

VI 札幌の地史（おいたち）

(1) あらまし

サッポロカイギュウ化石の産出に関連して調査・研究を行った豊平川上流域および月寒丘陵南部に分布する地層の積み重なりについてはIIの1で説明しました。この説明は主に札幌西南山地とその東側の丘陵地を対象としたものですが、周辺の平野（低地）もふくめてとらえ直すと、次のような積み重なりとなります（表VI-1）。

すなわち、古い方（下にあるもの）より順に、先第三紀層（薄別層）、新第三紀層および第四紀層で構成されます。新第三紀層は定山溪層群、砥山層および西野層より、第四紀層は裏の沢層、野幌

層群（下部・上部）、支笏火山噴出物および後期更新世末～完新世の地層群（段丘堆積層群・崖錐堆積物・沖積層・現河川氾濫原堆積物）より構成されています。1～2億年前という恐竜が栄えた時代の薄別層をのぞくと、これらは2千数百万年前以降の「後期新生代」と呼ばれる時代の地層群です。

札幌付近の地質的なりたちは直接的にはこの2千数百万年前以降の地層の積み重なり秘められています。各地層または地層群毎に、ときには地球・日本・北海道全体という広い範囲のことにも言及しながら、トピック的に時代時代の様子・特徴を図（絵）などを用いて説明します。

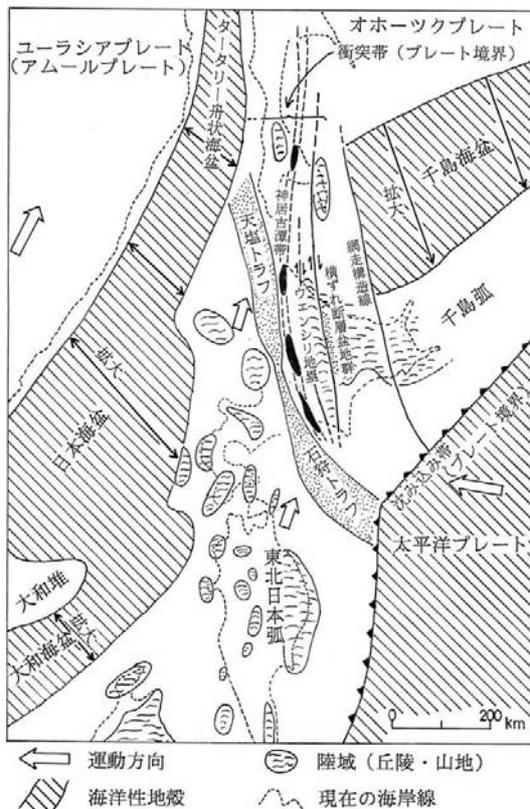
表VI-1 札幌付近の地史のあらまし

Ma(100万年前)	地質時代		地層		グローバルなできごと	札幌付近の古地理・環境変遷のトピック	古地理復元の年代	備考	
0.01～	第四紀	完新世	後氷期	沖積層(その他の段丘・崖錐堆積物, 現河川氾濫原堆積物)	有楽町層相当層	縄文海進ピーク(6,000年前)とその後の数mの海面低下	内湾(石狩湾)・砂州(紅葉山砂丘)→泥炭地の形成・石狩湾岸での砂丘・砂堤列の形成	6,000年前	図VI-17・18
0.015～				七号地層相当	寒の戻りと急激な海面上昇(縄文海進)	最寒冷期の谷地形の埋積(埋没谷), 現札幌扇状地の形成開始			
0.08～		後期	最終氷期(ワルム氷期)	ローム・扇状地礫層?	支笏火山噴出物など	極地氷河発達・2万年前頃最寒冷期で100m以上の凡世界的海面低下, 日本海湖沼化・宗谷陸橋で大陸と地続き	石狩湾陸域化・支笏大爆発と火砕流(溶結凝灰岩-札幌軟石-の生成)で石狩低地帯中～南部埋積・石狩低地帯台地化と谷地形	1.7万年前	図VI-14・15・16
0.1～			最終間氷期後半	野幌層群上部	本郷層	最終氷期への移行期	石狩低地帯大温原化→徐々に台地へ移行, 古石狩川は日本海へ?	10万年前	図VI-13
0.13～			最終間氷期前半	厚真層	厚真層	12万年前頃をピークとする海面上昇	石狩低地帯海峽化・洞爺大爆発と火砕流	12万年前	図VI-12
0.78～	中期	リス氷期(間氷期含み2つに分かれる)	野幌層群下部	早来層	リス氷期中の間氷期(海進期)?	石狩低地帯海峽化(石狩海峽)	21.5万年前	図VI-11	
			?		95万年前以降は氷期-間氷期のサイクル(約10万年周期)明瞭化	氷期-間氷期のサイクルによる陸域-半陸域・浅海域の繰り返し			
1.78～	前期		裏の沢層	材木沢層	アムール・オホーツク両プレート間の押し合い活発化(圧縮運動)・日本海東縁変動帯の発生, 300万年前以降さらに寒冷化進む	野幌・馬追・石狩・月寒丘陵などの隆起開始(札幌東部-当別沈降帯・長沼沈降帯の形成), 石狩低地帯半陸域化	150万年前	図VI-10	
5.2～	鮮新世		西野層	当別層	北極圏に大規模な氷河(氷床)が発達開始	東西圧縮の開始(現在に続く), 札幌付近最後の火山活動?(藻岩山など), 札幌西南山地(豊平川流域など)ほぼ陸域化(石狩低地帯が堆積域)	250万年前	図VI-9	
10.4～			新第三紀	後期	砥山層		太平洋プレートの斜め沈み込みにもなる「千島弧西進」開始・千島弧雁行構造(火山帯)の形成	札幌西南部で広域的に火山活動活発化(浅海・陸域)	800万年前
16.3～	中新世	中期			定山溪層群	ハイアロクラスト層	1,700～1,400万年前世界的に海水準上昇し本州以南は熱帯～亜熱帯(道南温暖), アムールプレートがオホーツクプレートにもぐり込むように衝突, 日本海・オホーツク海の拡大(日本海盆・千島海盆の形成)	石狩低地帯の東側に沈む海(石狩トラフ)と上昇する山脈(日高山脈北部), “定山溪島”とそれに隣接して深い海が存在するようになる, 定山溪石英斑岩体のマグマ活動とハイアロクラストの堆積(水中火山活動)	1,500万年前
23.3～				前期	帯緑色火砕岩層	帯緑色火砕岩層		札幌付近では陸～半陸域での火山活動	
	古第三紀	漸新世		(小柳沢層)					
300～150?	古生代石炭紀末～中生代ジュラ紀?		先第三系	薄別層					

