



[地質防災特集] 北海道の活断層研究～その進捗状況～… 1	[地質トピックス] 札幌の西部山麓にあった温泉の紹介… 5
[地質防災特集] 本道の沿岸海域での活断層調査… 3	[行事報告] サイエンスパークで実験を行いました… 6
[新規課題] 未利用温泉水の資源量評価と有効利用… 4	[行事報告] ジオ・フェスティバル in Toya… 6
[地質トピックス] ローカルエネルギー研究会の紹介… 4	[お知らせ] 有償頒布方法の変更について… 6

[地質防災特集] 北海道の活断層研究～その進捗状況～

【はじめに】

世界有数の地震国である日本は、これまでも繰り返し巨大地震に襲われてきました。今後も避けることの出来ない地震災害リスクに備えるためには、どのような地震がいつ頃どこで発生するかを科学的根拠に基づいて予想し、あらかじめ必要な準備や対策をとっておく必要があります。

日本で発生する地震は、日本周辺にあるプレート境界周辺で発生する「プレート境界型地震」（2011年東北地方太平洋沖地震など）と、内陸の活断層周辺で発生することの多い「内陸地震」（1995年兵庫県南部地震など）に分けられます。北海道には主要なものだけでも約60箇所活断層が分布し、これからも繰り返し活動する可能性があることが多くの研究者によって指摘されていました（図1）。しかし、北海道では地震に関する歴史記録が少ない

ため、数千年～数万年間隔で発生する内陸地震については情報に乏しく、数十年おきに発生するプレート境界型地震ばかりが意識されがちでした。

【これまでに完了した調査】

当所では、道民の皆様が安全に安心して暮らせるよう、道内の活断層についての研究を最重要課題の一つとして取り組んでいます。内陸地震では、断層の長さ（分布長）が長いほど地震の規模が大きいたことが知られています。そのため、当初は人口密集地に近い断層や規模が大きい断層から優先的に調査を行い、1995年に着手した増毛山地東縁断層帯をはじめこれまでに13断層について調査が完了しました（図1）。今年度も、網走湖東岸断層帯および峰浜断層群、函館平野西縁断層帯の海域延長部について調査を実施しています。



●は調査完了または調査中、○は未調査断層

活断層の分布は、活断層研究会編「新編日本の活断層」(東京大学出版会,1991)を地質研究所・産総研の研究成果をもとに修正。

図1 北海道の活断層分布とその調査状況

これらの活断層については、活断層を直接掘削して地層を調査する「トレンチ調査」(図2)や、地下に埋没(伏在)する地層の変形をとらえる「反射法地震探査」(図3)など地形や地質の詳細な調査などにより、「いつ頃」「どこで」「どの程度の規模」といった情報がわかりつつあります。こうした研究成果は、北海道防災会議(道庁危機対策局危機対策課所管)が現在着手している地震被害想定、国の地震調査研究推進本部による活断層の長期評価(過去の活動状況、想定される地震規模、将来的な活動の大局的予測)において、最も重要なデータとして利用されています。



図2 十勝平野断層帯でのトレンチ調査



図3 十勝平野断層帯での反射法地震探査

一方、活断層についての研究成果は当所の成果をはじめこの十数年間に多く発表されていますが、調査時期や研究者の専門分野、調査手法や各研究者のデータ解釈の違いによって全く異なった結論に至る例が多くあります。また調査研究が研究者の個々の能力に依存することは、研究者の退職や異動によりそれまで蓄積されてきた膨大なデータが永久に失われることに繋がります。このため当所では、2010年度の道総研職員奨励研究により、既存研究の成果や現地調査データを統一的な規準で再編し一元管理するデータベースシステムを構築しまし

た(図4)。このデータベースでは、活断層の調査データだけでなく、国内外で活断層減災に関する先進的な取り組みを行っている地域についての現地調査結果も取り込まれています。今後データの拡充を図り、一部については準備が出来次第、WebGISシステムを利用して公開していく予定です。

