2mm/千年(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003b), 最新活動時期はトレンチ調査より9860yBP以降4430yBP以前(大津ほか, 2002)ないし約11,000年前以降2200年前以前(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003b)とされている。当別断層南部は東傾斜する撓曲とその基部に位置する低角逆断層からなり(大津ほか, 2002), 当別町伊達山付近では断層上盤側の酸素同位体ステージ5堆積物を上下変位量で約60m西傾動させている(小松原・安斎, 1998)。岡(1997)は本断層とその東側の向斜による材木沢層(下部更新統)の変位量を900m程度と推定している。当別断層南部の平均上下変位速度は明らかでない(大津ほか, 2002; 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003b)が, その最新活動時期は南端部における群列ボーリング調査より7500yBP以前(大津ほか, 2002)ないし不明(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003b)とされている。

当別断層西側の活褶曲帯では酸素同位体ステージ7堆積物からなる段丘面と同5堆積物からなる段丘面が累積的に変形している(垣見, 1958; 寒川ほか, 1981など)。その上下変位速度は峻別背斜で0.4m/千年以上, 海岸背斜で0.1mm/千年と見積もられている(小松原・安斎, 1998)。

なお, 池田ほか(2002)は当地域の西フェルゲンツの構造は地域的に限られているものと捉え東傾斜のスラストが主断層である可能性を示唆している。また, 大津ほか(2002)は第三系基底の深度が当別断層(金沢背斜)以西ではその東側(石狩平野側)と比較して深くなっていることから, 西傾斜する当別断層は, 本質的には深部に位置する東傾斜のスラストに伴う, くさび型スラスト先端に派生したバックスラストであると解釈している。

(2) 石狩平野地下の褶曲帯(金沢背斜・太美背斜及び茨戸背斜)

これらの構造については重川ほか(1990), 岡(1997, 2005)によって構造断面が描かれている。それらによると下部更新統材木沢層の基底は金沢背斜, 太美背斜茨戸背斜によってそれぞれ数100mないしそれ以上の上下変位を受けている。このことは第四紀にこれらの伏在褶曲が活動していることを示すが, 最近の地質時代における活動性について十分な知見は得られていない。

(3) 野幌断層帯

野幌断層帯は, 野幌丘陵の東縁と西縁沿いに酸素同位体ステージ5の堆積物を撓曲させる活構造である。野幌断層帯のうち丘陵東縁部の構造の長さは20kmである。野幌丘陵断層帯ともよばれる(北海道防災会議ほか, 2011)。

両側の撓曲帯に挟まれた野幌丘陵の中軸部には野幌背斜が存在する。この東西両側の撓曲を対象として反

射法地震探査を実施した大津ほか(2002)は, 両側の撓曲帯で共に深度数100m以上の地層に累積的な傾動が認められること, 変位地形から推定される撓曲帯よりも地下地質構造は幅広い単斜状の構造を示していることを明らかにした。

このうち比較的変位地形の明瞭な野幌丘陵西側の撓曲帯(大津ほか, 2002の野幌-大麻撓曲帯)では酸素同位体ステージ5の地形面の断面形態から平均上下変位速度は0.16m/千年と考えられている(大津ほか, 2002)。また, 両側の撓曲帯の活動履歴解明を目的として撓曲帯が沖積面と交差する地点で掘削されたピット及びトレンチ及びボーリング調査(大津ほか, 2002)によると, 西側の撓曲帯においては2.5kaの泥炭質堆積物中の砂層が傾斜していること, 5kaの泥炭質堆積物が傾動すること, 東側の撓曲帯では5~3kaの年代値を示す泥炭質堆積物の層厚が撓曲低下側(長沼低地側)に向かって顕著に厚くなることが確認され, 西側の撓曲帯では2.5ka以降に, 東側の撓曲帯では5ka以降に断層活動が行われた可能性が高いことが示された。

野幌背斜の西8~10kmを月寒背斜が並走する。この背斜を横断する第四紀後期の一連の地形面や堆積物は支笏火砕流堆積物を除いて存在しないため, 活構造か否かは議論されていない。しかし岡(2005)の示す地質断面では材木沢層基底が月寒背斜周辺で当別層を削剥し, かつ材木沢層自身も褶曲に参加しているように読み取ることができる。このことは月寒背斜も峻別背斜と同様に第四紀に活動したことを強く示唆している。

文 献

- 赤松守雄(1984)北海道石狩丘陵から産する“いわゆる獅子内動物群”について。北海道開発記念館年報, **12**, 1-34。
- 赤松守雄(1987)石狩低地帯周辺丘陵の更新世温暖水系貝化石群集の層準とその特性。地質学雑誌, **93**, 809-821。
- 赤松守雄(1988)北海道における中期更新世海進とその背景。地質学雑誌, **94**, 173-186。
- 赤松守雄・松下勝秀(1984)石狩平野西部地下における更新統の貝化石群と層序区分。第四紀研究, **23**, 183-195。
- Akamatsu, M. and Suzuki, A. (1990) Pleistocene molluscan faunas in central and southwestern Hokkaido. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4, Geology and Mineralogy*, **22**, 529-552。
- 赤松守雄・鈴木明彦(1992)石狩低地帯周辺丘陵の鮮新-下部更新統の層序と古環境。北海道開拓記念館研究年報, no.20, 1-30。
- Akamatsu, M., Suzuki, S., Kagawa, Y. and Nakata, M.(1978)

- A new occurrence of *Patinopecten takahasii* from the Pliocene deposits in "green tuff regions" Southwest Hokkaido, Japan. The annual report of Historical Museum Hokkaido, no.7, 1-15.
- 赤松守雄・山田悟郎・北川芳男・矢野牧夫(1981)野幌丘陵の地質と古生物の変遷. 北海道開拓記念研究報告, no.6, 17-24.
- 安藤寿男(1993)北海道白亜系函淵層群の堆積相と堆積シーケンス-空知背斜地域-. 堆積学研究会報, no.38, 45-52.
- 在田一則(1999)日高衝突帯の地質構造とテクトニクス. 地球: 号外・東北日本トランセクト-島弧変形と地殻活動, no.27, 189-193.
- Arita, K., Ikawa, T., Ito, T., Yamamoto, A., Saito, M., Nishida, Y., Satoh, H., Kimura, G., Watanabe, T., Ikawa, T., and Kuroda, T. (1998) Crustal structure and tectonics of the Hidaka Collision Zone, Hokkaido (Japan), revealed by vibroseis seismic reflection and gravity surveys. *Tectonophysics*, **290**, 197-210.
- 吾妻 穰(1962)石狩低地帯の地下構造. 石油技術協会誌: 石油地質特輯号, **27**, 345-382.
- Broecker, W. S. and Denton, G. H. (1989) The role of ocean-atmosphere recognitions in glacial cycles. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **53**, 2465-2501.
- 大丸裕武(1989)完新世における豊平川扇状地とその下流氾濫原の形成過程. 地理学評論 Ser.A, **62**, 589-603.
- 土居繁雄(1953a)5万分の1地質図幅「定山溪」及び説明書. 地質図幅, 1:50,000, 地質調査所, 88p.
- 土居繁雄(1953b)5万分の1地質図幅「白老」及び説明書. 北海道地下資源調査所, 37p.
- 土居繁雄(1957)5万分の1地質図幅「樽前山」及び説明書. 北海道開発庁, 51p.
- 土居繁雄(1959)5万分の1地質図幅「苫小牧」及び説明書. 北海道開発庁, 14p.
- 土居繁雄・小山内 熙(1956)5万分の1地質図幅「石山」及び説明書. 北海道地下資源調査所, 54p.
- 藤岡一男(1941)石狩炭田紅葉山付近の所謂中間層に就いて. 矢部教授還暦記念論文集, **2**, 959-969.
- 藤岡展价・佐賀 肇(1980)基礎試錐「南幌」における滝の上層と幌内層群の境界. 石油技術協会誌, **45**, 193-20.
- 藤原哲夫(1954)5万分の1地質図幅「壮溪珠」及び説明書. 北海道開発庁, 82p.
- Fujiwara, Y. and Okada, S. (1979) Paleomagnetic Stratigraphy of Volcanic Products in Southwestern Hokkaido, Japan -Paleomagnetic studies of the Pliocene and Pleistocene volcanic in Hokkaido, 2nd report-. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4 (Geology and Mineralogy)*, **19**, 189-198.
- 古川竜太・中川光弘(2010)樽前火山地質図(1:30,000). 火山地質図, no.15, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Gradstein, F. M., Ogg, J.G., M.D. Schmitz and Ogg, G. M. (2012) *The Geologic Time Scale 2012* (volume 1 & 2), Elsevier, 435 & 1144p.
- 花方 聡(2003)有孔虫化石からみた始新統幌内層および漸新統紅葉山層の地史(再検討). 石油技術協会誌, **68**, 259-270.
- 長谷川 潔・小山内 熙(1978)国富-定山溪地域の地質と鉱床-地質構造発達史を中心として-. 地下資源調査所調査研究報告, no.5, 37p.
- 橋本 亘(1950)樺戸山地周縁部の地質-2 石狩国樺戸郡月形村, 月形炭鉱付近の地質について. 北海道地質要報, **14**, 14-24.
- 秦 光男・佐藤博之・垣見俊弘・山口昇一・小林 勇(1963)5万分の1地質図幅「西徳富」及び説明書. 地質調査所, 58p.
- 秦 光男・垣見俊弘・佐藤博之・松井 寛・松田武雄・須田芳朗・北島真理子(1974)20万分の1地質図「留萌». 地質調査所.
- 早川福利・国府谷盛明・横山英二・和気 徹・柿市勝重(1974)北海道北湯沢地域の地熱調査(昭和43年度~昭和46年度地熱調査報告書). 北海道立地下資源調査所, 64p.
- 平川一臣(2001)4.1.3. 北西部・中央部(宗谷岬-襟裳岬). 小池一之・町田 洋編「日本の海成段丘アトラス」20-22, 同CD[日本I 北海道・東北], 東京大学出版会.
- 平川一臣・石山達也・池田安隆・東郷正美・宮内崇裕・八木浩司・沢 祥(2010)1:25,000都市圏活断層図「千歳」. 国土地理院技術資料D・1-No.539.
- 平松 力(2004)勇払油・ガス田における上部中新統~鮮新統の珪藻化石層序. 石油技術協会誌, **69**, 291-299.
- 広田知保・和田信彦・小原常弘・村山泰司・深見浩司・丸山 薫(1996)北海道の地下水資源 石狩低地帯主部. 地下資源調査所調査研究報告, no.27, 91p.
- 広田知保・田近 淳・岡孝雄・岡崎紀俊・平川一臣・伏島祐一郎(1998)北海道活断層図No.1 増毛山地東縁断層帯(解説書および活断層図). 北海道立地下資源調査所, 60p.
- 許 成基・山崎 誠・佐高裕之・中川昌巳・秋山泰祐・平野令緒(2001)支笏火山噴出物層年代の再検討. 地球科学, **55**, 145-156.
- 北海道防災会議・地震火山対策部会地震専門委員会・想定地震見直しに係るワーキンググループ(2011)想定地震見直しに係る検討報告書. 北海道, 16p.
- 北海道開発局(1994)千歳川放水路計画に関する技術報告. 300p.
- 北海道鉱業振興委員会(1990)北海道の石油・天然ガス

