



[緊急災害対応] 東北地方太平洋沖地震 道内津波調査（その2） 1
 [特別寄稿] 北海道を襲った巨大津波：
 研究レビュー、現状、そして将来の津波防災のために… 2
 [研究課題一覧] 平成 23 年度の調査・研究…………… 6

[行事報告] 地質の日ミニジオツアーを開催しました………… 7
 [行事報告] 平成 23 年成果報告会を開催しました…………… 8
 [行事報告] ランチタイムセミナーで講演を行いました… 8
 [刊行物紹介] 北海道地質研究所報告第 83 号…………… 8

【緊急災害対応】東北地方太平洋沖地震 道内津波調査（その2）

3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震津波の緊急調査結果について、前号で報告した調査概要と沿岸の津波の高さの速報に続き、今号では、ラグーン（潟湖）といわれる湖沼や河川で認められた津波痕跡の特徴についてご紹介します。

なお、調査結果の詳細は、当所ホームページでご覧いただけるほか、8月発行予定の地質研究所報告第83号でも報告する予定です。

【ラグーン】

北海道の東部沿岸には、砂でできた高まり（砂州）で海とへだてられてできたラグーンといわれる浅い湖沼や湿原が数多く分布しています。ラグーンの中には津波によってたくさんの海水が出たり入ったりし、その作用による痕跡がラグーンの周辺に多く残されていました。

沼や湖と海をつなぐ水路（潮流口）や砂州では、往復する強い流れによって底や岸が侵食されました。侵食された砂や礫は、ラグーンや湿地のうち海に近い場所に堆積しました（写真1）。一方、ラグーンの奥の干潟や湿原では、流れによって岸の泥炭がめくれたり、ブロック状にちぎれて干潟の上に堆積していました（写真2）。



写真1 浜中町^{えさしと}恵茶人の湿地に堆積した津波砂層



写真2 干潟に打ち上げられた泥炭のかたまり（藻散布沼）^{もちりっぶぬま}

平常時には穏やかに泥や泥炭が堆積しているラグーン周辺の干潟や湿地では津波の痕跡は認定しやすく、また地層中に保存されやすい特徴があります。地層中の津波痕跡と比較することで、過去に襲来した津波の規模を知ることにつながります。

今回の北海道沿岸における津波をはるかに超える規模の津波の痕跡が、道東の湿地からたくさん発見されていて（2～5ページの特別寄稿を参照）、多くの研究事例が蓄積されています。今回の調査結果を参考にして、津波の痕跡の大きさや分布の違いなどを再評価することにより、従来よりも詳細に浸水の規模を復元できそうです。

【河川】

河川では津波が河道の中を遡上し、平地よりも内陸深くまで到達します。津波は川を逆流する流れとなり、海岸や川の底に堆積していた砂などを動かし、上流に向かって運びます。しかし津波が引き始めると、今度は下流に向かって砂を動かします。今回の調査では、このような津波の流れによって運ばれた砂が、草をなぎ倒して川岸などに堆積している様子を多くの川で観察しました。

その中の一つ、日高町の^{けのまいがわ}慶能舞川では、川岸に堆積する砂がつくる“波状の模様”を観察しました（写真3）。津波が川を逆流する時に運ばれた粗い砂を、引き波の時に運ばれた細かい砂が覆っていることが、模様の形から確認できました。このような堆積物は、北海道南西沖地震津波の際に、大成町（現せたな町）の臼別川で形成されたことが知られています。



写真3 ^{けのまいがわ}慶能舞川河床にできた波状の模様（デューン）

〔特別寄稿〕北海道を襲った巨大津波：研究レビュー、現状、そして将来の津波防災のために

特別寄稿 新潟大学 准教授 高清水康博

（5月18日に開催した「平成23年地質研究所調査研究成果報告会」特別セッションでの講演の内容を寄稿して頂きました。（地質研究所広報委員会）

【3・11後】

戦後最大の自然災害となってしまった2011年（平成23年）東北地方太平洋沖地震による巨大津波の来襲は、まさに古津波科学者が地層から想像していた中で最も懸念していたものでした。あまりに多くの方々が亡くなり、行方不明であることに、そして大規模に全てが破壊されたことに、途方もなく深い悲しみを覚えます。