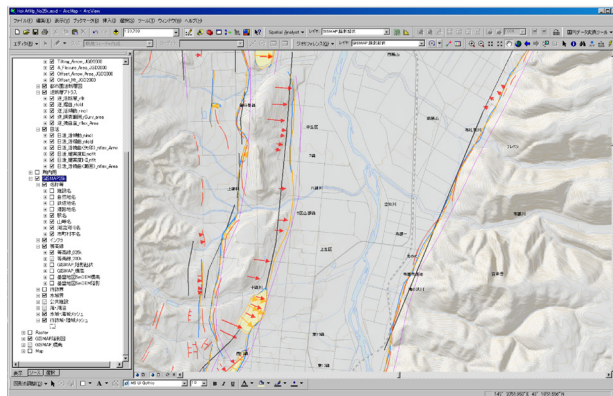


図4 北海道活断層情報管理システムの実行画面

【今後の活断層研究の展望】

近年の研究で、活断層と関係する変形構造が石狩平野など北海道の平野の地下に伏在している可能性が指摘されています。平野は人口密集地となっていることが多く、これら伏在断層の評価は重要なテーマですが、泥や砂などの堆積物で厚く覆われているため断層の活動度を詳細に知ることは事実上困難です。これらについては地盤ボーリング資料の解析や物理探査から大局的な活動度把握を行う必要があり、研究に着手するためのデータ収集が始まったばかりの段階です。

また、マグニチュード6~7クラスの地震を起こす可能性がある比較的小規模な活断層、明瞭な活断層地形を伴わないが広域的に地形が傾いたり撓んだりしている地域などについては、これまでの活断層調査手法では評価が難しいという問題があります。これらについては研究手法の改良や新手法の開発により将来的な地震リスクを検証する必要があるでしょう。2008年岩手・宮城内陸地震で甚大な被害を及ぼした、内陸地震に伴う土砂災害についても、過去の事例や北海道の地盤地質状況を踏まえた研究が急がれます。

当所では今後も地震災害の軽減に向けた研究をより発展させていく予定です。なお、調査成果の報告書は、当所図書館や関係自治体の図書館で公開しています。また、活断層の長期評価結果の詳細については、地震調査研究推進本部ホームページ(http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka02_danso.htm)をご覧ください。

〔地質防災特集〕 本道の沿岸海域での活断層調査

当所では昨年度より、本道の周辺海域に分布する活断層を対象とした「沿岸海域における活断層調査」事業を実施しています。本事業は、文部科学省が毎年全国で4ヶ所程度の沿岸海域活断層を調査対象として選定し、平成21年度より公募型事業として実施しているものです。昨年度は道内において、寿都町から長万部町にかけて渡島半島を横断する黒松内低地断層帯の海域延長部（噴火湾）が対象となり、（独）産業技術総合研究所と共同で調査を行いました。さらに本年度は道南の函館平野西縁断層帯の海域延長部（函館湾）調査を実施しています。

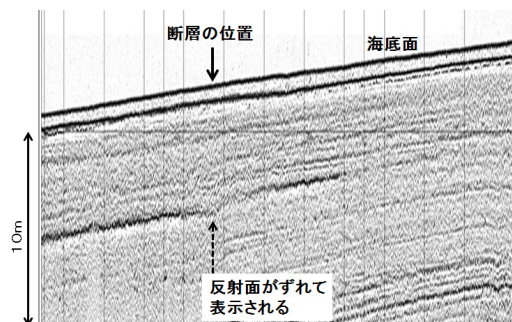
なぜ、海域の活断層をこのように重点的に調査研究する必要があるのでしょうか？それには大きく2つの理由があります。