- 資源－その探査と開発(昭和 52 年～ 63 年)－. 北海道商工労働観光部資源エネルギー課, 157p.
- 北海道立地質研究所・産業技術総合研究所(2009)平成 20 年度増毛山地東縁断層帯の活動性および活動履歴調査. 「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No.H20-2.
- 本郷美佐緒・納谷友規・山口正秋・水野清秀(2011)関東平野中央部埼玉県菖蒲町で掘削された 350m ボーリングコア(GS-SB-1)から産出した花粉化石群集. 産業技術総合研究所地質調査研究報告, **62**, 281-318.
- 保柳康一・宮坂省吾・渡辺 寧・木村 学・松井 愈(1986)「衝突帯」のタービダイト相形成とテクトニクス－中新世・中央北海道の例－. 地団研専報: 北海道の地質と構造運動, no.31, 265-284.
- 五十嵐昭明・佐藤 浩・井出俊夫・西村 進・角 清愛(1978)北海道茅部郡濁川地熱地域の熱水変質帯. 地質調査所報告: 日本の地熱地域の熱水変質帯の地質学的研究 その 1. no.259, 85-18.
- 池田国昭・羽坂俊一・村瀬 正(1995)北海道勇払平野の完新統分布と地形発達. 地質調査所月報, **46**, 283-300.
- 池田安隆・佐藤比呂志・平川一臣・伏島祐一郎・今泉俊文(1996)1:25,000 都市圏活断層図「江別」. 国土地理院技術資料 D・1-No.303.
- 池田安隆・佐藤比呂志・平川一臣・伏島祐一郎・今泉俊文(2008)1:25,000 都市圏活断層図「恵庭」第 2 版. 国土地理院技術資料 D・1-No.502.
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編(2002)第四紀逆断層アトラス. 東京出版, 254p.
- 飯塚保五郎(1938)北海道空知油田(大日本帝国油田 34 区)地形及び地質図幅説明書. 地質調査所, 22p.
- 今井半次郎(1924)石狩炭田に於ける夾炭第三紀層(石炭統)の層位地質学的研究(その 1). 地学雑誌, **36**, 133-157.
- 今井 功・角 靖夫(1957)5 万分の 1 地質図幅「富川」及び説明書. 北海道開発庁, 59p.
- 石田正夫・曾屋龍典・須田芳朗(1980)20 万分の 1 地質図「札幌」. 地質調査所.
- 石山達也・東郷正美・平川一臣・沢 祥・今泉俊文・八木浩司(2010)1:25,000 活断層図「長沼」. 国土地理院技術資料 D・1-No.539.
- 石塚英男(1980)北海道, 神居古潭構造帯に分布する幌加内オフィオライトの地質. 地質学雑誌, **86**, 119-134.
- Ishizuka, H. (1981) Geochemistry of the Horokanai Ophiolite in the Kamuikotan Tectonic Belt, Hokkaido, Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **87**, 17-34.
- 伊藤谷生(1999)北海道におけるアクティブテクトニクスの現フェーズはいつ始まったのか? 地球, **21**, 608-613.
- 伊藤谷生(2000)日高衝突帯-前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造. 石油技術協会誌, **65**, 103-109.
- 伊藤谷生・森谷武男・井川秀雄・井川 崇・在田一則・津村紀子・篠原雅尚・宮内崇裕・木村 学・奥池司郎・清水信之・井川 猛(1999)日高衝突帯におけるデラミネーション-ウェッジ構造. 地球: 沈み込み帯の missing mass の行方, **21**, 130-136.
- 岩見沢地学懇話会編(1997)空知の自然を歩く(改訂版). 地学あんない, 北海道大学図書刊行会, 札幌, 238p.
- 岩見沢団体研究グループ(1983)茂世丑低地・角田盆地の茂世丑層と角田層(演旨). 日本地質学会北海道支部総会個人講演予稿集, 3-6.
- Iwasaki, I., Watanabe, T., Itaya T., Yamazaki, M., and Takigami, Y. (1995) Palaeogene K-Ar ages from the Kamuikotan metamorphic rocks, southern area of the Kamuikotan Gorge, central Hokkaido, northern Japan. *Geological Journal*, **30**, 281-295.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003a)増毛山地東縁断層帯・沼田-砂川付近の断層帯の長期評価について(平成 15 年 7 月 14 日) http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08mar_mashike/index.htm
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003b)当別断層帯の長期評価について(平成 15 年 11 月 12 日). http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03nov_tobetsu/index.htm
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2003c)石狩低地東縁断層帯の長期評価について(平成 15 年 11 月 12 日). http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03nov_ishikari/
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2010)石狩低地東縁断層帯の長期評価の一部改訂について(平成 22 年 8 月 26 日). http://www.jishin.go.jp/main/chousa/10aug_ishikari/index.htm
- 樺戸団体研究グループ(1995)北海道樺戸山地南部・当別町青山地域の新第三系層序. 地球科学, **49**, 363-378.
- 海保邦夫(1984)北海道中央部夕張地域の第三系の層序. 地質学雑誌, **90**, 815-829.
- 垣見俊弘(1958)5 万分の 1 地質図幅「石狩」及び説明書. 地質調査所, 53p.
- 垣見俊弘・植村 武(1956)5 万分の 1 地質図幅「當別」及び説明書. 地質調査所, 23p.
- 垣見俊弘・植村 武(1958)5 万分の 1 地質図幅「月形」及び説明書. 地質調査所, 67p.
- 金森定敏(1967)苫小牧周辺の地質と地史. 苫小牧郷土文化研究会, 郷土の研究, **2**, 74-196.
- 蟹江康光・竹谷陽二郎・酒井 彰・宮田雄一郎(1981)北海道浦河地方における蝦夷層群直下の下部白亜系. 地質学雑誌, **87**, 527-533.