(2) 札幌最古の石（薄別層）

定山溪温泉街の南西に豊平川と薄別川の分岐点（銚子口）がありますが、薄別川に沿って 1.5km あまり進むと河床に多くの石英脈をともなう非常に硬い黒～灰色の泥岩・細粒砂岩の互層の岩体が現れます。これが“札幌最古の石”の薄別層です。この地層に類似した古くて硬い石は、西南北海道では新第三紀層の下に分布する基盤岩としてあちこちに顔を出しています。薄別層そのものは化石などによる年代決定は行われていませんが、他地域の類似岩石（地層）の調査研究から、古生代石炭紀末～中生代ジュラ紀（3～1.5 億年前頃）の地層と推定されています。なお、銚子口の南の豊平峡温泉のボーリングでは深度 295m 以下に薄別層がとらえられ、温泉街東側の夕日岳の東斜面でも確認されていて、地下深部での広がりが見られます。

薄別層の岩石は砥山ダム下の砥山層中のタービダイト（海底土石流堆積物）中に陸からもたらされた円礫として取込まれていることなどから、サッポロカイギュウの生息時（800 万年前）を含む、1,000 万年前頃（中新世の中期後半から後期初頭）の海陸分布を考えた場合、定山溪温泉付近が陸地として顔を出していた可能性が示されます。



図VI-1 北海道付近の 1,500 万年前のプレート配置（岡，1994 原図・修正）

(3) “グリーンタフ”とハイアロクラスタイト（定山溪層群）

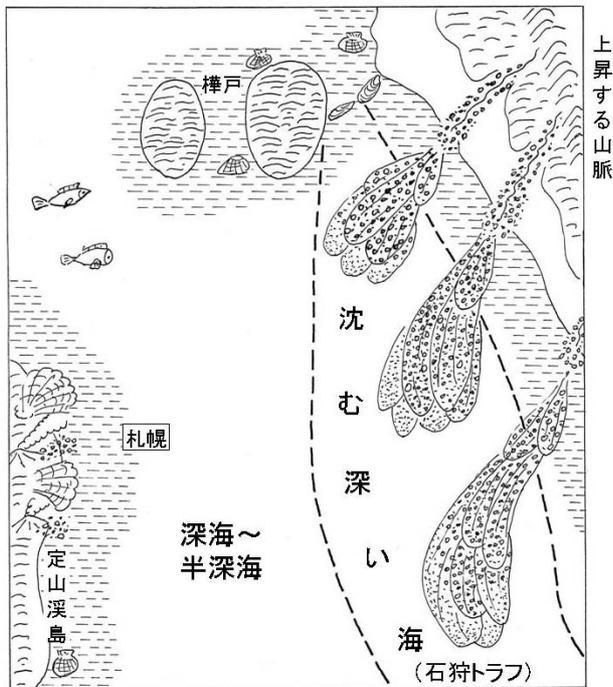
定山溪層群はⅡ章の 1 及びⅣ章で説明したように、その専門的な取り扱いについてはまだかなりの問題が残っています。今回調査を行った定山溪温泉街付近（薄別川薄別橋～銚子口・豊平峡ダム～銚子口）および百松沢付近などの地質状況から、下から a) 帯緑色火砕岩層、b) 帯緑色火砕岩泥岩層、c) ハイアロクラスタイト層の積み重なりが把握できます。定山溪層群は年代的には次の砥山層の前で 1,000 万年ころより古く、最下部には 2,400 万年前の年代測定値も示されており、それから判断すると古第三紀漸新世最末期から中期中新世の地層として位置づけられます。

上の a) の示す古環境・地理は陸～半陸域（湖沼）環境が主で、旺盛な火山活動により特徴付けられます。b) の示すそれらは半陸域～海域で同様に旺盛な火山活動が続いていますが、特に火砕流（珪長質）により特徴付けられます。これら一連の火山噴出物は緑色変質を生じており、“グリーンタフ”と呼ばれています。海は次第に深くなって行き、c) のそれは“定山溪島”とその周辺の深い海（半深海～深海）です。

ところで、1,700 万年～1,400 万年前頃の時代は、世界的に海水準が上昇し海進期とされています。1,600 万年前頃には本州以南は熱帯～亜熱帯の海洋環境で、多島海的な風景の中にマングローブ林があり、ビカリア・ゲロニアなどの貝類群集が生息していたとされていますが、それも 1,500 万年前頃には温帯性の環境へ変化しました。北海道西南部では訓縫層という地層がこの海進期の代表的な地層で、巨大なカキやサンゴなどの化石の産出が知られています。

プレートの相互作用により、1,700 万年前頃からアジア大陸東縁で地溝が形成され、これが次第に拡大し、やがて海水が侵入し日本海が形成されて行きました（図VI-1）。その拡大は 1,450 万年前頃には終了しましたが、この時生じた海洋底が現在の日本海盆・タータリー舟状海盆と呼ばれる水深 1,000m 以上の部分です。ほぼ同じ頃、オホーツク海も拡大し千島海盆が形成されました。北海道西部には北から増幌層・古丹別層・川端層と呼ばれる厚さ数 1,000m に達する地層が存在しています。これらの堆積については、今の日高山脈北部から北見山地へかけての地域が隆起して山脈（ウ