その様な困難な中で、私たちは今すぐに北海道の津波防災を再考しなければなりません。今回の一連の事象は、かなり近い将来に北海道を襲うであろう巨大津波の姿と考えるとほぼ間違いのないでしょう。とりわけ道内の太平洋側の十勝～釧路・根室海岸を襲うとされる巨大津波（いわゆる“500年間隔地震”による巨大津波）は、今、いつ発生してもおかしくないことが科学的に明らかになっています。凶らずも3・11津波によって、巨大津波来襲が沿岸地域でどのような立ち振る舞いをするのが明らかになりました。このような現実の事象をきちんと検証し、いかに防災・減災するのかを真剣に考え、実行する段階にあると言えるでしょう。北海道の防災力の底力が今、まさに試されています。



3・11津波による堆積物の調査の様子（仙台市若林区）

【北海道の古津波サイエンス】

私たちの暮らす大地、北海道は、世界で最も津波堆積物研究の進んだ重要な研究フィールドの1つです。この背景には、

- ① 太平洋プレートの沈み込み速度が世界で最も速い地域の1つであること
- ② 重要な時間軸となる精密な火山灰層序が確立していること
- ③ 近年においても頻繁に津波に襲われていること（例えば1993年北海道南西沖地震、2003年十勝沖地震など多数）
- ④ 人工改変されずに自然の状態のままの沿岸低地が多く、調査を行いやすかったこと
- ⑤ 北海道大学、（独）産業技術総合研究所、道総研地質研究所（旧：北海道立地質研究所）等が競い合って津波堆積物研究を強力に推し進めたこと
- ⑥ 本州とは異なる歴史的背景を持つ北海道では津波災害のあったことを裏付ける正確な年代を示す史料がほとんどなかったため、逆に地層から推定する試みが積極的に行われたこと

などが挙げられます。その結果、最近15年間で約60編もの膨大な報告がなされました。

これらの研究において実施された試みの中で“堆積物から沿岸低地の津波履歴を解読する調査方法”は、ほぼ確立されたといえます。すなわち、

- ① 露頭、ピートサンプラーやジオスライサー等を用いた簡易掘削からの地層観察
- ② 堆積物分布調査から推定する最低限の浸水範囲と浸水標高復元
- ③ 火山灰による対比と年代推定
- ④ 炭素14年代値を用いた津波再来間隔の決定
- ⑤ 堆積学的解析による津波流とその堆積物の特徴の復元

⑥化石を用いた津波堆積物の起源解明

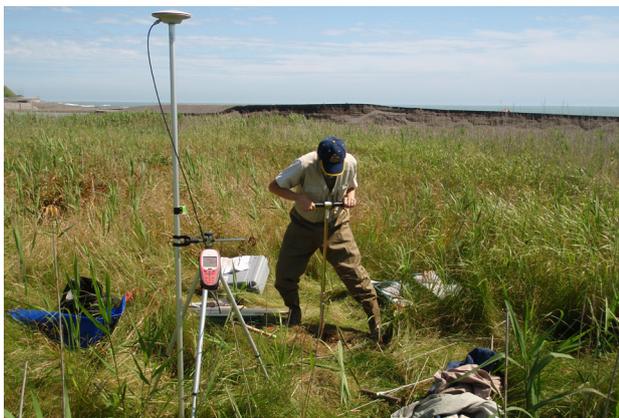
⑦数値計算による巨大津波を発生させた波源モデルの推定

⑧数少ない史実との照合

などを有機的に組み合わせた複合的研究手法です。この古津波サイエンスの発展に北海道の果たした役割は大きく、道内外、国内外における将来の津波防災・減災のために重要な貢献をされると考えられます。



