

# 地下資源調査所ニュース

Geological Survey of Hokkaido

北海道立地下資源調査所広報紙



## 湿度調整機能で建材などに注目される稚内層頁岩

共同研究報告 本道珪藻土の高度利用と資源評価に関する研究

### 地下深くに埋没し変化した珪藻土—稚内層頁岩

道北の天北地域には声間層と呼ばれる珪藻土資源の広い分布が知られています。この声間層の下には頁岩よりなる稚内層が存在していますが、最近の研究ではこれら2つの地層の岩石は成因的には類似したものであるとみなされています。すなわち、いずれもやや深い海の中で繁栄した微細な単細胞植物プランクトン、珪藻の遺骸（シリカー-SiO<sub>2</sub>が主成分、非晶質）が主に集積してきた珪藻土です。ただし、声間層の場合にはそのままの状態をかたまり、軟質の岩石となっていることから珪藻質泥岩(写真1)と呼ばれていますが、稚内層の場合にはより深い所に埋没した結果、圧密と固結の作用が進み珪藻遺骸中の非結晶シリカがクリストバライトという鉱物になり、珪質頁岩に変化しています。道立工業試験場が声間層の珪藻土を活用できないかと検討している時に、たまたま稚内層頁岩を調べた結果、湿度調整(調湿)機能の面で声間層珪藻土より優れていることが発見され、道立工業試験場と当調査所の共同研究として平成4~6年度にこのテーマが取り組まれることとなりました。

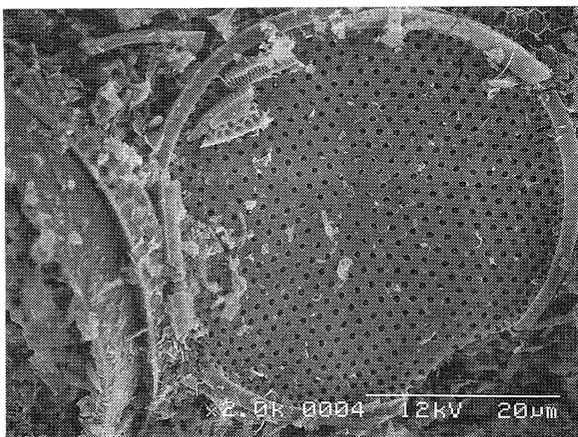


写真1 声間層珪藻質泥岩の電子顕微鏡写真(白線が0.02mm)

### 稚内層珪質頁岩の特性

①電子顕微鏡では、珪藻遺骸から変質したと思われる球状、針状あるいはそれらが集合した“まりも状”の微粒子が観察されます(写真2, 次ページ)。試料の焼成試験では、800℃まではこのような微細構造は変化せず、1,000℃以上では壊され、同時に調湿機能の低下が生じます。

②N<sub>2</sub>ガス吸着法で行った細孔分布と比表面積測定によれば、声間層の珪藻質泥岩と比較すると比表面積で2.5倍以上、細孔容量で3倍以上になります。

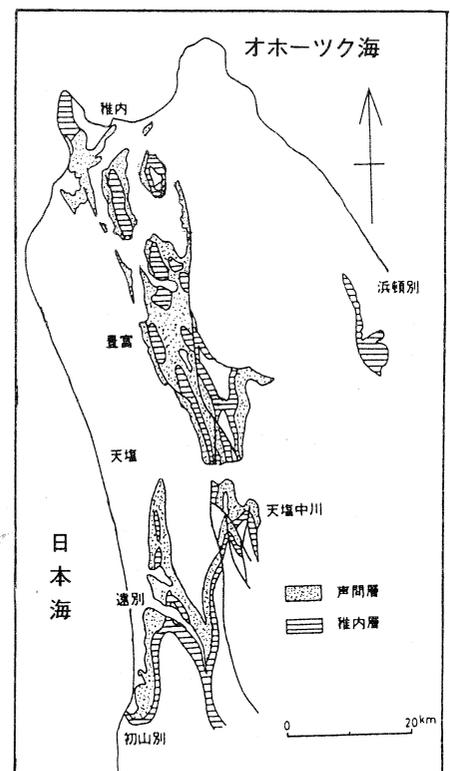
③調湿機能については、恒温恒湿槽を用いて槽内温度を一定にし、24時間毎に湿度を変化させ、各湿度(90%, 50%)における試料の吸湿率を測定し、その差を求める方法で行われました。その結果、調湿機能を示す放湿率平均値は8~17wt%となりました。声間層の珪藻質泥岩は3wt%以下ですので約3倍以上にもなります。