- 片山 肇・内田康人・輿水健一・西田尚央・池原 研・中島 礼 (2014) 北海道勇払沖陸棚上の堆積物と堆積作用. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(D-VD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Kato, N., Sato, H., Orito, M., Hirakawa, K., Ikeda, Y. and Ito, T. (2004) Has the plate boundary shifted from central Hokkaido to the eastern part of the Sea of Japan? *Tectonophysics*, **388**, 75-84.
- 活断層研究会編 (1991) 新編日本の活断層 - 分布図と資料 -. 東京大学出版会, 437p.
- 勝井義雄 (1959) 支笏降下軽石について, 特に支笏カルデラ形成直前の活動について. 火山 (第2集), **4**, 33-48.
- 川上源太郎・川村信人 (2003) 中新世の層序記録からみた北海道中央部における衝突テクトニクスの再考察. 地球科学, **57**, 333-342.
- 川上源太郎・吉田孝紀・臼杵 直 (1999) 北海道中央部穂別地域の中部中新統川端層-堆積システムと供給源に関する予察的検討-. 地質学雑誌, **105**, 673-686.
- 川上源太郎・塩野正道・川村信人・ト部暁子・小泉格 (2002a) 北海道中央部, 夕張山地に分布する中新統川端層の層序と堆積年代. 地質学雑誌, **108**, 186-200.
- 川上源太郎・川村信人・在田一則 (2002b) 漸新統紅葉山層の流紋岩質凝灰岩中に見い出された変成岩片とその意義 - 北海道中央部の古第三紀テクトニクスに関連して -. 地質学雑誌, **108**, 235-248.
- 川上源太郎・小松原純子・嵯峨山積・仁科健二・廣瀬亘・大津 直・木村克己 (2012a) 北海道当別町川下地区で掘削された沖積層ボーリングコア (GS-HTB-1, GS-HTB-2) の層序学および堆積学的解析. 地質学雑誌, **118**, 191-206.
- 川上源太郎・嵯峨山 積・仁科健二・中島 礼・廣瀬亘・大津 直・木村克己 (2012b) 北海道当別町太美地区で掘削された沖積層ボーリングコア (GS-HTF-1) の層序学的及び堆積学的解析. 地質調査研究報告, **63**, 21-34, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 川上源太郎・船引彩子・嵯峨山積・中島 礼・仁科健二・廣瀬 亘・大津 直・磯前陽介・木村克己 (2012c) 北海道石狩平野, 石狩市親船地区で掘削された沖積層ボーリングコア (GS-HIS-1) の層序学的及び堆積学的解析. 地質調査研究報告, **63**, 129-146.
- 川村信人 (2010) 2.2.2 渡島帯のジュラ紀付加体. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 1 北海道地方, 朝倉書店. 東京, 19-25.
- 川村信人・安田直樹・渡辺暉夫・FANNINGMark・寺田剛 (2000) 渡島帯ジュラ紀石英長石質砂岩の組成と供給地質体. 地質学論集: 碎屑岩組成と堆積・造構環境, no.57, 63-72.
- 経済産業省産業技術環境局 CCS 実証試験実施に向けた専門検討会 (2011) 苫小牧地点における「貯留層総合評価」及び「実証試験計画 (案)」に係る評価. 参考資料 1 苫小牧地点における貯留層総合評価. 平成 23 年 12 月. http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/sangi/ccs/report_001.htm
- 君波和雄 (1986a) 空知層群から下部エゾ層群への転換について. 碎屑性堆積物の研究, no.4, 1-7.
- 君波和雄 (1986b) 北海道およびオホーツク海周辺域の白亜紀テクトニクス. 地団研専報: 北海道の地質と構造運動, no.31, 403-418.
- Kiminami, K. and Kontani, Y. (1983) Mesozoic arc-trench systems in Hokkaido, Japan. In: Hashimoto, M. and Ueda, S. (eds), *Accretion tectonics in the Circum-Pacific regions, Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions*, Terra Scientific Publishing Company, Tokyo, 107-122.
- Kimura, G. (1996) Collision orogeny at arc-arc junctions in the Japanese Islands. *Island Arc*, **5**, 262-275.
- 木村克己・康 義英・花島裕樹 (2014) ボーリングデータ解析に基づく長沼低地と隣接地域の浅部地下地質モデル. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(D-VD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 木村方一・外崎徳二・赤松守雄・北川芳男・吉田充夫・亀井節夫 (1983) 北海道石狩平野・野幌丘陵からの前期-中期更新世哺乳動物化石群の発見. 地球科学, **37**, 162-177.
- 北川芳男・中村 斎・矢野牧夫・中田幹雄・三野紀雄・森田知忠・赤松守雄・山田悟郎・小林幸雄 (1974) 野幌丘陵周辺の第四紀に関する諸問題. 北海道開拓記念館研究年報, no.3, 57-82.
- 北川芳男・矢野牧夫・中田幹雄・三野紀雄・赤松守雄・山田悟郎・中村 斎・森田知忠・松下勝秀 (1976) いわゆる”野幌層”について. 北海道立地下資源調査所報告, no.48, 129-137.
- 北川芳男・赤松守雄・山田悟郎・矢野牧夫・三野紀雄 (1979) 野幌層丘陵の地質-特に西部地域を中心として-. 北海道開拓記念館調査報告, no.19, 9-15.
- 北川芳男・赤松守雄・松下勝秀・五十嵐八枝子 (1985) 石狩低地帯の第四系 (1) - 中・下部更新統について -. 北海道開拓記念館研究年報, no.13, 1-10.
- 北川芳男・五十嵐八枝子・吉田充夫・輿水達司 (1988) 北海道石狩低地帯周辺の更新統. 地質学論集: 日本の第四紀層の層序区分とその国際対比, no.30, 13-23.
- 紀藤典夫 (1987) 北海道神居古潭帯における緑色岩と碎屑性堆積岩の関係. 地質学雑誌, **93**, 21-35.
- 紀藤典夫・君波和雄・新井田 清信・蟹江康光・渡辺