エンシリ地壘)となり、一方その西側には急激に沈降する細長い海(天塩-石狩トラフ)が形成され、この山脈からもたらされる大量の土砂が堆積し、これらが次第に固結してこれらの地層になったものと考えられます。このような山脈や沈降する海の形成については、ユーラシアプレート(アムールプレート)が北米プレート(オホーツクプレート)の下にもぐり込むように衝突した結果とされています。札幌付近のできごととしてとらえるならば、このような沈降する海は夕張から日高沿岸にかけての地域に存在しており、札幌は本州から続く多島海の北部の中の一つの島(“定山溪島”)の周辺に位置していました(図VI-2)。この島とその周辺では陸上または浅海での火山活動が活発でした。1,500 万年前を過ぎると地球全体が次第に寒冷化に向かい徐々に海水準が低下しますが、札幌は島の周辺にかなり深い海(半深海)が接近するような環境で、沿岸~海底火山活動が活発化しハイアロクラスタイト(水中火砕岩)が膨大に堆積しました。定山溪付近に限定するならば、この活動には石英斑岩体(地下深部のマグマ)が密接に関連している可能性が伺えます。そして時代は1,100 万年前頃となり、後期中新世を迎えます。



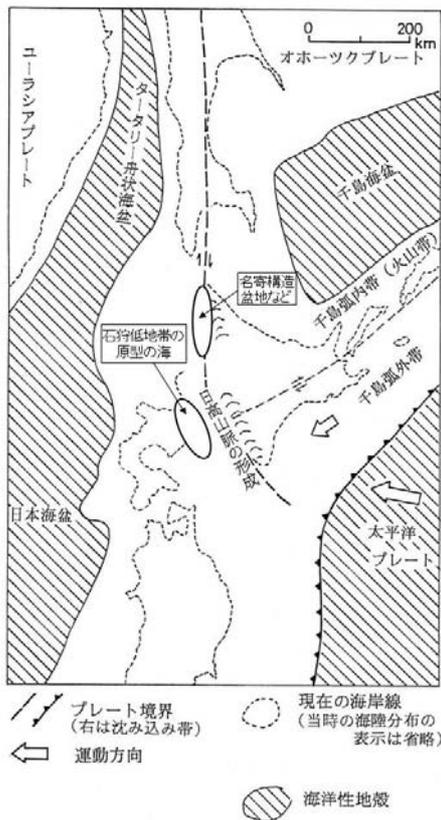
図VI-2 1,500 万年前の札幌付近の古地理図(岡孝雄作成)

(4) カイギュウの泳ぐ海(砥山層)

凡世界的に1,500 万年前頃から低下を続けた海水準も1,100 万年前を過ぎると多少の変動があるもののほぼ安定し、その状態は500 万年前頃まで続きます。この期間の大部分は札幌付近では火山活動は比較的静穏な状態で推移し、札幌は“定山溪島”の周囲のやや深い海(半深海)の環境にありました。このような環境での堆積物が砥山層(泥岩)です。

札幌から眼を転じ、広くとらえると1,000 万年前頃から太平洋プレートの斜め沈み込み(西北西方向)に連動した千島弧外帯の西進運動(南西西方向)が発生し、千島弧内帯の火山活動も活発化して行きました(図VI-3)。中でもっとも注目すべきことは千島弧の西進の結果、北海道中央部南半で地殻深部に達する大きな逆断層(スラスト)が活動し、地殻深部がめくれ上がるような現象が起きた結果、日高山脈が形成されたことです。日高山脈とともに夕張山地なども次第に上昇してきますが、札幌付近はこれらの西側前面に広がる海域(半深海)の中にあり、この海には日高山脈などから河川がいくつか流入し、その河口沖合には河川からもたらされた土砂により海底扇状地が形成されていました(図VI-2、馬追丘陵の追分層の泥岩と礫岩)。この海が現在の石狩低地帯のはじまり(原型)です。

火山活動は静穏といっても、“定山溪島”の内部や周辺ではある程度続いており、その噴出物はときどき周辺の深い海へ水中火砕流や海底土石流としてもたらされました。サッポロカイギュウは中期中新世から続く東北日本から北海道西部の多島海的な環境の中で生息していたと思われます。その生活場所である浅い海は“定山溪島”の周辺ではかなり限られていたと推察されますが、カイギュウは沿岸で遺体となったものが沖合に運ばれ、そのままの形で深い海底に沈んで泥の中に埋没し、次第に化石化したものと考えられます。カイギュウ化石とともにクジラの化石も産出することから、海生哺乳類が活発に泳ぐ様も想像されますが、花粉分析・堆積相解析結果などから“定山溪島”は山地が深い海に直に接するような環境、現在の道南日本海側のような古地理が想定されます。



図VI-3 800 万年前の北海道付近のプレート配置と古地理 (岡, 1994 原図・修正)



図VI-4 800 万年前の札幌付近の古地理図 (札幌市 2004 年「札幌の地下構造」パンフレット原図・修正)

(5) 火山活動と山地の形成 (西野層; “平坦溶岩”)

石狩低地帯の原型となる深い海の状態はサッポロカイギウが生息した時期を含めおよそ 1,000 万年間にわたり続きますが、“定山溪島”とその周辺では 600 万年前ころから再び全域で火山活動が活発化し、地下からのマグマの上昇や火山噴出物 (溶岩・火山灰) により陸地が次第に広がってきました。陸地の火山から周辺の浅海には、火山噴出物が噴火そのものや二次的な浸食・崩壊などによって土石流となり、さらに浅海域でも噴火活動があって、大量の火山噴出物が堆積しました。これが西野層下部です。噴出物の中には軽石などを主体とする火砕流堆積物も多く、陸域ではカルデラ地形が存在し火砕流台地が広がっていたと想像されます (図VI-5)。

時代を経るに従って陸地はさらに広がり、札幌付近の海は全体として浅くなっていきます。300 万年前を過ぎると、今の豊平区・清田区から北広島市西部一帯 (月寒丘陵南部) は沿岸 (河口) からその沖合というような堆積環境となり、その西側背後には火山の多い山地が広がっていました。ちょうどこの頃、今の手稲山-藻岩山-焼山 (羊ヶ丘南方) -白旗山-竹山 (北広島市) を結ぶ北西-南東の線上で火山活動が活発化し、手稲山や藻岩山が形成されました (図VI-9)。現在でも手稲山は頂上付近に少し平坦な面が残りますが、それは溶岩台地の浸食から残された一部で、その断面は西野付近から断崖として望むことができます。手稲山のような溶岩台地は札幌近郊では無意根山・札幌岳・空沼岳にも存在し、ほぼ同時期に形成されたと推察され、このような溶岩は“平坦溶岩”と呼ばれています。焼山・白旗山付近の火山活動はかなり小規模なもので、大きな火山体を形成するものではありませんでしたが、西野層最上部の砂質岩の中にその証拠が残っており、竹山では温泉ボーリングにより地下にその存在が認められます。藻岩山についてはⅡ章の4で説明したように、400 万年前頃 (鮮新世中期) の火山島とその周辺の浅海域での火山活動に続き、280 万年前頃の陸域での割れ目噴火・溶岩流出、250 万年前頃 (鮮新世末) の火山体中心での火口噴火という火山発達史が詳細に明らかになりました。札幌付近での火山活動は今のところ、この藻岩山の250 万年前頃の活動が最後ではないかと考えられます。