北海道沿岸での津波堆積物調査の様子。検土杖という道具で津波堆積物を探しているところ。



ピートサンプラーで定方位試料を採取しているところ。同時に GPS で標高を測量しています。



掘り出した定方位試料を観察しているところ。



現在の海浜堆積物と津波堆積物との違いや共通点を観察しているところ。

【500 年間隔地震による巨大津波への備え】

500 年間隔地震による津波は、現在、北海道において“最も懸念されている待たなし状態の巨大津波”です。多くの調査・研究の結果、津波の規模・再来間隔の全貌は、ある程度明らかになっています。津波防災・減災の側面から見れば、すでに調査の段階は終了し、実際の行政政策実施のフェーズにあると言えます。事実、平成 20 年 12 月の第 23 回中央防災会議では、議題（1）として「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震の地震防災戦略」が決定されました。この中で 500 年間隔地震による津波は検討対象地震に取り上げられ、15m 以上の津波として想定されています。また建物被害と死者数についての試算も示され、この津波により約 5,600 棟が全壊し、約 870 人の死者が出るとされています。もちろん北海道防災会議でも想定地震として検討されています。すなわち想定地震ですから、想定外とされた 3・11 の巨大津波とは異なり国、道、市町村や私たち道民は、できる限りのことを実施してきたはずですし、改めて 3・11 後の防災・減災を考えて速やかに行動する必要があるでしょう。

【500 年間隔地震による巨大津波のすがた】

北海道東部太平洋沖地域では、数 10 年毎に M8 クラスの地震が発生することが知られています。最近では間隔が短く、1952 年十勝沖地震（M8.2）、1958 年エトロフ島沖地震（M8.1）、1963 年エトロフ島沖地震（M8.1）等が発生しています。ところが近年、この地域の沿岸低地下の地質調査の結果、より大規模な地震によると考えられる巨大津波が繰り返しこの地域を襲っていたことが明らかになりました（図 1）。すなわち、（最低でも）十勝～根室海岸までの約 350km 以上の海岸沿いで、内陸へ数 km の規模で津波による浸水が何度

もあったことが復元されたのです。この痕跡の証拠となる津波堆積物は十勝海岸から見つかリ、1998年の日本地震学会で北海道大学の平川教授グループにより報告されました。また、これと同時期に産業技術総合研究所の七山博士らは、浜中町～根室海岸からの津波堆積物を月刊海洋号外に発表しています。これら2グループの研究成果は、その後急速に蓄積され、およそ縄文海進最盛期（約7000年前）以降の津波履歴はほぼ把握されるまでに至っています。さらに巨大津波の波源断層モデルの数値シミュレーションからは、十勝沖で10m、釧路・根室沖で5mのすべり量をもつ断層が同時に運動した（T10N5）モデルで、M8.5（後にM8.6に変更）の連動型プレート境界型地震であったことが指摘されました。さらに重要なことは、堆積物から推定されたこの巨大津波の再来間隔は300-500年程度であり、直近の発生は17世紀前半だったことです。

この津波の分布の特徴は、今回まさに私たちが経験した3・11津波と酷似しており、だからこそ今一度立ち止まり、改めて今後の対応を再検討する必要がありますし、実際、国、道等により推進されるものと考えられます。ちなみに“500年間隔津波”というのは通称であって、必ず500年間隔の再来期間があるということではありません。「直近の17世紀前半の巨大地震からまだ約400年だから今後100年は大丈夫」というものではないことに注意する必要があります。各種報道では名称だけが先行しがちな面も否定できず、道民を誤解させることのないように願うばかりです。平川教授は約300-500年間隔、七山博士は約350-550年間隔としています。できるだけ警鐘を鳴らすという観点も考えると、文字数は増えますが“300-500年間隔津波”のような表記でもよいでしょう。科学を正確に伝えるということは何にも勝って大事なことです。