- 暉夫・川口通世(1986) 空知層群と蝦夷累層群-北海道中軸帯の後期中生代オフィオライトと前弧海盆堆積物-。地質研専報:北海道の地質と構造運動, no.31, 81-96.
- 小林 勇・垣見俊弘・植村 武・秦 光男(1957) 5万分の1地質図幅「滝川」及び説明書。北海道開発庁, 43p.
- 小泉 格(1979) 日本海側新第三系 20. 北海道望来-古潭海岸地域。日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料, 文部科学研究費総合研究(A) 234052「太平洋側と日本海側の新第三系の対比と編年」, 63-64.
- 小松正幸(1985) 北海道中軸部の構造帯-その構成, 性格および構造運動-。地質学論集:日本の地質学-1970年代から1980年代へ-, no.25, 137-155.
- 小松原 琢・安斎正人(1998) 石狩丘陵の更新世地殻変動。季刊地理学, **50**, 311-328.
- 小松原 琢・小松原純子・田辺 晋・本郷美佐緒・植木岳雪・中島 礼・石原武志(2014a) 勇払平野と支笏火砕流台地地下の上部第四系層序ボーリング。海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 小松原 琢・康 義英・小松原純子(2014b) 勇払平野と支笏火砕流台地地下の地下地質と活構造。海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 駒澤正夫・大熊茂雄・上嶋正人(2014a) 石狩低地帯及び周辺地域の20万分の1重力図(ブーゲー異常)及び説明図。海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 駒澤正夫・大熊茂雄・上嶋正人・佐藤智之・尾崎正紀・小松原 琢(2014b) 石狩低地帯及び周辺地域の20万分の1地質-重力図。海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター。
- 近藤浩文(1991) 北海道樺戸山地隈根尻層群の層序と地質構造。地質学雑誌, **97**, 357-376.
- 近藤 務・五十嵐八枝子・吉田充夫・赤松守雄(1984) 北海道苫小牧市静川ボーリング・コアにみられる第四系。第四紀研究, **22**, 313-325.
- 近藤 務・五十嵐八枝子・吉田充夫・井上俊和・平信行・山崎正道・岡村 聡・前田寿嗣・嵯峨山積・菅原 誠・国分公貴・安井 賢(1996) 石狩低地帯最南部地下の第四系-特に最終間氷期の相対的海水準変化の検討-。地質学雑誌, **102**, 312-329.
- 小疇 尚・野上道男・小野有五・平川一臣編(2003) 日本の地形2 北海道。東京大学出版, 359p.
- 輿水達司・赤松守雄・北川芳男(1988) 北海道野幌丘陵の鮮新-更新浦ノ沢層のフィッシュン・トラック年代。地質学雑誌, **94**, 461-463.
- 小菅正裕(1999) 地殻内地震から見た東北日本の応力配置。地球, 号外:東北日本トランセクト-島弧変形と地殻活動-, no.27, 107-111.
- 国安 稔・山田泰広(2004) 中央北海道南部地域の深部構造。石油技術協会誌, **69**, 131-144.
- 栗田裕司(2001) 中央北海道南部, 第三系南長沼層および幌向層の模式地の層序。石油資源開発株式会社技術研究所研究報告, **15**, 67-84.
- 栗田裕司・三輪美智子(1998) 北海道夕張炭田地域, 漸新統紅葉山層の渦鞭毛藻化石層序と年代。地質学雑誌, **104**, 56-59.
- 栗田裕司・横井 悟(2000) 中央北海道南部における新生代テクトニクスの変遷と油田構造形成。石油技術協会誌, **65**, 58-70.
- 栗田裕司・秋葉文雄・横井 悟・小布施明子・一ノ関鉄郎・吾妻高志(1997) 北海道石狩平野南部〜夕張・日高地域の漸新統〜下部中新統層序と年代ならびに上部漸新統南長沼層の提唱(演旨)。日本地質学会第104年学術大会講演要旨, 117.
- Kusunoki, K. and Kimura, G. (1998) Collision and extrusion at the Kuril-Japan arc junction. *Tectonics*, **17**, 843-858.
- 桑原利夫・宮崎敏男・谷 藤吉郎・飯田幸平(1983) 豊羽鉱山本山鉱床地域の地質構造と品位・金属量分布から見た鉱化作用の特性。鉱山地質, **33**, 115-129.
- Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E. (2005) A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. *Paleoceanography*, **20**, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- 町田 洋・新井房夫(2003) 新編 火山灰アトラス-日本列島とその周辺-。東京大学出版会, 東京, 336p.
- 米谷盛寿郎・秋葉文雄・一ノ関鉄郎(1981) 北海道の新第三系-日高地域(1)馬追山-。日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料(続編): 文部省科学研究費総合研究(B) 530612, 34-35.
- 正谷 清(1979) 北海道海域の堆積盆の分布と性格。石油技術協会誌, **44**, 254-259.
- 松田時彦(1990) 最大地震規模による日本列島の地震分帯図。東京大学地震研究所彙報, **65**, 289-319.
- 松田時彦(1995) 陸上活断層の最新の表。活断層研究, no.13, 1-13.
- 松井 寛・一杉武治・逆瀬川清丸(1950) 空知炭田赤平地区赤間沢大谷沢調査。地質調査所月報, **1**, 40-44.
- 松井 寛・垣見俊弘・根本隆文(1965) 5万分の1地質

- 図幅「砂川」及び説明書. 地質調査所, 97p.
- 松本達郎 (1951) 蝦夷層群と関門層群. 地質学雑誌, **57**, 95-98.
- 松野久也・秦 光男 (1960) 5 万分の 1 地質図幅「追分」及び説明書. 北海道開発庁, 40p.
- 松野久也・石田正夫 (1960) 5 万分の 1 地質図幅「早来」及び説明書. 北海道開発庁, 41p.
- 松野久也・田中啓策・水野篤行・石田正夫 (1964) 5 万分の 1 地質図幅「岩見沢」及び説明書. 北海道開発庁, 179p.
- 松下勝秀 (1971) 5 万分の 1 地質図幅「江別」及び説明書. 北海道立地下資源調査所, 26p.
- 松下勝秀 (1979) 石狩湾岸低地における埋没地形と上部更新～完新統について. 第四紀研究, **18**, 69-78.
- 松下勝秀 (1984) 支笏火山. 松井 愈ほか編, 北海道創世記, 北海道新聞社, 99-102.
- 松下勝秀・藤田郁男・小山内 熙 (1972) 札幌・苫小牧地帯およびその周辺山地の形成過程. 地質学論集: 日本の海岸平野, no.7, 13-26.
- 三次徳二・平野弘道 (1997) 北海道中軸部下部蝦夷層群の白亜紀放射虫化石. 地質学雑誌, **103**, 113-125.
- 宮島建久・秤 信男・喜多正弘 (1971) 豊羽鉦山の地質構造と裂罅生成機構に関する最近の考え方. 鉦山地質, **21**, 22-35.
- 宮坂省吾 (1987) 衝突帯における山地形成 - 日高山脈の上昇史 -. 松井愈教授記念論文集刊行委員会, 松井愈教授記念論文集, 195-202.
- 森泉美穂子 (1998) クッタラ火山群の火山発達史. 火山, **43**, 95-111.
- Moriwaki, H. (1982) Geomorphic development of Holocene coastal plains in Japan. *Geogr. Rept. Tokyo Metropolitan Univ.*, no.17, 1-42.
- 村瀬 正・加々美時寛・池田国昭 (1972) 10 万分の 1 石狩沖積低地地質図及び沖積低地の地質調査および地質図表現の新方法について - 石狩平野を例として -. 特殊地質図, no.15, 地質調査所, 17p.
- 村田 折 (1933) 幌内層の研究より得たる北海道山脈西部に沿う新第三紀層論 (上). 北海道石炭鉦業会報, **222**, 11-33.
- 長尾 巧 (1941) 札幌 - 苫小牧低地帯 (石狩低地帯). 矢部教授還暦記念論文集, **2**, 677-694.
- 長尾捨一・小山内 熙・酒匂純俊 (1954) 5 万分の 1 地質図幅「大夕張」及び説明書. 北海道開発庁, 121p.
- 長尾捨一・小山内 熙・石山昭三 (1959) 5 万分の 1 地質図幅「恵庭」及び説明書. 北海道開発庁, 31p.
- 永田 勝・紀藤典夫・新井田清信 (1986) 樺戸山地の中生界 - 隈根尻層群の年代と白亜紀火山弧としての性格 -. 地団研専報: 北海道の地質と構造運動, no.31, 63-79.
- 中川光弘・後藤芳彦・新井計雄・和田恵治・板谷徹丸 (1993) 中部北海道・滝川地域の中新世-鮮新世玄武岩の K-Ar 年代と主成分化学組成: 東北日本弧-千島弧島弧会合部の玄武岩単成火山群. 岩鉦, **88**, 390-401 .
- 中川光弘・増田健介・勝井義雄 (1994) 後支笏カルデラ・恵庭火山の最新の噴火活動. 火山, **39**, 237-241.
- 中川 充・渡辺 寧・紀藤典夫・酒井 彰・駒澤正夫・広島俊男 (1996) 20 万分の 1 地質図幅「夕張岳」. 地質調査所.
- 中野 俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚治・山元孝広・岸本清行 (2013) 日本の火山 (第 3 版). 1:2,000,000 地質編集図, no.11, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 29p.
- 中里裕臣・能條 歩 (2006) 石狩低地帯馬追層産貝化石の ESR 年代. フィッション・トラック ニュースレター, no.19, 79-80.
- 七山 太 (1997) 蝦夷海盆における碎屑性クロムスピネルの出現と神居古潭超苦鉄質岩類の進入時期. 地質学雑誌, **103**, 97-112.
- 日本地質学会新生界対比委員会札幌支部 (1949) 北海道新生界対比試案. 1-4.
- Niida K. (1992) Basalts and Dolerites in the Sorachi-Yezo Belt, Central Hokkaido, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4. Geology and Mineralogy*, **23**, 301-319.
- 新井田清信・福井敏之 (1987) 北海道富内北方地域の堆積性蛇紋岩. 穂別町立博物館研究報告, no.4, 33-47.
- 新井田清信・紀藤典夫 (1986) 北海道における白亜紀島弧-海溝系-その地質構成と造構史-. 地団研専報: 北海道の地質と構造運動, no.31, 379-402.
- 西川純一 (1981) “定山溪石英斑岩”とその Sr 同位体比. 岩石鉦物鉦床学会誌, **76**, 285-293.
- 能條 歩・高橋 徳・田中伸明・高梨修一・橋本千秋・岩見沢団体研究グループ (2002) 北海道中央部石狩低地帯東縁地域の上部更新統層序と古環境変遷. 地球科学, **56**, 253-268.
- 能條 歩・金川和人・星野フサ・岩見沢団体研究グループ (2008) 北海道中央部石狩低地帯東縁長沼地域の中～上部更新統層序と古環境. 地球科学, **62**, 307-323.
- 尾形英雄 (1933) 基礎試錐「南幌」. 石油技術協会編, 最近の我が国の石油開発 (石油技術協会設立 60 執念記念), 29-32.
- Ogawa, K. and Suyama, J. (1976) Distribution of aeromagnetic anomalies, Hokkaido, Japan and its geologic implication. *Volcanoes and Tectonosphere*, Tokai University Press, Tokyo, 207-215.
- 小椋伸幸 (1993) 南勇弘油・ガス田. 石油技術協会編,