西野層の堆積した時期は鮮新世 (540~180 万年前) と呼ばれる時代にほぼ一致します。この時代

に入るとその前の後期中新世より寒冷化し、北極圏にも大規模な氷河（氷床）が発達し始め、300万年前以降にはさらに寒冷化が進みました。



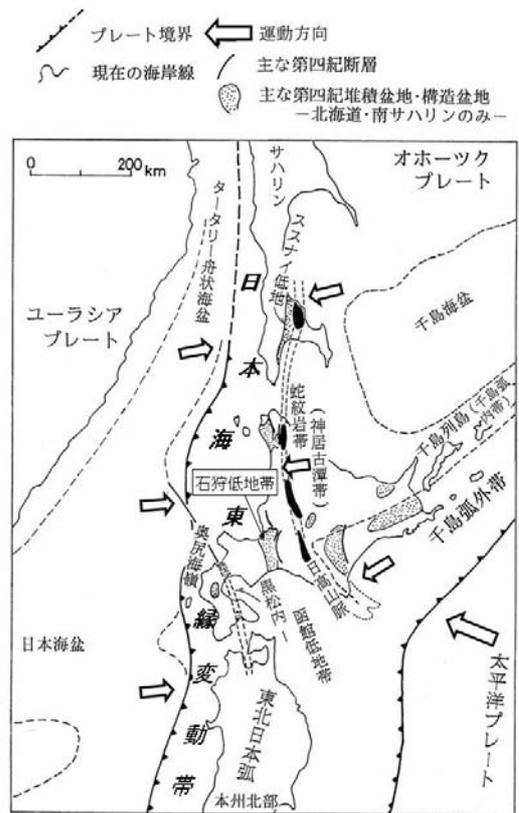
図VI-5 札幌付近の400万年前の古地理図（岡孝雄作成）

(6) 東西圧縮性地殻変動の開始（材木沢層・裏の沢層）

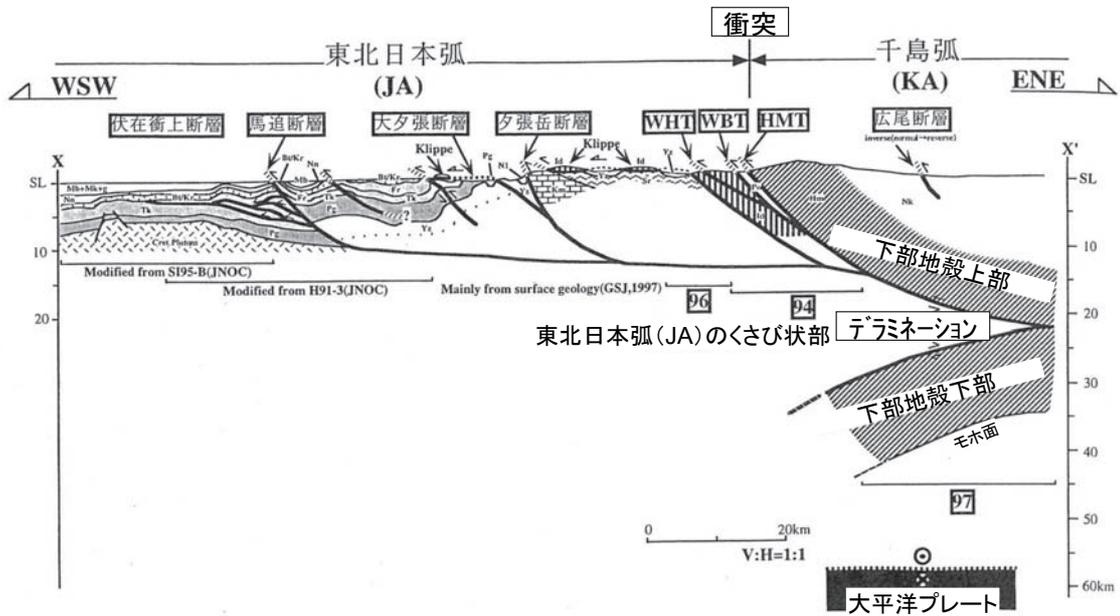
1,000万年前頃から太平洋プレートの斜め沈み込み（西北西方向）に連動した千島弧外帯の西進運動（西南西方向）が発生し、その中で東側上がりのスラスト（低角逆断層）運動が西へ向かって進行し、日高山脈・夕張山地・馬追丘陵と石狩低地帯などの平野が形成されました（図VI-6・7）。300万年前ころになると、さらにユーラシア（アムール）プレートと北米プレート間の押し合いによる東西圧縮運動が日本海東縁部で活発化し、札幌付近もそれに巻き込まれることとなります（図VI-6・8）。なお、図VI-8には札幌市が地震動関連で行った石狩平野北部地下構造調査での反射法地震探査断面（札幌北部の北区屯田～白石区東米里測線）に現われた東西圧縮運動の開始の様子を示します。

250万年前～150万年前ころの札幌付近の古地理図を描くと図VI-9・10のようになります。これらで明らかなように日本海東縁での東西圧縮運動の影響下で、札幌付近の海の中では堆積層にシワがよる褶曲が形成され、盛り上がったところは石狩・野幌などの丘陵や茨戸（油田形成）などの萌芽となりました。沈降したところには周囲の陸地