まず、沿岸海域の活断層は陸域の断層の続きであることが多く、活断層によって引き起こされる地震活動を正確に評価するためには、陸域のみならず海域への延長の有無やその規模の把握が必要であることが挙げられます。一般に、活断層が動くことによって起こる地震の規模（マグニチュード）は、断層が動いた全体の長さやずれた幅が大きいほど巨大なものとなります。したがって沿岸域の活断層においては、もし陸域部分と海域部分とが一体となって活動した場合、陸域の情報だけで想定している規模よりも大きな地震となり、深刻な被害が生じる可能性があるため、海域延長部についての調査研究が重要となります。

もう1つの理由としては、海域は陸域よりも、過去に断層が活動した痕跡が明確に保存されている場合が多く、断層活動のくり返しの周期や規模を見積もることが期待できるということがあります。活断層の活動は、たとえば数千年に1回といった長い期間のものなので、過去の断層活動を知るためには地層に残された記録を調べるしかありません。陸上では過去に断層が活動して何らかの跡を残していても、その後長い年月のうち侵食され削られてしまい、現在は確認できないこともあります。これに対して海域（海底）は堆積の場であるために、過去に起きた変動がそのまま海底下に記録され、残っていることが多くなります。

ただ、海域の活断層調査には陸域とは違った難しさがあります。海の中は陸と違って人間が直接そこに行って調べることができません。そのため調査のほとんどは船の上から間接的に行うことを余儀なくされ、主に音波探査と柱状採泥調査の2種類の調査方法が用いられます。

音波探査は魚群探知機や音響測深機と原理は同じで、ある一定の周波数の音を船から海底に向けて発信し、海底より下の堆積物中にある地層の境界面から反射してくる音波を受信し、海底下の構造を断面で表します。図に示すように、もし海底下に断層があると、その反射面（黒い線）は断層の部分ですれて表示されます。



黒松内低地断層帯海域部（噴火湾）の音波探査記録

音波は海水や海底下の堆積物の中では、毎秒約1,500mで伝わるのがわかっているので、音波探査によりどのくらいの長さの断層が、海底下どれくらいの深さまで分布し、ずれた量は何m程度かという情報を得ることができます。

しかし、これだけでは断層の存在や長さ、ずれの量がわかったとしても、その断層の活動時期や、活動のくり返しの周期といった時間の情報を得ることはできません。このため柱状採泥調査といって、海底にパイプを突き刺して、数mから場合によっては10数mの長さの活断層周辺の堆積物を採取するという作業を行います。海底の堆積物は長い時間をかけて少しずつ堆積していきませんが、採取した堆積物中に火山灰や生物の遺骸といった、堆積年代を測定することができる試料が見つければ、断層活動によってずれた地層がどのくらい前に堆積したかを明らかにする手がかりとなります。

これら2つの調査結果を併せることにより初めて、海底活断層の規模や活動時期、平均的な変動の速度などを推定することができます。昨年度実施した噴火湾の調査では、陸上の黒松内低地断層帯が海岸よりさらに南側の噴火湾内にまで断続的に続いていることや、約6,000～7,000年前に最新と思われる活動があったことを明らかにすることができました。本事業における成果は、国の地震調査研究推進本部が活断層の長期評価を実施する際の重要なデータとなり、その長期評価は自治体による地域防災計画にも反映されます。当所は今後も沿岸海域活断層の調査研究を実施していく予定です。

[新規課題] 未利用温泉水の資源量評価と有効利用

北海道では豊富な温泉資源を背景に、浴用を始め様々な生活・産業分野（観光・地域振興・医療介護福祉・農林水産業など）で温泉が有効利用されています。積雪寒冷地である北海道では他都府県に比べ温泉熱利用は盛んですが、それでもまだ、膨大な未利用温泉水（温泉排水、余剰温泉水を含めた総称）のエネルギーが存在します。特に、浴用利用後の温泉水は利用可能な熱エネルギーが充分にあるにもかかわらず、多くは未利用のまま排水されており、その潜在的な熱エネルギー量は1秒当たり235.6MJに相当すると見積もられています。