- 最近の我が国の石油開発 (石油技術協会設立 60 執念記念), 4-5.
- 生出慶司・大沼晃助 (1960) 東北地方を中心とした ”グリーン・タフ時代” の火成活動. 地球科学, no.50/51, 36-55.
- 大原 隆 (1966) 夕張炭田西縁の中部第三系の層序と構造. 千葉大学文理学部紀要, 4, 599-615.
- 岡 孝雄 (1986) 北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニクス. 地団研専報: 北海道の地質と構造運動, no.31, 295-320.
- 岡 孝雄 (1992) 石狩丘陵の上部新生界. 北海道立地下資源調査所報告, no.63, 109-135.
- 岡 孝雄 (1997) 北海道とその周辺海域のネオテクトニクスに関する諸問題-付, 札幌付近での活断層の存在と地震発生についての考察-. 加藤誠教授退官記念論文集, 427-449.
- 岡 孝雄 (2005) 流体資源ボーリングデータによる札幌市中心部とその北西地域の地下地質構造の解明-付, 札幌市などによる 6 地震探査断面の地質解釈-. 北海道立地質研究所報告, no.76, 1-54.
- 岡 孝雄 (2007) 石狩低地帯中部, 長沼低地の地下地質と第四紀末テクトニクス-上部更新-完新統の層序・層相・構造-. 北海道立地質研究所報告, no.78, 95-14.
- 岡 孝雄・輿水達司・高橋功二・秋葉文雄 (1991) 札幌市街下と西野地域の小樽内川層および西野層の時代と対比. 地質学雑誌, 97, 25-38.
- 岡 孝雄・田近 淳・大津 直・広瀬 亘・岡崎紀俊・石丸 聡 (2001) 北海道活断層図 No.3 石狩低地帯東縁断層帯 (活断層図とその解説). 北海道立地質研究所, 157p.
- Okada, H. (1983) Collision orogenesis and sedimentation in Hokkaido, Japan. In: Hashimoto, M. and Ueda, S. (eds), *Accretion tectonics in the Circum-Pacific Regions*, Terra Scientific Publishing Company, Tokyo, 91-105.
- Okada, H. and Kaiho, K. (1992) Paleogene calcareous nanofossils from Hokkaido, Japan. In: Ishizuka, K. and Saito, T. (eds), *Centenary of Japanese Micropaleontology: Contributed Papers in Honor of Professor Yokichi Takayanagi*, Terra Scientific Publishing Company, 461-471.
- 岡村 聡・高橋伸充・斉藤節仁・八幡正弘・加々美寛雄・樺戸団体研究グループ (1991) 北海道樺戸地域から産する中新世ソレアイト玄武岩. 地球科学, 45, 399-414.
- 岡村 聡・関根治彦・新井計雄・山元正継・西戸裕嗣・八幡正弘 (2000) 中央北海道, 浜益地域の新生代火山岩類の K-Ar 年代と地球化学-島弧会合部テクトニクスに起因するマグマ組成の時間変化-. 地質学雑誌, 106, 330-34.
- 岡村 聡・八幡正弘・西戸裕嗣・指宿敦志・横井 悟・米島真由子・今山武志・前田仁一郎 (2010) 北海道中央部に分布する滝の上期火山岩類の放射年代と岩石学的特徴-勇払油・ガス田の浅層貯留層を構成する火山岩の岩石化学的検討-. 地質学雑誌, 116, 181-198.
- 重川 守・近藤和也・早稲田 周 (1990) 北海道石狩北部地域の油・ガス田-その地球化学と地質的背景-. 石油技術協会誌, 55, 23-36.
- 大久保 進・吾妻高志・浜田康史・横井 悟・岡村 聡・秋葉典克 (1999) 勇払油・ガス田, あけぼの構造の滝の上層貯留岩について. 石油資源開発株式会社技術研究所研究報告, no.14, 9-17.
- 大熊茂雄・中塚 正 (2014) 石狩低地帯及び周辺地域の 20 万分の 1 空中磁気図 (全磁力異常) 及び説明図. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 大熊茂雄・中塚 正・佐藤智之・尾崎正紀・小松原琢 (2014) 石狩低地帯及び周辺地域の 20 万分の 1 地質-空中磁気図. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 大村一蔵 (1928) 北海道に於ける産油地区の地質及鉱床 (講旨). 地質学雑誌, 35, 413.
- 大村一蔵 (1930) 北海道油田の地質及び鉱床. 地質学雑誌, 37, 676-679.
- 小山内 熙・杉本良也・北川芳男 (1956) 5 万分の 1 地質図幅「札幌」及び説明書. 北海道地下資源調査所, 64p.
- 大澤正博・中西敏・棚橋学・小田浩 (2002) 三陸~日高沖前弧堆積盆の地質構造・構造発達史とガス鉱床ポテンシャル. 石油技術協会誌, 67, 38-51.
- 太田良平 (1954) 5 万分の 1 地質図幅「徳舜警」及び説明書. 地質調査所, 60p.
- 太田 努・榊原正幸・板谷徹丸 (1993) 北海道神居古潭変成岩類の K-Ar 年代. 地質学雑誌, 99, 335-345.
- 大津 直・田近 淳・広瀬 亘・岡崎紀俊・石丸 聡 (2002) 北海道活断層図 No.4 当別断層および南方延長部 (活断層図とその解説). 北海道立地質研究所, 109p.
- 大内 定 (1980) 当別断層. 郷土と科学編集委員会編, 北海道 5 万年史, 376p.
- 嵯峨山 積 (1987) 北海道石狩丘陵南部新第三系の珪藻化石. 北海道立地下資源調査所報告, no.58, 47-53.
- 嵯峨山 積 (1989) 中央北海道, 石狩低地帯周辺の新第三系珪藻帯. 北海道立地下資源調査所報告, no.60, 177-18.