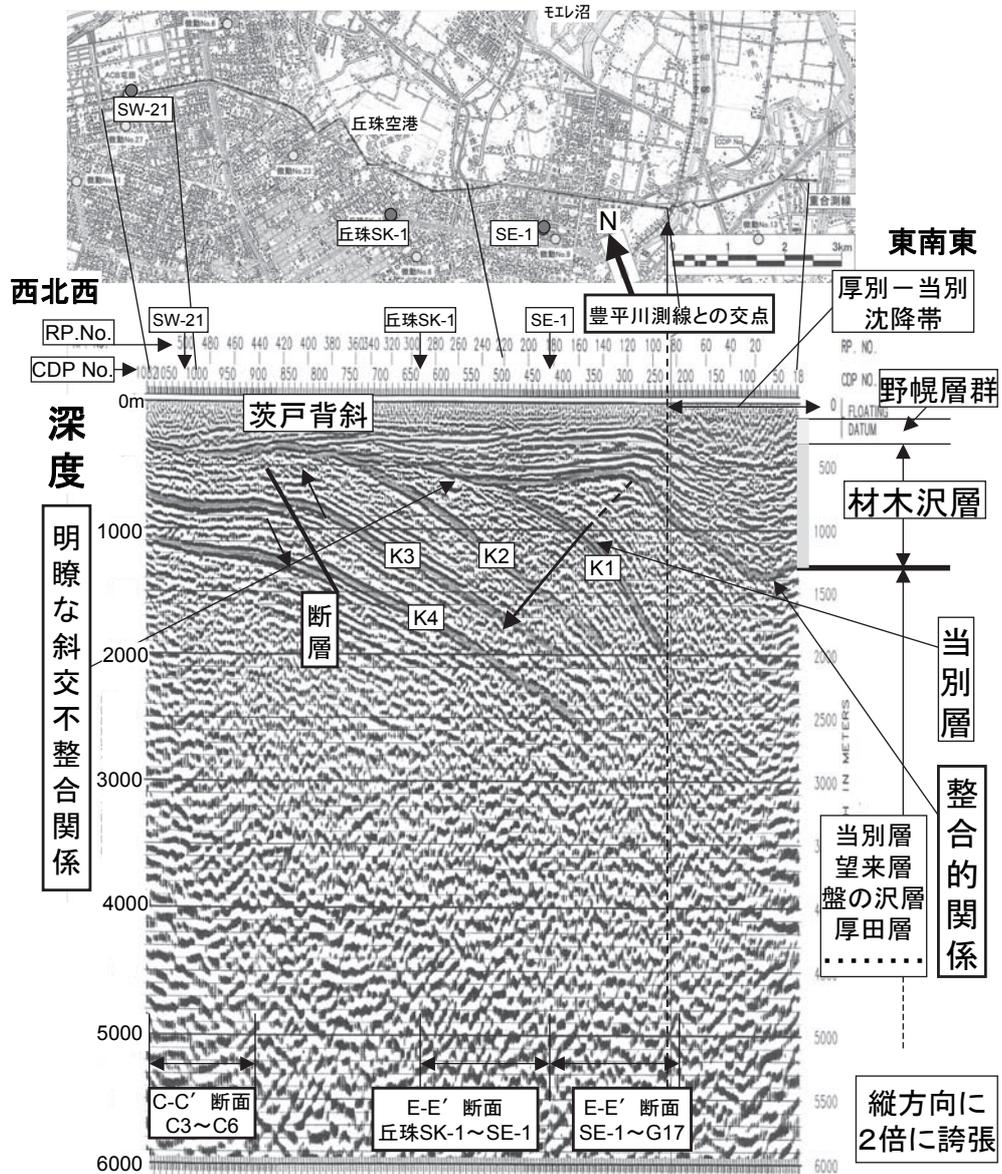
からもたらされた土砂が厚く堆積しましたが、特に札幌東部（厚別）から当別にかけての部分は沈降が激しく200万年前ころの堆積面は現在、地表下1,500mよりも深い所に存在しています。当初は浅い海であった札幌付近も（図VI-9）、やがて、ほぼ現在のような低地域となり（図VI-10）、周期的に温暖化すると海が浸入するということを繰り返していました。このように、札幌付近で東西圧縮が開始され、海が低地へ移行してから砂礫を主とする堆積物が沈降部に集積していきました。これらの堆積物のうち、今から78万年前ころまでのものが材木沢層（裏の沢層）で、その地質時代はほぼ第四紀の前期更新世です。



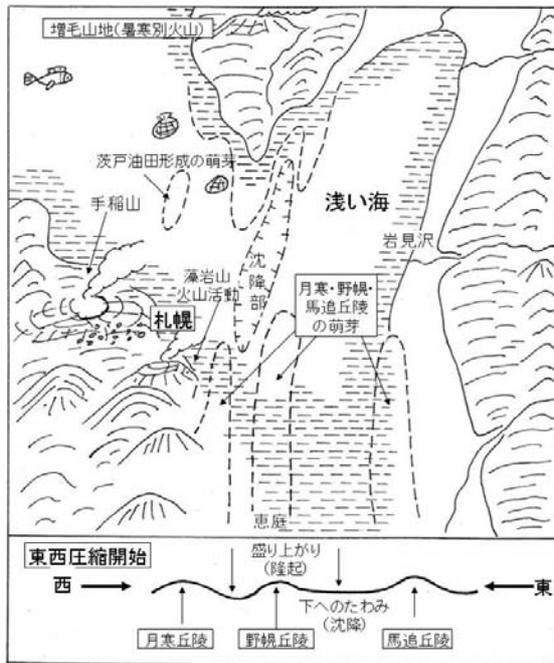
図VI-6 北海道付近の300万年前以降のプレート配置図（岡，1994原図・修正）



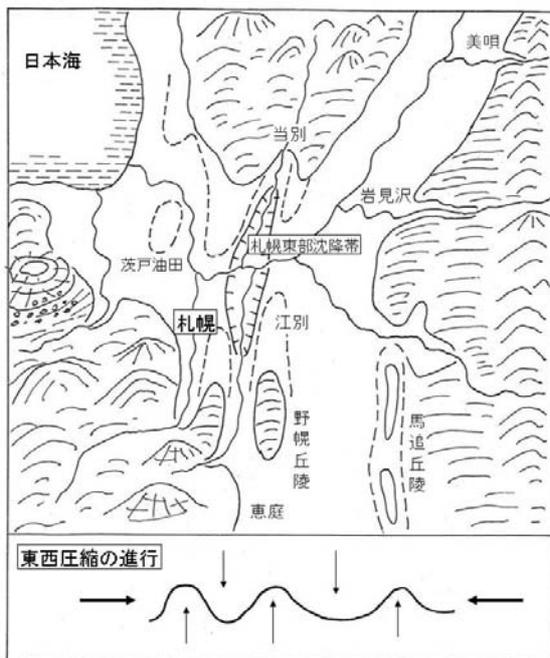
図VI-7 日高山脈付近の地下構造（デラミネーション－ウエッジ構造）とその西方のスラスト帯（山地・丘陵群）および平野（伊藤，2000 原図・加筆修正）。