近年、省エネ・新エネへの関心の高まりに加え、石油価格の高騰や不安定さの影響もあり、温泉の熱利用が再注目されています。既にいくつかの温泉地（洞爺湖温泉、阿寒湖温泉など）では、ヒートポンプによる温泉排水利用システムが導入され、燃料費節減や温泉資源の保護と有効利用の面で大きな成果をあげています。一方で、道内に157ヶ所ある多くの公営温泉施設では、温泉の加温や上がり湯、施設の暖房等に使用する石油価格の高騰



温泉施設からの未利用温泉排水（36.0℃、200 m³/day）

が経営を圧迫する要因となっており、燃料費を含めた経費削減が喫緊の課題となっています。

本研究では、こうした公営温泉施設に利用されている温泉資源を主な調査研究対象として、未利用温泉水の実態把握と資源量評価を行い、未利用温泉資源の有効利用を促進することを目的としています。

研究は3年計画で、第1年次は公営温泉施設を含め温泉利用施設を有する市町村へのアンケート調査により燃料使用量や温泉排水の利用実態等の概要を把握し、また、既に省エネシステムを導入している事例を調査します。第2年次以降は、未利用温泉水の実態調査を行い、その中から未利用温泉水の利用および省エネシステム導入の有望地を選定し、資源量調査と評価により、事業化に向けた助言を行う予定です。さらに、最終的には未利用温泉水の有効利用の促進を図るため、システム導入のための検討マニュアルの作製も目指します。当所は今後も、北海道の地域特性を生かした、温泉資源の有効利用の研究を進めていく予定です。



温泉排水利用システム紹介ポスター（北電温泉）

[地質トピックス] ローカルエネルギー研究会の紹介

広大な北海道には豊富なローカルエネルギーが存在し、バイオマス、太陽光、風力、地熱温泉、雪氷冷熱等の利活用が進んできています。積雪寒冷地のため他都府県に比べエネルギー消費量、とりわけ石油依存度が高い北海道では、より一層の省エネ、新エネ導入を推進する必要があります。

道総研の各試験研究機関では、これまで様々なエネルギー関連の研究開発を進めてきましたが、各機関の情報交換や情報共有、連携した取り組みなどの点では、必ずしも十分ではない面がありました。そこで、各機関の研究者が連携してローカルエネルギーの評価や、利用技術、

普及方策の研究を推進し、北海道におけるローカルエネルギー利用の普及・促進および産業振興等に貢献することを目的として、平成23年4月に「ローカルエネルギー研究会」を立ち上げました。

本研究会は、主には道総研職員から構成されますが、幹事会の協議により、職員以外でも会員となることができます。

本研究会では今後、様々な情報の共有と情報交換、情報発信と技術相談、共同研究等の推進、研究会（シンポジウム、講演会、セミナー等）の開催などの活動を行っていく予定です。

[地質トピックス]札幌の西部山麓にあった温泉の紹介(ランチタイムセミナーでの講演から)

平成 23 年 8 月 31 日(水)に、道庁 1 階交流広場で、第 18 回道総研ランチタイムセミナー『おひろの科学』が開催され、「札幌まぼろし温泉物語」と題して、当所所長の藤本が、明治末期から昭和初期に札幌市街地西部山麓にあった温泉施設についての講演を行いました。参加者は過去最高の 116 名を数え、終了後の質問も活発に行われたほか、新聞にも講演内容が掲載されました。

ここでは、講演内容を要約してご紹介します。なお、詳細は北海道立地質研究所報告第 81 号に掲載しており、当所ウェブページの「デジタル出版物」で見ることができます。



講演する藤本所長とファシリテーターの高橋研究主幹

札幌市の市街地西部に接して北側には手稲山の斜面が広がり、その南東側には琴似発寒川による扇状地を挟んで、北から三角山、荒井山、円山、藻岩山が連なっています。これら山々の麓にはかつて温泉施設が存在しました。手稲山の北東山麓には、手稲金山に瀧の沢温泉、手稲駅付近に藤の湯、富丘に軽川温泉、荒井山の南麓に円山温泉、円山の南麓から南東にかけて界川温泉、札幌温泉、温泉旅館不老閣、藻岩温泉がありました。