④調湿機能の点では木材よりも優れており、タイルなど建材関係での利用をはじめとした機能性材料としての活用が考えられ、実用化研究が進められています。

### 天北地域に広く分布する珪質頁岩とその開発利用

当調査所では珪藻質泥岩と珪質頁岩の分布調査および化学組成、鉱物組成の分析を担当していますが、天北地域には図に示すようにこれらの資源は南北に広く分布しており、全道的・全国的にみても最も資源に富んだ地域となっています。

共同研究の成果を反映して、平成6年6月には旭川市の鈴木産業(株)が豊富町に原料粉砕・タイル製造工場(従業員10人規模)の稼働を開始し、今後の発展が期待されています。



天北地域の稚内層・声間層の分布

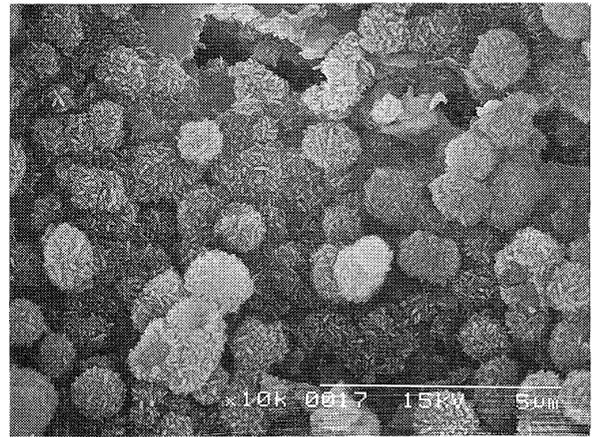
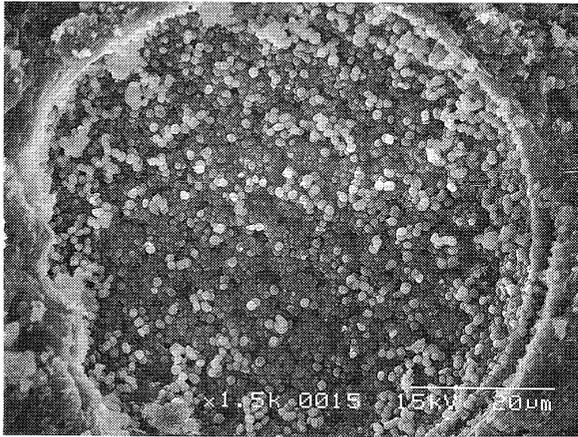


写真2 稚内層珪質頁岩の電子顕微鏡写真 (左の写真の白線が0.02mm, 右は拡大写真)

## 岩盤の風化を探る

### —寒冷地における岩盤風化プロセスに関する基礎研究—

北海道のような寒冷地域は、水の凍結—融解の繰り返しなどにより、岩盤表面に割れ目が発生、発達しやすい。このような現象は凍結破砕作用と呼ばれるもので、岩石の崩落などの原因となるだけでなく、道路工事などの際の障害にもなります。本研究では、特に風化の著しい場所を調査試験地として選定し、その試験地において、岩盤に対する日射量・降水量・岩盤温度・岩盤強度などを測定し、これらと風化の結果起こる岩盤の剥落量・岩盤強度の変化・岩盤表面の鉱物変化などの関係について調べています。今回は、平成5年度に行った調査について紹介します。

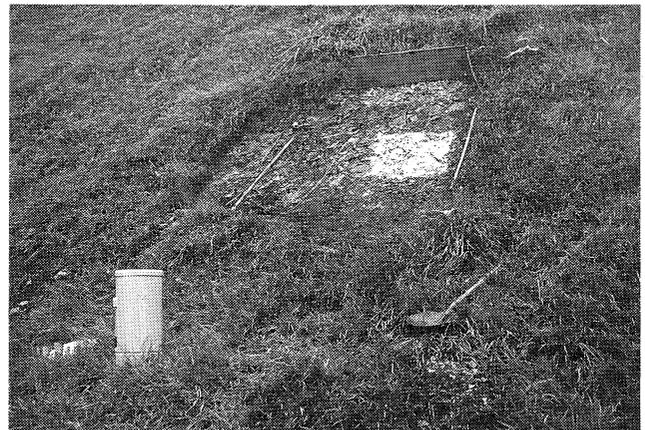
調査試験地は、白糠町熊の沢と浜益村～増毛町の海岸沿いを選びました。白糠町熊の沢は、寒冷少雪の軟岩分布地域で、その地質は、古第三紀下部漸新統の比較的軟らかいシルト岩からなります。ここでは、新鮮な岩盤が地表面に現われた後にどのように風化が進行していくかを調べています。一方、浜益村～増毛町の海岸沿いは、海からの水分供給の多い地域で、割れ目の多い新第三紀の安山岩および火山角礫岩からなります。ここでは、質の異なる岩盤が、どのような温度・水分条件の時に風化が進み、岩石が剥落するかについての調査を行っています。