図VI-8 石狩平野北部地下構造調査での反射法地震探査断面（札幌北部の北区屯田～白石区東米里測線）に現われた東西圧縮運動の開始の様子（岡，2005 原図）。



図VI-9 250万年前の古地理図(札幌市2004年「札幌の地下構造」パンフレット原図・修正)



図VI-10 150万年前の古地理図(岡孝雄作成)

(7) 氷河性海面変動と丘陵・台地の形成(野幌層群)

“第四紀”という時代は別名“氷河時代”とも呼ばれますが、(6)で述べたように凡世界的な気候変動・氷河性海面変動で特徴づけられる時代でもあります。これらの変動は95万年前以降ではさらに顕著になり、氷河期と間氷期と呼ばれる期間が10数万年のサイクルで繰り返すこととなります。このうち78万年前以降現在の期間が、中～後期更新世と完新世を合わせた第四紀の後半で

す。札幌付近については、この期間の前半については証拠が少ないことと調査研究があまり進んでいないことから詳しく論ずることはできませんが、25万年前以降の旧リス氷期中の間氷期(同位体ステージ7; 25～19万年前)、リス氷期中の後半の氷期(ステージ6; 19～13万年前)、リヌーウルム間氷期(最終間氷期; ステージ5; 13～8万年前)、ウルム氷期(最終氷期; ステージ4～2; 8～1.6万年前)および後氷期(ステージ1; 1.6万年前以降)については詳しく説明することができます。地層としては野幌層群または早来層・厚真層・本郷層などが対応します。

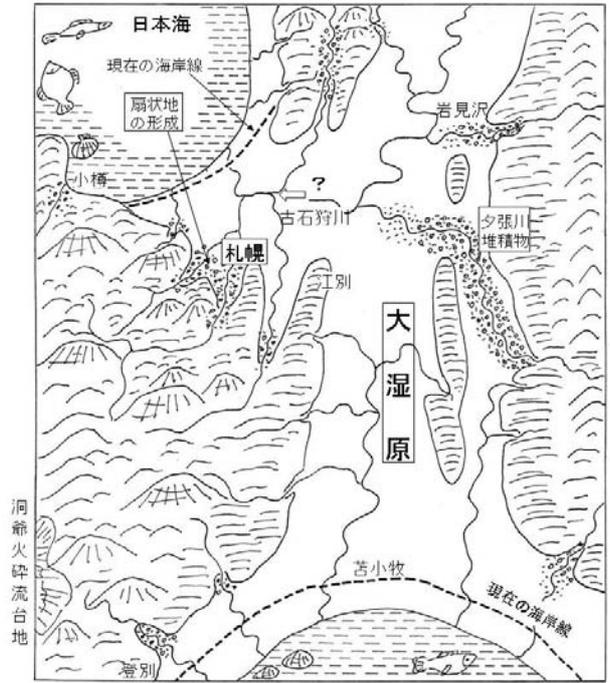
野幌層群下部または早来層は、最終間氷期の一つ前の間氷期の海進堆積物とみなされます。その海進の海水準が凡世界的にピークにあった21.5万年前を想定して札幌付近(石狩低地帯とその周辺)の古地理図を描くと図VI-11のようになり、石狩低地帯は海峡状態になっていました。300万年前ころから進行した東西圧縮運動の進行により、石狩・野幌・馬追丘陵などはすっかり隆起部として明瞭となっていますが、海面の上昇により、馬追丘陵の一部を除いてはほぼ海域(浅海)に没するか、バリヤとして存在していました。

野幌層群上部の主部または厚真層は、最終間氷期前半の海進堆積物とみなされます。その海進の海水準が凡世界的にピークにあった12万年前を想定して札幌付近の古地理図を描くと図VI-12のようになり、石狩低地帯は21.5万年前ころと同様に海峡状態に(石狩海峡)になっていました。ただし、21.5万年前ころと比較すると、周辺の丘陵部への浅い海の浸入は小さくなっています。

野幌層群上部の最上部(小野幌層)または本郷層は最終間氷期後半(10～8万年前ころ)の海退期の湿原堆積物とみなされます。海退の始まりのころ10万年前ころを想定して古地理図を描くと図VI-13のようになります。湿原は今の釧路湿原のような状態と推察されます。古石狩川が太平洋に流れていたのが、支笏火山噴出物(火砕流)の堆積後に日本海へ流れるようになったと言われていますが、その真偽はこの湿原に関連する地層の解明にかかっており、正直のところまだ答えは得られていません(図では今と同様に日本海へ流れていた可能性を表現)。なお、この湿原関連の地層中には洞爺火山灰がはさまれており、大カルデラ(洞爺湖)を形成する大規模な火山活動があったことも銘記しなければなりません。



図VI-11 21.5万年前の古地理図(岡孝雄作成)



図VI-13 10万年前の札幌付近の古地理図(岡孝雄作成)



図VI-12 12万年前の古地理図(札幌市2004年「札幌の地下構造」パンフレット原図・修正)

(8) 最終氷期に札幌を直撃した大火砕流(支笏火砕流堆積物)と寒冷のピーク

8万年前ころを過ぎると、海面は現海水準より50m以上低下し、時代は最終氷期に入ります。4万年前、海面は70mあまり低下していましたが、石狩低地帯の南西縁で巨大噴火が起こり、支笏カルデラ(支笏湖)が形成されました。同時に火砕流が流出し、西へは山地によりはばまれましたが、南北と東へは大量に堆積し、広大な火砕流台地が形成されました(図VI-14)。特に東方への流出は馬追丘陵に達したため、石狩低地帯は南北に二分されました。火砕流についてボーリングデータにより下限の等深線図を描くと、千歳市街付近から苫小牧にかけて谷状構造が明らかになり、これが火砕流流出以前の古石狩川の太平洋への谷と考えられていました。しかし、最近の内陸直下型地震関連の地殻変動解析によれば、ほぼ10万年前とみなされる本郷層の下限面に最大50~70mの垂直変位が生じていることが明らかになっており、それに準じるとこの火砕流の経過期間4万年の間に下限面にも20m~30m弱の変位(沈降)が生じていることが想像されます。そのような変位を考慮するとこのような谷状構造が古石狩川の谷であるとする従来の見解は再考しなければなりません。