瀧の沢温泉の建物の位置は手稲金山の星置ノ瀧の上流側です。泉源の位置は建物から約 2km 離れた万能沢です。温泉は明治末期に発見され、大正 15 年に小野平次郎氏が当地を取得し、昭和 6 年頃に温泉水を建物まで引かれたようです。眺望の良い当地には、温泉施設以外に観瀾閣という周囲硝子張りの建物もあったようです。

手稲区手稲本町 2 条 2 丁目に現在ある銭湯の場所に温泉施設がありました。明治 7 年に温泉が発見され浴場が設けられ、明治 20 年に村上藤吉氏が藤の湯旅館として営業を始めました。当時、軽川村の市街地にあたる当地は石狩へ向かう基点として発展し、複数の旅館があったようで、当旅館は今の温泉付きビジネスホテルの先駆けといえるでしょう。泊まり客の役者や芸人が劇場代わりに使っていたそうで、当時の繁栄がうかがえます。大正中期には温泉の湧出がみられなくなったようです。

軽川温泉は、現在の手稲区富丘 6 条 3 丁目にありました。明治 26 年に光風館という名で、小樽の東幸三郎氏が営業を開始しました。国道からは石畳があり、豪華な中庭があり絢爛たる旅館だったようです。当時の鉄道唱歌には「海水浴と温泉の銭函軽川過ぎゆけば...」と、歌われていたようです。大正 11 年に大輝丸海賊事件の首謀者江連カ一郎が逮捕される直前に宿泊していたのが当旅館です。昭和 15 年頃まで営業され、その後、昭和 30 年に手稲温泉として北家が開業し、北家は 20 年間くらい営業していたようです。

円山温泉は、明治 30 年頃に温泉が発見され、浴場ができていたようで、明治 39 年に荒井保吉氏が継承しました。場所は中央区宮ノ森で、札幌の市街地から比較的近く繁昌していたようです。荒井氏は付近一帯の大地主であるとともに、札幌で病院を開設していました。昭和 2 年に院長の職を辞し、新たな温泉の経営を行おうと、古い旅館を壊し宿泊施設を持たない家族本位の施設を目指したようです。昭和 7 年の温泉案内書には「木村屋」という休憩所があるとされており、荒井氏の構想がどの程度実現できたかは計りかねます。

界川温泉は、昭和 2 年 8 月 15 日からほぼ 2 日に 1 回、新聞に「延命園」という名で広告が掲載されており、この頃に中垣内輝氏によって開設されました。場所は現在の中央区双子山 3 丁目です。昭和 2 年 9 月の地域紹介の新聞記事に「温泉の水は堺川の谷底から湧き出ている」とあり、沢を調べてみましたら、今でも冬に雪が積もらない場所がありました。建物は山小屋風で椅子とテーブルが置かれた食堂があり、潇洒なものでした。

札幌温泉は、大正 15 年 5 月 9 日から現在の中央区界川 1 丁目で、札幌温泉土地株式会社によって営業が開始されました。同社は付近一帯の土地分譲を行っており、温泉は集客の核としての位置づけもあったと推測します。建物は日本旅館と異なり西洋のお城のような形で、屋上からの展望も楽しめたようです。温泉水を定山溪温泉から引湯して利用したのは驚きですが、円山公園近くから電車を敷設させたのも驚きです。営業期間は 6 ～ 7 年間で、短命な温泉といえます。

藻岩温泉は山鼻温泉とも呼ばれ、現在の中央区南 13 条西 23 丁目にありました。旅館を始めたのは松浦丑次郎氏で松浦温泉とも呼ばれ、旅館の名称は「風詠館」とされています。松浦氏は明治 17 年にこの地に移住し、明治 25 年に自己所有地に温泉水の湧出を発見、明治