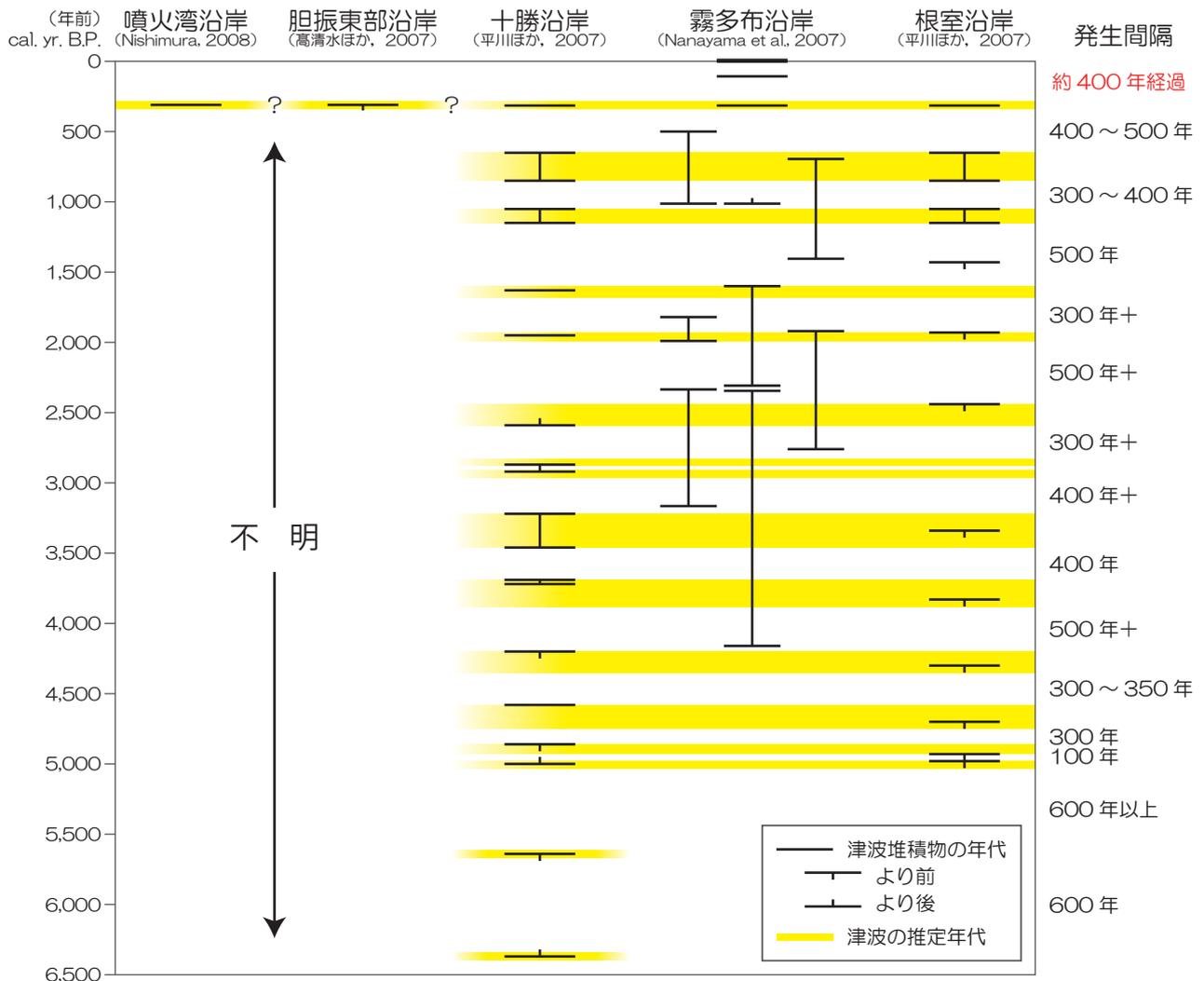


図1 北海道を襲った巨大津波履歴についての現時点での研究成果に基づく総括
平川ほか（2005）、Nanayama et al.（2007）、高清水ほか（2007）及びNishimura（2008）より編纂