2~1.5万年前ころは最終氷期の最寒冷期にあたり、海面は120mも低下しており、当時の北海道付近の海岸線は図VI-15に示すように、宗谷海峡が陸橋化しサハリン・ユーラシア大陸とは完全に

陸続きとなっていました。いわゆる大陸棚部分が陸化したため、当時の北海道の広さは現在の5割増しぐらいになり、日本海は対馬海峡もふさがったため巨大な湖となりました。そのため、対馬暖流も消失し、寒冷化とともに大陸性の乾燥気候が支配的となり、大陸からは黄砂が大量に飛来し、いわゆるローム（レス）が生成されました。

札幌付近では図VI-16に示すように100m以上の海面低下で石狩湾はほとんど消失し、現在の石狩低地帯部分と出現した陸地（石狩湾）には石狩川水系・旧発寒川水系などの谷が刻み込まれ、その深い谷は江別付近まで達していました。さらに、水系の周辺には最終間氷期後半に大湿原化した部分が多い台地として存在していました。当時は寒冷・乾燥気候であったため、札幌西南山地などの1,000m級の山々（手稲山・空沼岳など）の山頂周辺は冬季には雪氷をとともう裸岩状態となり、そこで産み出される岩屑は豊平川などにより運ばれ、山麓にはそれらが一時的に堆積する扇状地が形成されていきました。

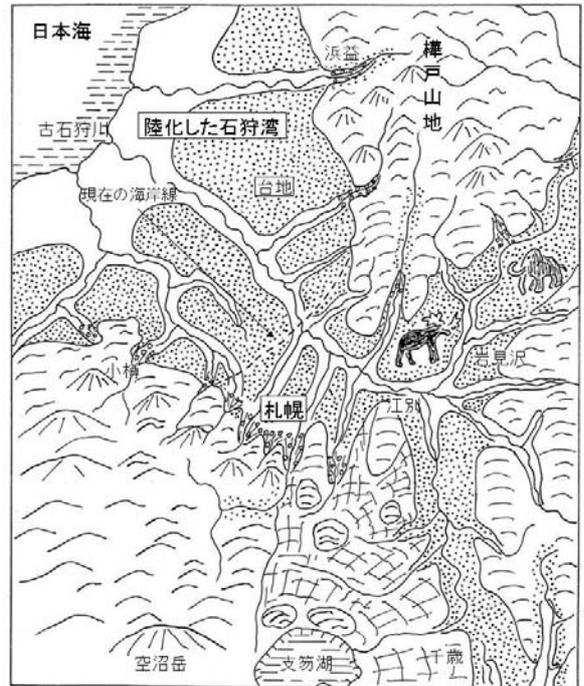
当時は今の稚内がサハリン北端部のような気候とみなされており、現在当地ではグイマツ（カラマツ属）とハイマツ主体のタイガ風景が海岸線レベルで展開していますが、最寒冷期の北海道・札幌付近にも同様な風景が広がっていたと推察されます。さらに、サハリン経由で現存するヒグマのみならずバイソン・オオツノシカ・マンモスなどが大陸から渡ってきていました。



図VI-14 4万年前の古地理図（巨大火砕流）、札幌市2004年「札幌の地下構造」パンフレット原図・修正



図VI-15 最終氷期最寒冷期（1.7万年前）の北海道付近（岡，1994原図・修正）



図VI-16 1.7万年前の札幌付近の古地理図（最終氷期最寒冷期）（岡，2007原図・修正）

(9) 扇状地の形成と札幌の地勢（沖積層など）

最終氷期の終結とともに、気候は温暖化して行きましたが、北海道でのそのようすは名寄盆地南部剣淵の湿原堆積物の花粉分析から解明されました。すなわち、およそ1万5,000年前の最寒冷期の終了とともに、急激に温暖化しましたが、1万1,000年前ころに約700年間の短い寒のもどり（世界的にはヤングドリアス期と呼ばれる）があり、その後ふたたび温暖化が進み、タイガの象徴とも

(10) 大地の恵み—鉱物資源、石油資源、石材・碎石、温泉、地下水—

今まで述べてきた地質的成り立ちは、さまざまな大地の恵み（地下資源）をわれわれにもたらしてきました。図VI-19には札幌の低地域から山地にかけての、札幌の地下資源の賦存状況をイメージしたものを示しますが、これは地下水・温泉・石油資源など流体資源を主体に描いたものです。

地下水：札幌市街地は扇状地を成しており、良質の地下水が取れることで知られています。地下水には「浅層の地下水」と「深層地下水」がありますが、前者は大気圧の影響が地下水面に直接及ぶ自由地下水の場合が多いので、それとほぼ同じ扱いをされることがあり、札幌付近では沖積層・扇状地堆積物浅層の豊平川など現河川に直結するものや、精進河畔公園の平岸段丘崖で春先に湧水として見られる段丘礫層中のものが該当します。季節変動が激しいのが特徴です。後者は不透水・難透水層（泥質岩）・透水層（砂・砂礫質岩）の層状の積み重なりの中の透水層（帯水層）として存在するもので、上にかぶさる不透水・難透水層と堆積盆地の構造により、水が実際に存在する所より上位に移動する圧力を有する水（被圧水）のことです。第四系の野幌層群・材木沢層（裏の沢層）、新第三系西野層などに含まれる地下水が該当します。いずれにしても、このような地下水は降水（雨）・河川水などの表流水から地下に供給されるもので、両者は密接な関連があります。