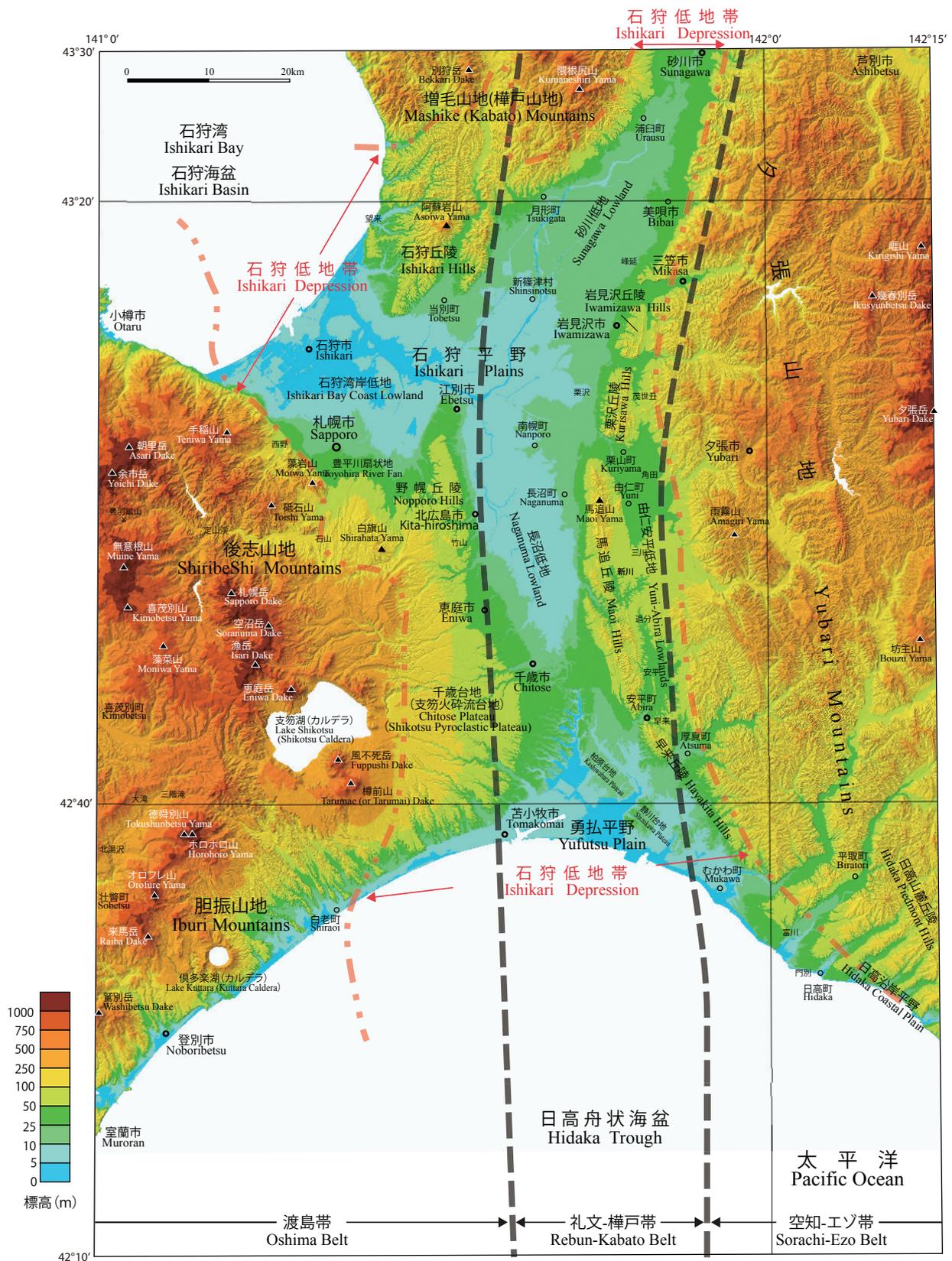
- 嵯峨山 積 (2006) 札幌市南区の藻南公園と五輪大橋に分布する新第三紀泥岩の年代. 北海道立地質研究所報告, no.77, 11-15
- 嵯峨山 積・保柳康一・宮坂省吾 (1992) 中央北海道日高海岸地域の第三系珪藻生層序と粗粒堆積物の形成期. 地質学雑誌, **98**, 309-321.
- 嵯峨山 積・亀山聖二・佐々木宏志・荒川忠宏 (2005) 北海道石狩低地帯南部の苫小牧市勇払で掘削された深度 65m の孔内地質. 北海道立地質研究所報告, no.76, 69-73.
- 嵯峨山 積・五十嵐八枝子・近藤 務・鎌田耕太郎・吉田充夫・地徳 力・外崎徳二・工藤千春・岡村聡・加藤 誠 (2007) 札幌市街域における 150m 掘削コアの第四系層序. 地質学雑誌, **113**, 391-405.
- 嵯峨山 積・荒川忠宏・亀山聖二・佐々木宏志 (2008a) 北海道勇払低地の沖積層 (最上部更新統～完新統) の層序と古環境. 地球科学, **62**, 387-401.
- 嵯峨山 積・山田悟郎・鈴木明彦・志賀健司・金川和人 (2008b) 北海道石狩湾沿岸域の地震観測井における第四系の層序. 北海道立地質研究所報告, no.79, 9-13.
- 嵯峨山 積・外崎徳二・近藤 務・岡村 聡・佐藤公則 (2010) 北海道石狩平野の上部更新統～完新統の層序と古環境. 地質学雑誌, **116**, 13-26.
- 斎藤昌之・小山内熙・酒匂純俊 (1953) 5 万分の 1 地質図幅「登別温泉」及び説明書. 北海道地下資源調査所, 84p.
- 酒井 彰・中川 充・高橋 浩・駒澤正夫・広島俊男 (2000) 20 万分の 1 地質図幅「浦河」. 地質調査所.
- Sakakibara, M. and Ota, T. (1994) Metamorphic evolution of the Kamuikotan high-pressure and low-temperature metamorphic rocks in central Hokkaido, Japan. *Journal of Geophysical Research*, **90**, 22221-22235.
- 三本杉巳代治 (1936) 石狩国樺戸山地南部の地質. 北海道大学理学部修業論文.
- 寒川 旭・平野信一・池田国昭 (1981) 石狩丘陵地域の地形発達と活構造. 地理学会予稿集, no.20, 60-61.
- 産業技術総合研究所 (2007) 石狩低地東縁断層帯の活動性及び活動履歴調査. 基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査」成果報告書, No.H18-8, 35p.
- 佐々保雄・森谷虎彦 (1951) 北海道石狩野幌丘陵の地質. 石油技術協会誌, **16**, 236-251.
- 佐々保雄・湊 正雄・北大昭和 17 年度 2 年目学生 (1944) 石狩炭田北部の一断面. 地質学雑誌, **51**, 61-64.
- 佐々保雄・田中啓策・秦 光男 (1964) 5 万分の 1 地質図幅「夕張」及び説明書. 北海道開発庁, 198p.
- 佐藤博之・山口昇一・曾屋龍典・松田武雄・須田芳朗 (1972) 20 万分の 1 地質図「苫小牧」. 地質調査所.
- 佐藤博之・猪木幸男・須田芳朗・松田武雄 (1977) 20 万分の 1 地質図「旭川」. 地質調査所.
- 佐藤智之 (2014) 勇払平野沿岸域 20 万分の 1 海底地質図説明書. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 佐藤智之・小松原 琢 (2014) 石狩低地帯南部と勇払平野沖の活構造と沖積層基底の埋没地形面. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 佐藤智之・内田康人・奥水健一・片山 肇・池原 研 (2013) 石狩低地東縁断層帯の海域への延長. 活断層研究, **39**, 17-28.
- 佐藤智之・尾崎正紀・小松原 琢 (2014) 石狩低地帯及び周辺地域の 20 万分の 1 海陸地質図. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4(DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 澤 祥・石山達也・池田安隆・今泉俊文・宮内崇裕・平川一臣 (2010) 1:25,000 都市圏活断層図「岩見沢」. 国土地理院技術資料 D-1-No.539.
- 沢井長雄・雁沢好博 (1988a) 札幌市豊羽鉦山周辺のデイスサイト質軽石凝灰岩のフィッシュン・トラック年代と豊羽鉦床の生成時期. 地質学雑誌, **94**, 785-788.
- 沢井長雄・雁沢好博 (1988b) 札幌市豊羽鉦山周辺の新第三系酸性凝灰岩のフィッシュン・トラック年代. 鉦山地質, **38**, 517-525.
- 沢井長雄・鷹沢好博 (1992) 西南北海道豊羽鉦山周辺の小柳沢層のフィッシュン・トラック年代. 地質学雑誌, **98**, 267-270.
- 石油開発公団 (1971) 昭和 45 年度天然ガス基礎調査, 基礎試錐「空知」調査報告書, 39p.
- 石油開発公団 (1973) 昭和 48 年度天然ガス基礎調査, 基礎試錐「南幌」調査報告書, 35p.
- 石油公団 (1998) 平成 8 年度国内石油・天然ガス基礎調査, 基礎試錐「馬追」調査報告書, 59p.
- 石油公団 (1999) 平成 9 年度国内石油・天然ガス基礎調査, 基礎試錐「夕張」調査報告書, 91p.
- 石油資源開発株式会社札幌鉦業所勇払研究グループ・岡村 聡・加藤孝幸・柴田 賢・雁沢好博・内海茂 (1992) 北海道苫小牧市東部における坑井から採取された白亜紀花崗岩類. 地質学雑誌, **98**, 547-550.
- 清水 勇・田中啓策・今井 功 (1953) 5 万分の 1 地質図幅「上芦別」及び説明書. 北海道開発庁, 99p.
- 庄谷幸夫・小田切敏夫・小原常弘 (1968) 幌別鉦山の金・銀・銅・鉛・亜鉛鉦床. 北海道地下資源調査資料, no.113, 12-29.
- 曾屋龍典・佐藤博之 (1980) 千歳地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所,