【1640年北海道駒ヶ岳の山体崩壊起源巨大津波：
もうひとつの17世紀の巨大津波災害】

北海道から報告された最初の過去の津波堆積物に関する報告は、実は、北海道大学の西村助教グループによるものです。彼らは史料から明らかになっている1640年北海道駒ヶ岳噴火に伴う山体崩壊堆積物が海域へ流入したことにより発生した巨大津波による堆積物を噴火湾沿岸から相次いで発見し、論文として報告しました。とりわけ初報である西村・鈴木（1993）は、数値シミュレーションを用いて噴火湾対岸地域までの津波到達時間や最大波高の算出値を提示し、この火山性津波堆積物の実体を明らかにした点で大変に興味深いものです。

火山性の津波は、500年間隔津波のような一定の再来間隔をもつものとは言えませんが、だからと言って安心してよいものでもありません。例えば北海道では、この17世紀の北海道駒ヶ岳起源の火山性津波の後にも、18世紀に日本海側の渡島大島起源の火山性津波が発生したことが分かっています。また、北方領土やその先の千島列島は火山島であり、様々な可能を排除することはできません。最近では巨大地震と火山活動の関係にも注目が集まっています。17世紀に連動型巨大地震があり、駒ヶ岳、有珠山、および樽前山で大きな火山活動があっ

たことは興味深いことかもしれません。分かっていないことも多い火山性津波ですが、今後の調査・研究の進展が期待されています。

【胆振海岸東部を襲った謎の17世紀巨大津波】

道総研地質研究所では、胆振海岸東部において上述の17世紀に北海道を相次いで襲った地震性及び火山性津波堆積物の連続を確認するための研究事業「津波堆積物の調査研究（2002-2003年）」を行い、この沿岸地域から海岸沿いに約20km、内陸へ1～2kmまでの範囲に分布する17世紀の巨大津波堆積物を確認しています。この成果の一部（図2）は地質研究所ウェブページ（http://www.gsh.hro.or.jp/download/inundated_map/index.html）で公開されています。この巨大津波の発生原因については、現在のところ結論は出ていません。候補としては、先に挙げた17世紀の2つの巨大津波イベントに加え、1611年の慶長三陸沖地震や、これら以外の未知の波源の可能性もあるかもしれません。今後、研究を進めなければならないテーマですが、いずれにしろ、この地域において最低でもこれだけの津波の浸水を受けていたという事実は大変重要で、地域の津波防災・減災のための基礎資料として道民の安全・安心に貢献する知見であるといえるでしょう。