温泉：温泉には火山性温泉と非火山性温泉があります。火山性温泉は熱源（マグマまたは高温岩体）が浅所にあり、地表から浸透した水があたためられて再び湧き出る循環システムから得られる温泉で、地下深部に由来するミネラル分の多い熱水が混入したものです。一方、非火山性温泉は特定の熱源が浅所にあるのではなく、地域的な地熱条件—地温勾配（100m 深くなる毎の温度上昇率のことで、通常は 3℃前後）—に応じて、地下深部で定常的に高温となった地下水（地層水）のことです。札幌市街地付近では 100m あたり 5℃程度の地温勾配があり、深度 500~600m 付近では地表付近の 10℃から増温し、地温は 35~40℃となります。このような地温に該当する地層は西野層であり、札幌市街地付近では西野層下部の火山性砂礫岩を帯水層とする深層地下水が高温化して深層

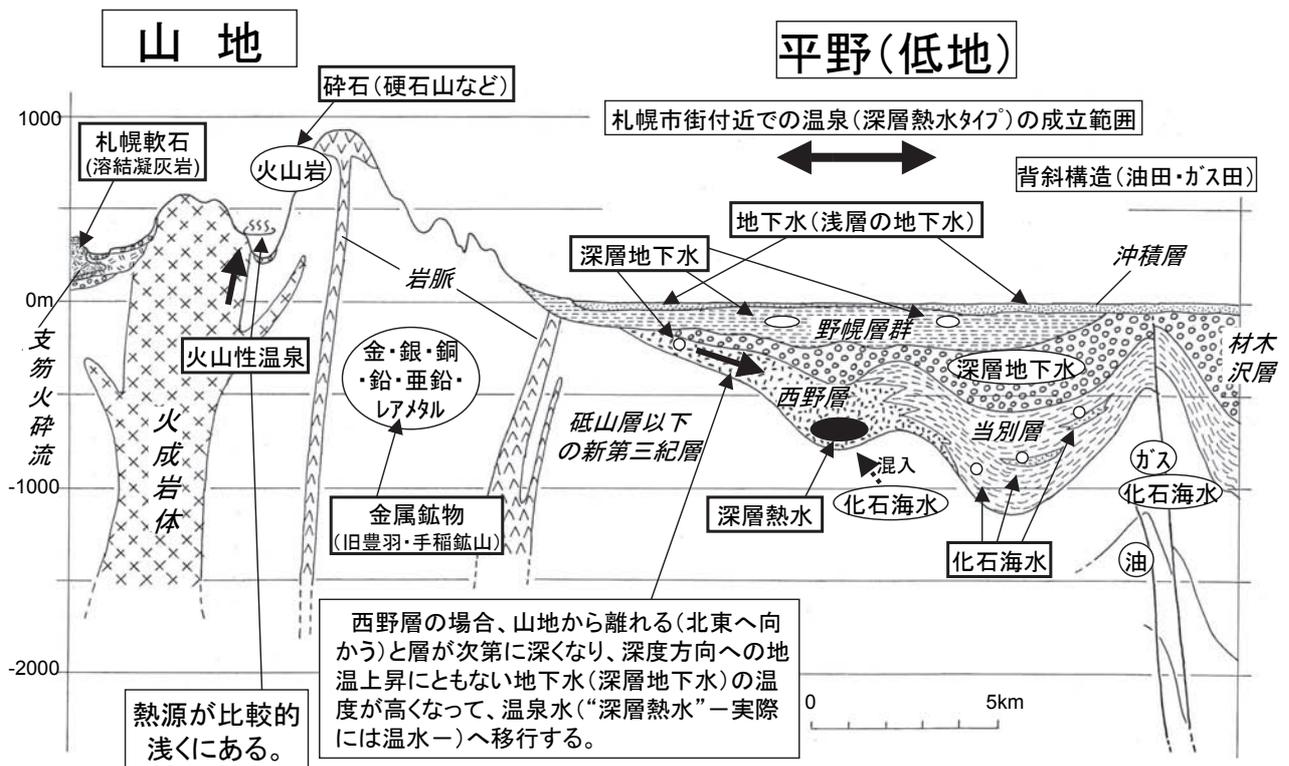
熱水（実際には 35℃で深層温水）になったものが賦存しており、それをボーリングにより開発した温泉があちこちに出現しています。ただし、注意すべきはこのような地温条件に恵まれた透水性地層の広がりには札幌の場合は限られており、過剰開発・揚湯は枯渇を招いてしまうということです。

石油資源：札幌北部などでは砂質岩をともなう泥質岩主体の新第三系が褶曲運動により、馬の背構造（背斜）が形成されています。このような構造は石油地質学的にはトラップと言われ、石油・ガスを集積・封じ込めるものとなっています。茨戸付近の地下では当別層（西野層相当）および望来層・厚田層（砥山層相当）などが茨戸背斜を構成しており、第二次大戦後の一時期には茨戸油田として開発・生産が行われました。なお、石油・ガスとともに塩水もともなわれ、これは過去の海水を封じ込めたもので、化石海水とよばれています。化石海水は油田以外でも泥質岩中には地層水として取込まれており、深層熱水にも混入し弱食塩泉タイプの温泉を産み出すこともあります。

石材資源：札幌付近では碎石と石材が主なものです。前者は火成岩（溶岩・岩脈など）を対象としており、石山付近などで硬石山岩体の採掘がなされ、主には土木建設用に使われています。後者は同じく、石山付近で支笏火山噴出物の溶結凝灰岩がいわゆる“札幌軟石”として採掘されています。主に建築用のブロックとして採掘されてきましたが、現在、生産は限定的なものとなっています。石山緑地公園では採掘の様子を間接的に知ることができます。

金属鉱物：札幌西南山地での火山活動は 250 万年前頃に終息しましたが、それに関連した地熱・温泉現象は現在まで続いています。これらのプロセスにおいて、マグマ・温泉と地層の相互作用の結果、金・銀・銅・鉛・亜鉛などの金属元素が硫化物・酸化物あるいは元素単体の鉱石として集積し、鉱床が形成されました。札幌市内には手稲や豊羽など全国的にも著名な鉱山が存在していましたが、2006 年の豊羽鉱山の閉山をもって稼行鉱山はなくなりました。豊羽鉱山はレアメタルのインジウムも採取されたことから、注目されていただけに惜しまれます。

（岡 孝雄・中川 充）



図VI-19 札幌付近の地下資源のイメージ