- 92p.
- 杉本良也 (1953) 5 万分の 1 地質図幅「銭函」及び説明書. 北海道開発庁, 63p.
- 杉本良也 (1957) 5 万分の 1 地質図幅「小樽東部」及び説明書. 北海道立地下資源調査所, 20p.
- 鈴木弘明・栗田裕司・保柳康一・安藤寿男・牧野 彰・伝井 哲 (1997) 北海道夕張地域での海成暁新統の発見 (演旨). 本地質学会第 104 年学術大会講演要旨, 136-136.
- 鈴木紀毅・栗田裕司・高嶋礼詩 (1999) 北海道石狩平野南部の大深度坑井から得られた最初期白亜紀放射虫化石群集とその意義 (ポスターセッション) (演旨). 日本地質学会第 106 年学術大会講演要旨, 307-307.
- 高橋功二・和田信彦 (1987) 5 万分の 1 地質図幅「穂別」及び説明書. 北海道立地下資源調査所, 40p.
- 高橋功二・谷口久能・渡辺 順・石丸 聡 (2002) 5 万分の 1 地質図幅「紅葉山」及び説明書. 北海道立地質研究所, 117p.
- Takano, O. and Waseda, A. (2003) Sequence stratigraphic architecture of a differentially subsiding bay to fluvial basin: the Eocene Ishikari Group, Ishikari Coal Field, Hokkaido, Japan. *Sedimentary Geology*, **160**, 131-158.
- 高野 修・早稲田 周・西田英毅・一ノ関鉄郎・横井研一 (1998) 北海道始新統石狩層群の河川～内湾システムと堆積シーケンス. 堆積学研究, no.47, 33-53.
- 高嶋礼詩・吉田武義・西 弘嗣 (2001) 北海道夕張-芦別地域に分布する空知層群. 蝦夷層群の層序と堆積環境. 地質学雑誌, **107**, 359-378.
- 高嶋礼詩・宮本義憲・西 弘嗣・吉田武義 (2002) 東京大学北海道演習林地域に分布する中生界空知層群および蝦夷層群の層序と地質. 東京大学農学部演習林報告, no.108, 57-76.
- Takashima R., Nishi, H. and Yoshida, T. (2002) Geology, petrology and tectonic setting of the Late Jurassic ophiolite in Hokkaido, Japan. *Journal of Asian Earth Sciences*, **21**, 197-215.
- Takashima, R., Kawabe, F., Nishi, H., Moriya, K., Wani, R. and Ando, H. (2004) Geology and stratigraphy of forearc basin sediments in Hokkaido, Japan: Cretaceous environmental events on the north-west Pacific margin. *Cretaceous Research*, **25**, 365-390.
- 武富 浩・西田英毅 (2002) 石狩～日高堆積盆における石油システム-勇払油ガス田の地化学データを中心として-. 石油技術協会誌, **67**, 52-61.
- Takeuchi, T., Kodama, K. and Ozawa, T. (1999) Paleomagnetic evidence for block rotations in central Hokkaido-south Sakhalin, Northeast Asia (Express Letter). *Earth and Planetary Science Letters*, **169**, 7-21.
- 滝上 豊 (1984) 年代学からみた北海道-東北地方の白亜紀火山帯. 地球: 沈み込み帯-そのテクトニクス-. **6**, 613-616.
- 棚井敏雅 (1986) 日本の古第三紀植物群の変遷. 科研費報告書「日本の白亜紀後期-第三紀における植物相変遷史の研究」, 1-36.
- 田代修一 (1951) 石狩炭田の地質構造に関する一考察. 石炭地質研究, 第 1 集, 北海道炭礦技術会地質部会, 68p.
- 外崎徳二・赤松守雄 (1984) 石狩丘陵南部から発見された当別層と材木沢層との不整合について. 北海道立地下資源調査所報告, no.55, 101-104.
- 椿原慎一 (1990) 北海道石狩低地東縁部・栗山町および栗沢町の上部新生界とその堆積環境. 地球科学, **44**, 263-278.
- 土田定次郎 (1961a) 石狩平野中部における新第三系の地質構造 (その 1). 石油技術協会誌, **26**, 20-28.
- 土田定次郎 (1961b) 石狩平野中部における新第三系の地質構造 (その 2). 石油技術協会誌, **26**, 51-56.
- 土田定次郎 (1961c) 石狩平野中部における新第三系の地質構造 (その 3). 石油技術協会誌, **26**, 180-187
- 辻 隆司・斉藤雄一・生路幸生・一ノ関鉄郎・小布施明子・甲斐邦男・柳本 裕 (1992) 石狩平野北部地域の峰延ガス田における奔須部都層と須部都層の堆積環境と堆積シーケンス. 石油資源開発株式会社技術研究所研究報告, no.8, 1-26.
- 辻野 匠・井上卓彦 (2012) 日高舟状海盆海底地質図. 海洋地質図, no.77 (CD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Tsumura, N., Ikawa, H., Ikawa, T., Shinohara, M., Ito, T.T., Arita, K., Moriya, T., Kimura, G., and Ikawa T. (1999) Delamination-wedge structure beneath the Hidaka Collision Zone, Central Hokkaido, Japan inferred from seismic reflection profiling. *Geophysical Research Letters*, **26**, 1057-1060.
- 対馬坤六・垣見俊弘・植村 武 (1956) 5 万分の 1 地質図幅「厚田」及び説明書. 地質調査所, 31p.
- 通商産業省 (1971) 広域調査報告書-国富地域-(昭和 45 年度). 通商産業省資源エネルギー庁, 48p.
- 通商産業省 (1972) 昭和 46 年度広域調査報告書-定山溪地域-. 通商産業省資源エネルギー庁, 32p.
- 通商産業省 (1974) 昭和 48 年度広域調査報告書-定山溪地域-. 通商産業省資源エネルギー庁, 47p.
- 通商産業省 (1979) 昭和 53 年度広域調査報告書-千歳地域-. 通商産業省資源エネルギー庁, 56p.
- 上杉 陽・遠藤邦彦 (1973) 石狩湾岸低地の地形と土壤について. 第四紀研究, **12**, 115-124.
- 馬追団体研究会 (1983) 北海道中央部馬追丘陵南東の中・上部更新統-2つの海進について-. 地球科学, **37**, 8-21.
- 馬追団体研究会 (1987) 石狩低地帯東縁部の更新統層序