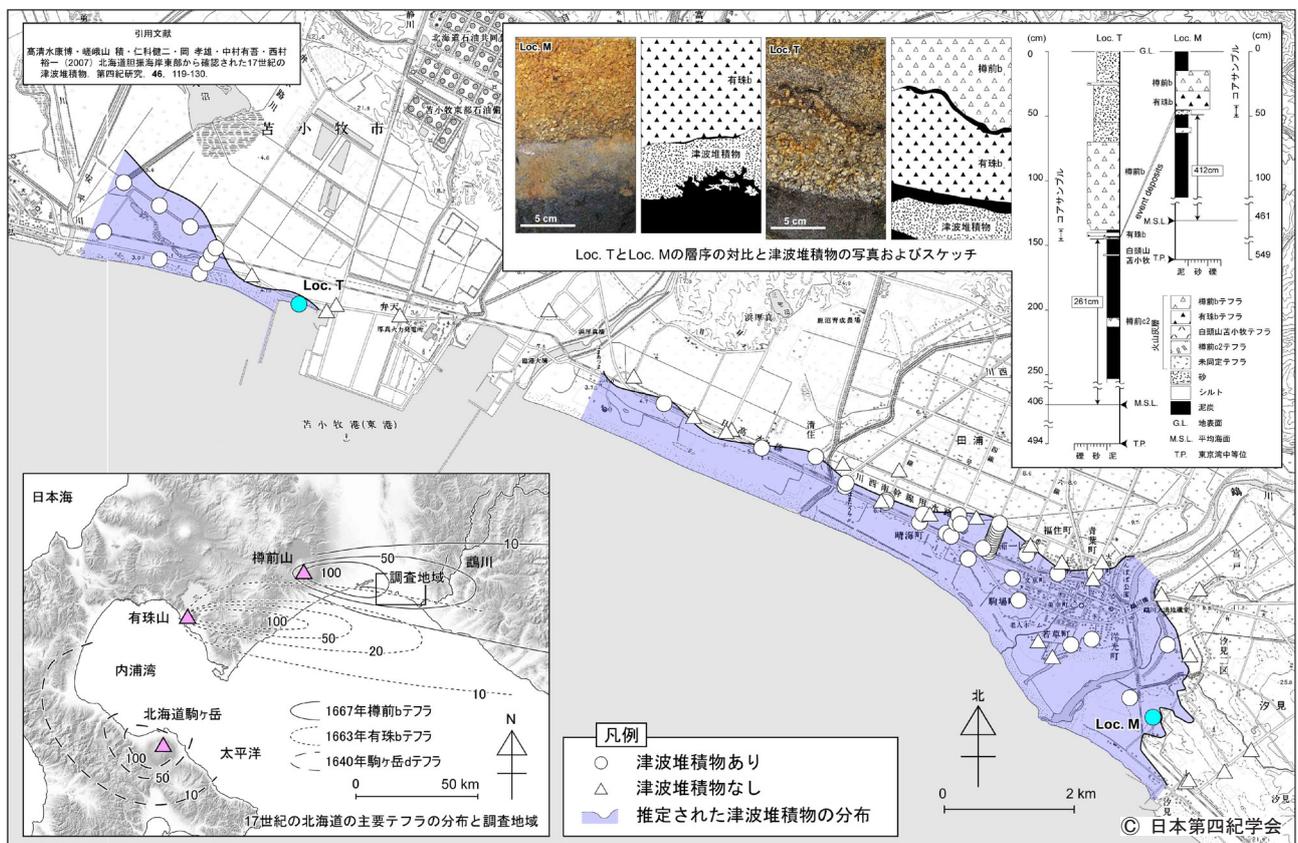


図2 北海道胆振海岸東部（苫小牧～むかわ町）から確認された17世紀の津波堆積物の分布
（平成19年6月4日作成版）

[研究課題一覧] 平成 23 年度の調査・研究

地域地質部 地質情報グループ

経常研究	5 万分の 1 北海道シームレス地質図の開発 (その 1)	22 ~ 25 年度
	北海道全域にわたる同一基準による GIS 地質図の継続的な開発推進のため、データベースの設計・開発を行い、第 1 段階として第四系地質図を作成する。	
経常研究	地盤情報データベースの構築 (その 1 道庁保有のボーリング資料編)	21 ~ 23 年度
	防災や環境対策における効率的な事業に役立つ地盤ボーリングデータベースを作成し、広範な活用方法を提言する。	