#### 白糠町熊の沢

本試験地では、冬期間(12月～3月)の朝の岩盤表面温度はほとんど氷点下になります。しかし、この期間は晴天日が多いため、日中の岩盤表面温度は20℃前後まで上昇します。このように、温度が一日の間に0℃を上下する日を凍結—融解日と言います。本試験地では、凍結—融解日が11月下旬から翌年の4月中旬まで見られ、その日数は110日と、一年の3分の1近くにもなります。一方、岩盤表面からの深さが5～15cmになると、0℃を上下する日数は12月中旬から3月中旬までの間に47日間あるだけで、温度の変化幅もあまり大きくありません。したがっ

て、この深さでは、岩盤表面に比べ、あまり風化は進みません。

岩盤表面からの剥落量については、岩盤表面に50cm×50cmの範囲にペンキを塗り、その後ペンキの塗られた岩盤表面がどれだけの割合で剥落しているかを測定しています(写真)。ペンキは、調査に行くたびに塗り直しています。白糠町の調査試験地での岩盤表面からの剥落率は、11月8日～12月7日の29日間で35%、12月7日～2月1日の56日間で67%、2月1日～3月16日の43日間で92%となり、冬の後半に高い値となりました。これは、凍結—融解サイクルを何度も繰り返すうちに風化が進行し、岩盤表面が剥落しやすくなるためと考えられます。



白糖町での岩盤剥落量調査

#### 浜益村～増毛町

本試験地の安山岩、火山角礫岩それぞれの反発強度を測定したところ安山岩は火山角礫岩よりかなり大きな値を示し、安山岩がより堅固な岩石とわかりました。ここでの凍結—融解日は11月下旬から3月下旬までみられ、その間に80日ありました。白糠と違って、日最低気温が冬季でも5℃前後までしか下がらない日があり、-5℃より低くなることはほとんどありませんでした。

ここでも、白糠町の調査試験地と同様に、雄冬海岸沿いの岩盤7ヶ所にペンキを塗布しています。これらの試験地の岩盤剥落率は、基質(砂泥)部分の多い火山角礫岩では、冬季より夏～秋季に多くなっています。これは、降雨の多い時期に岩盤表面の粒子が洗い流されやすいためと考えられます。一方の、安山岩の試験地では、冬季に剥落率が若干高くなりました。しかし

その剥落率は、最高でも冬季期間中の4カ月間に岩盤表面の10%程度で、火山角礫岩や白糠町のシルト岩に比べかなり低い値になりました。これは、岩盤の強度と温度条件の違いによるものです。

この研究は平成7年度まで実施する予定であり、今後も各種データの取得を行い、岩盤風化の機構を解明していく予定です。



## スイスにおける太陽熱の融雪活用技術

—海外技術導入調査より—

資源地質部地域エネルギー科 若浜 洋

平成6年10月～11月にかけて約1カ月間、ヨーロッパ6カ国(ドイツ、ハンガリー、イタリア、スイス、スペイン、フランス)を訪問する機会に恵まれました。現地では、代表的な幾つかの保養温泉地や地熱利用現場を視察した他、大学、地熱・温泉関連の研究所・企業を訪れ、各国の地熱・温泉の利用技術の現況調査に努めました。