- と古地理の変遷. 地球科学, **41**, 303-319.
- 和田信彦・八幡正弘・大島弘光・横山英二・鈴木豊重 (1988) 西胆振地域の地質と地熱資源. 地下資源調査所調査研究報告, no.19, 93p.
- 渡辺 寧 (1992) 西南北海道室蘭半島に分布する室蘭層の K-Ar 年代. 地球科学, **46**, 351-354.
- 渡辺 寧・岩田圭示 (1986) 北海道南西部豊羽鉦山周辺の中新世層序. 地質学雑誌, **92**, 817-820.
- 渡辺 寧・藤林紀枝・中川 充・加々美寛雄 (1993) 北海道中央部馬追丘陵および夕張炭田地域の中新世前期火山岩類の K-Ar 年代. 層序対比および化学組成, 岩鉦, **88**, 295-306.
- 矢部長克 (1901) 北海道石狩煤田地方に於ける白亜紀層また第三紀層の時代に関する在来の諸説を記し合わせて小生の鬼見を略す. 地質学雑誌, **8**, 144-147.
- 矢部長克・青木廉二郎 (1924) 日本新生代地層の対比. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, **4**, 1-14.
- 八幡正弘 (1993) 北海道南部, 小樽内上流域の鉦化帯とその K-Ar 年代について. 平成 4 年度広域地質構造調査報告書 (構造解析総合調査), 通商産業省, 45-46.
- 八幡正弘 (2002) 北海道における後期新生代の鉦化作用および熱水活動の時空変遷. 北海道立地質研究所報告, no.73, 151-194.
- 八幡正弘・西戸裕嗣 (1989) 西南北海道東部・西胆振地域の新生代の K-Ar 年代について. 地質学雑誌, **95**, 381-390.
- 八幡正弘・五十嵐八枝子・Gautam, P.・和田信彦 (1989) 西南北海道洞爺湖東方の鮮新-更新統に就いて-堆積相・花粉層序・古地磁気層序-. 地球科学, **43**, 261-276.
- 八幡正弘・五十嵐八枝子・塚腰 実・前田寿嗣・柳井清治 (2001) 中央北海道, 砂川低地帯南東地域の更新統. 地球科学, **55**, 339-356.
- 山田悟郎・和田信彦・赤松守雄 (1981) 苫小牧東方地域の中・上部更新統-とくに厚真-鶴川付近の丘陵地域-. 北海道立地下資源調査所報告, no.52, 31-55.
- 山縣耕太郎 (1994) 支笏およびクッタラ火山のテフクロロジー. 地学雑誌, **103**, 268-285.
- 山岸宏光・渡辺 寧 (1986) 西南北海道における新生代後期の応力場の変遷-地質断層, 岩脈, 鉦脈および活断層の検討-. 地団研専報: 北海道の地質と構造運動. no.31, 321-331.
- 山口久之助・小原常弘 (1974) 支笏周辺地下水源調査報告. 北海道立地質研究所, 39p.
- 山口久之助・佐藤 巖・小山内 熙・二間瀬 洌・小原常弘・松下勝秀・国府谷盛明・早川福利・横山英二 (1964) 10 万分の 1 水理地質図「札幌」及び説明書. 北海道水理地質図, no.8, 110p, 北海道立地下資源調査所.
- 山口昇一 (1958) 5 万分の 1 地質図幅「門別」及び説明書. 地質調査所, 24p.
- 山口昇一 (1960) 5 万分の 1 地質図幅「鶴川」及び説明書. 地質調査所, 35p.
- 山口昇一・五十嵐昭明・千葉義明・芥藤清次・西村進 (1978) 北海道有珠郡北湯沢地熱地域の熱水変質帯. 地質調査所報告: 日本の地熱地域の熱水変質帯の地質学的研究 その 1, no.259, 43-84.
- 山崎哲良 (1991) 倶多楽火山の外輪山噴出物の地質と岩石. 地球科学, **45**, 51-60.
- 山崎哲良・宮坂省吾・河内晋平 (1986) 森野火山噴出物の ^{14}C 年代-日本の第四紀層の ^{14}C 年代 (157)-. 地球科学, **40**, 80-82.
- 山崎哲良・宮坂省吾・石井次郎・河内晋平 (1987) 支笏火山からもたらされた森野・社台川火山噴出物. 日本地質学会第 94 年学術大会講演要旨集, 160.
- 柳田 誠 (1991) 河岸段丘の動的地形変化に関する研究. 駒沢地理, no.27, 1-75.
- 横倉隆伸・山口和雄・岡田真介 (2013) 石狩低地東縁断層帯南部における反射法地震探査-苫小牧-むかわ測線西部における稠密発震データの解析-. 平成 24 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速報, no.62, 47-61.
- 横倉隆伸・岡田真介・山口和雄 (2014) 反射法地震探査結果から見た石狩低地東縁断層帯南部周辺の地下地質構造. 海陸シームレス地質情報集, 「石狩低地帯南部沿岸域」, 海陸シームレス地質図 S-4 (DVD), 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 吉田 尚・神戸信和 (1955) 5 万分の 1 地質図幅「幾春別岳」及び説明書. 北海道開発庁, 38p.
- 吉村尚久・小田一郎・八幡正弘 (1987) 北海道白老川上流域の新第三系の変質 (演旨). 三鉦学会連合学術講演会講演要旨集, 1987, 60-60.

(受付: 2013 年 12 月 30 日; 受理 2014 年 3 月 5 日)

石狩低地帯及び周辺地域の 20 万分の 1 地質図及び説明書

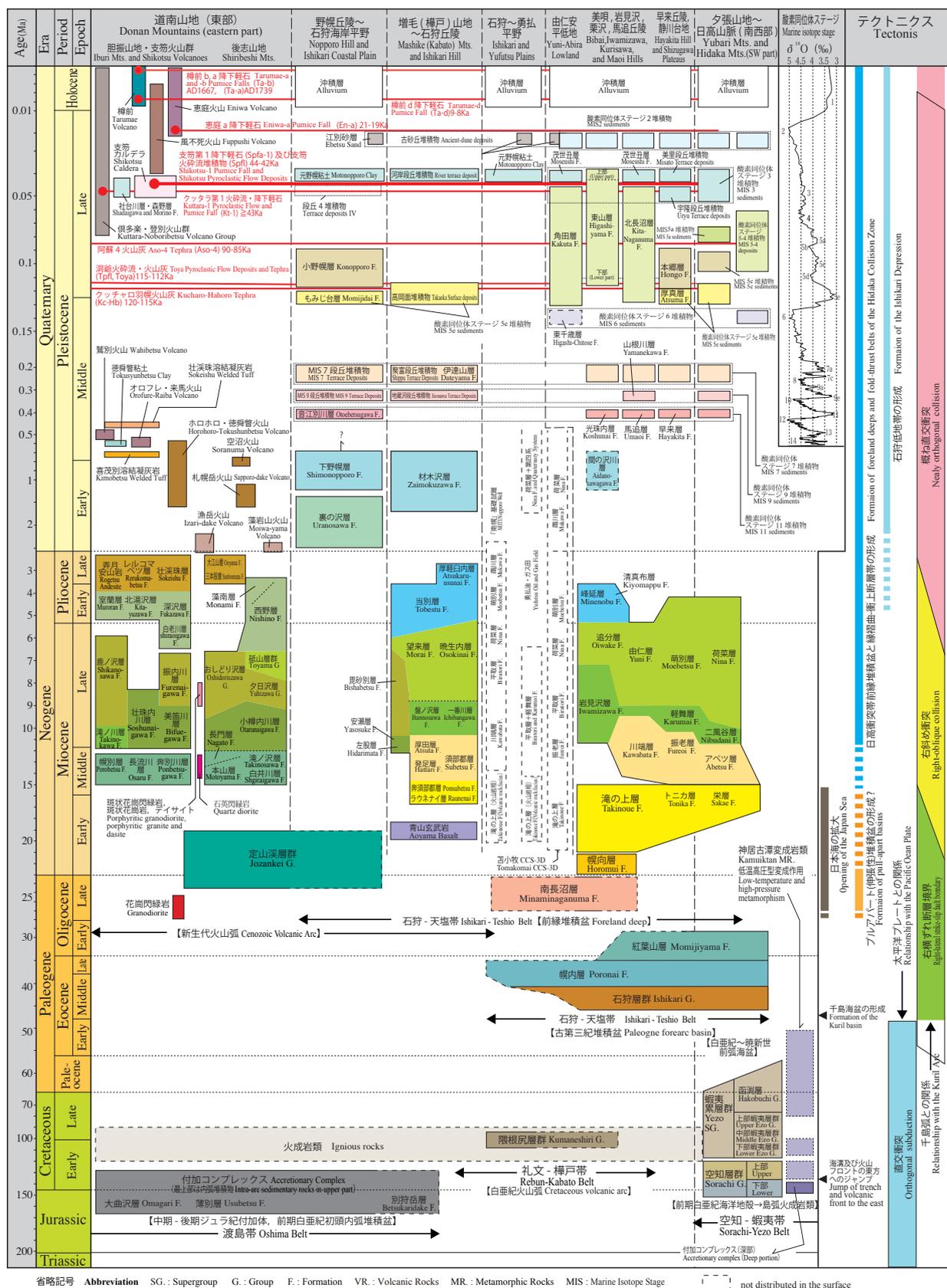


第 1 図 石狩低地帯及び周辺地域の地形

渡島帯、礼文-樺戸帯、空知-エゾ帯は、後期ジュラ紀-白亜紀の地質構造区分を示す(本文参照)。

Fig.1 Topographic feature of the Ishikari Depression and its surroundings.

The Oshima, Reibun-Kabato and Sorachi-Ezo Belts show the Late Jurassic to Cretaceous tectonic province (see the text).



第2図 石狩低地帯及び周辺地域の層序とテクトニクス
 詳細は本文を参照。地質時代は Gradstein *et al.* (2012), 酸素同位体ステージは Lisiecki and Raymo (2005) に基づく。
 Fig.2 Stratigraphy and tectonics in the Ishikari Depression and its surroundings
 For details, see the text. Geological time is based on Gradstein *et al.* (2012). Marine Isotope Stages is based on Lisiecki and Raymo (2005).