地域地質部 地質防災グループ

重点研究	土砂災害軽減のための地すべり活動度評価手法の開発	21 ~ 23 年度
	地すべりの活動度を空中写真判読により効率的に評価する手法を構築するとともに、活動度評価マップを表示するためのシステムを開発する。	
経常研究	活断層の活動特性に関する研究 (その 3, 網走湖東岸断層帯および峰浜断層群)	23 ~ 26 年度
	道の調査対象断層で未調査である網走湖東岸断層帯・峰浜断層群について、起震断層としての大局的な評価を行う。	
経常研究	総合防災体制整備事業 (5 火山の火山活動観測)	
	地域防災計画および火山噴火災害の防災対策に役立てるため、雌阿寒岳・十勝岳・樽前山・有珠山・駒ヶ岳の 5 つの火山の観測および活動評価を行い、その情報を公開する。	
道受託事業	空知支庁管内地質地下資源調査	22 ~ 24 年度
	空知総合振興局管内における地質・地盤ボーリング・水井戸ボーリング・温泉ボーリングデータを収集解析して編纂し、農業農村整備事業の円滑な推進に資する。	
共同研究	GPS 観測による地すべりモニタリング観測技術に関する研究	23 年度
	地表面の変動を面的に連続観測可能な GPS を用いた地すべりモニタリング技術の確立を目指す。	
共同研究	衝突帯における火山フロントでの地殻強度異常場のモデル化 - 1938 年屈斜路地震断層の活動特性に関する研究 -	23 年度
	屈斜路カルデラ地域に特異に発生する内陸地震の活動特性を明らかにすることを目的に、GPS 観測などの地球物理学的観測および 1938 年屈斜路地震断層を対象とした地形・地質・地熱調査を実施する。	
文科省科研費	黒曜石の流通と消費からみた環日本海北部地域における更新世人類社会の形成と変容	21 ~ 25 年度
	日本国内・アジア等近隣諸国において先史人類に利用されてきた黒曜石の産地および石器材料の移動様式を、岩石鉱物学的手法を用いて解明する。 [主機関：東京大学]	

資源環境部 資源環境グループ

重点研究	自然由来有害物質の分布状況に関する地質情報システムの開発	23 ~ 25 年度
	土壌等に含まれる自然由来有害物質の存在状況を把握し、さらに関連する情報を収集して地質情報システムを作成することで、汚染の拡散防止ならびに環境保全に配慮した開発を推進する。	
重点研究	火山灰を使用した長寿命コンクリートの開発	23 ~ 25 年度
	火山灰を利用したコンクリートの長寿命化技術を開発し、その実用化を図る。 [主機関：北方建築総合研究所]	
経常研究	未利用温泉水のエネルギー資源量評価と有効利用に関する研究	23 ~ 25 年度
	未利用温泉水の性状評価と排水実態の把握を行い、エネルギー資源 (自然エネルギー) としての利用の可能性を明らかにする。	
経常研究	砕石資源の開発可能性評価支援ツールの開発	22 ~ 23 年度
	骨材需要に対応した採石場開発のために、資源情報や立地条件を考慮した支援ツールの開発を行う。	
経常研究	二セコ地域での温泉資源の開発・利用に関する研究	21 ~ 23 年度
	二セコ地域の温泉資源の適正な利用や管理のために、資源量評価や温泉流動モデルを提示する。	
経常研究	地下水管理・利用システムに関する研究	19 ~ 24 年度
	石狩湾新港地域における地下水揚水計画及び環境保全対策に基づく地下環境モニタリング及び人工涵養調査を行う。	
道受託事業	休廃止鉱山鉱害対策調査	
	道内の休廃止鉱山において坑内水対策に関わる各種の観測・調査を実施し、鉱害防止対策事業に対して技術的なアドバイスを行う。	
受託研究	阿寒湖温泉の温泉資源量評価に関する研究	22 ~ 24 年度
	阿寒湖周辺における今後の安定した温泉利用を推進するために、総合的な資源量評価を行う。	
受託研究	温泉資源の適正管理と有効利用に関する研究 (壮瞥町弁景地区)	20 ~ 23 年度
	壮瞥町弁景地区における温泉源の調査等を行い、温泉資源の適正な管理と有効利用について提言する。	

受託研究	新得町トムラウシ温泉東大雪荘源泉の温泉資源量調査	22～23年度
	トムラウシ温泉における効率的かつ効果的な温泉資源の利活用を推進するため、源泉のモニタリング調査を行い、資源量評価を行う。	