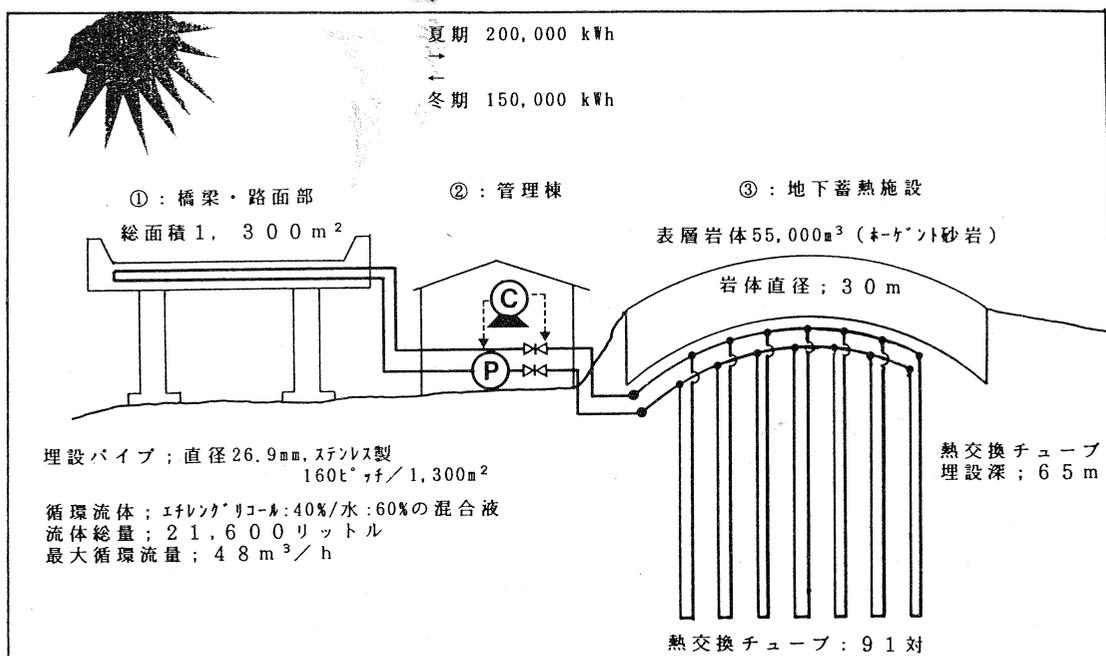
このうち、スイスではアインシュタインの卒業校として有名なチューリッヒ工科大学を訪れ、同国内におけるソフトエネルギー利用技術の概況を知る機会に恵まれました。本稿では現在スイスが国家プロジェクトとして取り組んでいる道路融雪構想のテストプラントについて簡単に紹介したいと思います。

スイスは火山国ではなく、イタリア、ニュージーランド、日本のように高温の地熱資源には恵まれていません。しかし地熱利用では、地下浅部の低温地熱エネルギーの回収システムを世界に先駆けて実用化し、不利な条件を克服しつつあります。これは、数十m程度の井戸に埋設された熱交換器とヒー

トポンプを組み合わせたシステム(DCHEシステムと呼ばれている)ですが、現在スイス国内で9,000基以上も稼働し、個人家庭をはじめ、公共施設や製造工場で夏期の冷房および冬期の暖房に活用されています。このシステムは未利用エネルギーの有効活用法として、ヨーロッパ諸国に波及し、最近では地熱大国においても注目され始めています。

雪国であるスイスでは、冬期における道路融雪の普及も重要な社会テーマであり、この熱源に、夏期における太陽輻射熱を積極活用するシステム開発が現在進められています。夏期間には直射日光によって路面温度は60°C以上に達することも珍しくありません。このように路面に受けとめられた熱は、結局は大気中に放散されることとなります。「この熱を集積・貯蔵して冬期間の道路融雪に再利用できないだろうか?」という技術的要請と、これによる主要幹線道路の全面融雪構想(SERSO)が、1987年にスイス道路公団から公表され、現在では実証化試験の段階にまでこぎつけています。