資源環境部 沿岸環境グループ

重点研究	北海道産サケ野生集団の評価と流域生態系の動植物に及ぼす影響の解明	21～23年度
	サケマスが河川生態系と河畔生態系ならびにそこに生息する野生動植物に寄与する効果を解明し、その評価手法を開発する。 [主機関：さけます・内水面水産試験場]	
経常研究	小樽港をモデルとした漂着物の流入と移動に関する研究	23～24年度
	道内沿岸域における漂着物の低減を目的に、漂着物の移動や離岸のメカニズム、さらには発生源特定のための調査手法の検討を行う。	
経常研究	海洋のモニタリング観測－「海の气象台」計画－（第Ⅱ期）	20～24年度
	海洋の長期間モニタリング観測を実施し、水産関係者等へのデータの提供を行うとともに、海況変動等の研究資料として活用する。	
経常研究	小樽運河環境改善に関する研究	20～23年度
	都市型排水等による富栄養化が進んだ小樽運河について、健全な水質環境を維持していくための観測と評価を行う。	
文科省科研費	既存掘削井の地質コアを利用した札幌市周辺の軟弱地盤の研究	21～23年度
	地盤調査用の地質コアを利用して、微化石などの解析により、札幌市周辺の軟弱地盤の層序や古環境、低地の発達過程などを解明する。	
文科省科研費	現世および化石カキ礁の形成過程から解明する古環境とカキ類の古生態変遷	21～23年度
	カキ類の生物礁を対象にして、古生物学・堆積学・古環境学の複合的な視点から、カキ類の進化や古生態変遷、発達様式や海面変動との関係をモデル化し、古生態変遷や進化史の復元を試みる。 [主機関：茨城大学]	
公募型研究	沿岸海域活断層調査（函館平野西縁断層帯）	23年度
	函館平野西縁断層帯の南方延長部（海域部）を対象として、既存データの再解釈とともに、沿岸海域部の活断層の正確な位置や形状を明らかにし、活動性を評価する。 [主機関：産業技術総合研究所]	

【行事報告】地質の日ミニジオツアーを開催しました

「豊平川と私たち」と題して行われた「地質の日（5月10日）」企画のひとつ「ミニジオツアー札幌軟石ウォッチング」が5月17日に開催され、新緑の美しい中、多くの市民の方々が楽しみました。

案内は、札幌建築鑑賞会、札幌軟石文化を語る会、地質研究所が担当し、事務局を主催団体である北海道大学総合博物館が担当しました。

札幌軟石は支笏カルデラが形成される直前の大噴火によってもたらされた火山噴出物（火砕流堆積物）です。この火山噴出物が南区の硬石山などの山地に遮られて、豊平川やその東方に広く堆積しました。明治期から民家、倉庫、公共施設など様々な建築物に、この火山噴出物が軟石として用いられてきました。

ミニツアーでは、かつて軟石が採掘された藻南公園や石山緑地で、軟石の特徴や昔の採掘方法などを学びました。また陸上に堆積した新しい時代（約4万年前）の札幌軟石と、海底で堆積し長い地質時代（約1500万年）を経て形成された関東地方の大谷石（おおやいし）を比較し、地域に残る地域資源の意味を考えてみました。

そして、現在唯一の採掘場、辻石材工業（株）において、軟石切り出しの実演を見学し、軟石の性状にもとづ

いた切り方、整形の仕方、利用の仕方を学び、一層軟石に対する愛着が湧きました。

最後に、恵庭溪谷で支笏火山噴出物が形づくる地形「火砕流台地」や、水流によって削られ、沢や川、そして滝を形成している火山噴出物を観察し、採掘場の軟石の様子との違いを考えながら、自然のままの姿と、人間によって開発された地区との違いを理解し、同時に軟石として利用可能な部分の選定の難しさを理解しました。

自然を理解し、自然から享受する恵みの大切さを感じた一日でした。



辻石材工業（株）の採掘場を見学した参加者
（写真提供：札幌建築鑑賞会）