SERSOのテストプラントは、ベルン市からほど遠くな



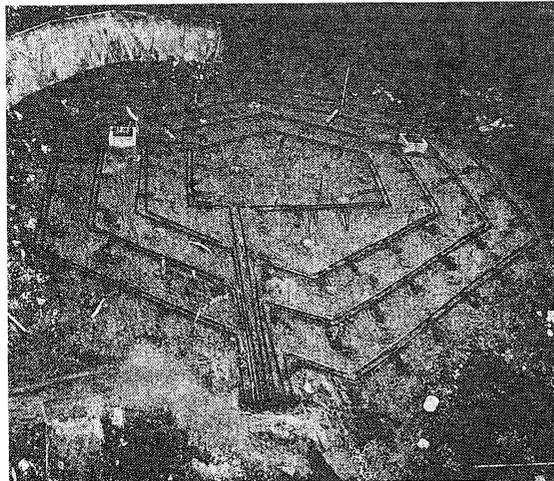
道路面融雪テストプラントの概念図

いデルリンゲン地区の橋梁に設けられています。

システムは大きく①橋梁・路面部、②管理棟、③地下蓄熱施設の3部分からなっています(図参照)。①では、路面から深さ7cmに直径27mmのステンレス管が、全試験面積1,300m<sup>2</sup>あたり160本のピッチで埋設されています。これらの配管は、②の管理棟を経て、③の地下蓄熱施設へつながっており、熱媒体(水60%:エチレングリコール40%)で満たされています。また②には、電磁制御ポンプ(P)、バルブ類をはじめ、運転を管理するコンピューター等(C)も納められております。③は熱エネルギーを貯蔵する施設です。この施設の地表部分は、直径30mで全体積が55,000m<sup>3</sup>の球殻形状の砂岩盤で覆われ、さらに地下部分には、91対の熱交換チューブが深さ65mまで埋設されています。夏期間には、①は集熱器としてはたつき、路面で獲得された太陽熱は、③の地下蓄熱施設に運ばれ貯蔵されます。冬期間には、これを熱源として道路融雪がなされる仕組みになっています。

このように、システムの全体構成はいたって単純ですが、運転制御・設計・施行にスイスの先端技術が結集されており、その高いコストパフォーマンスには目を見張るものがあります。運転制御は、システムの諸温度(道路表面、埋設管内、表層岩体内、熱交換チューブ等)、管内圧力分布および気象条件(日射、気温、風速、湿度、降雪量)を5分間隔で計測し、これらをパラメータとして行われています。温度測定はいまのところ総計132箇所で行われていますが、その他に赤外線放射温度計によって3分毎の路面状況(乾燥:ぬれ:覆雪の面積割合)をモニターし、融雪の「むら」を最小にする制御もなされています。なお、同テストプラントでは、1997年まで4シーズン観測を継続し、最適運転条件の決定と運転プログラミング等のソフトウェア開発を行う予定です。

施設設計では、特に③の地下蓄熱施設が注目されます。表



地下蓄熱施設の熱交換チューブの配列パターン

(この上部に発砲グラスウール(25cm厚)が敷かれ、表層岩体が設置される。)

層岩体の形状、熱交換チューブの配列(写真)等の設計には、長年の間DCHESシステム設計で獲得したノウハウが生かされていると言えます。現時点では、夏期の熱エネルギー注入量200,000kWhに対し、その75%にあたる150,000kWhを冬期に回収して利用することが可能となっています。高効率の達成には、91本のボーリング孔の掘削間隔、及び熱交換チューブの設置などに10cmオーダーの精度が要求されるそうですが、これにはDCHESシステムの建設用に開発されたボーリング工法が大きく貢献しています。

スイスをはじめとするヨーロッパ諸国では、産学官が一体となった技術・公共施設づくりが社会的使命として根づいている感があります。一方、経済大国を豪語し、技術立国を自称する我が日本では、このような公共の生活・福祉に貢献できる社会資本はまだ十分に整備されているとは言えません。先端技術の導入はもちろん、このような姿勢・体制にも今後学ぶべき点が多いのではないのでしょうか。

## ストーンハンティング(4)

～採集した鉱石や化石を加工しよう!～

いよいよストーンハンティングの連載も最終回となりました。今回は、採集してきた鉱石や化石を加工して、装飾品や標本にする方法を紹介いたします。

### <鉱石(貴石)の加工方法>

本格的な鉱石の加工は、機械を用いて行います。しかしここでは、もっと一般的に手作業および手軽な電気サンダーでできる方法について書いてみたいと思います。

磨きやすい鉱石の条件は、表面が硬い、割れ目が少ない、最初から丸みがある、の3つです。ですから、まず最初に条件に合うような石を選びます。

鉱石を磨くために以下の(1)～(4)の物を用意します。

- (1)紙やすり(サンドペーパー)は、100#・150#・400#・1000#・1500#・2000#の種類を用意します。
- (2)ナイロン製の布。できれば厚手と薄手の2種類を用意すると良いでしょう。
- (3)つや出しラッカースプレー(無色透明)もしくはニススプレー。
- (4)光沢を出すための研磨材(酸化アルミナもしくは酸化クロム)。

作業をする前に、研磨材や削り屑が肺の中に入らないように、マスクを付けたり、風通しを良くしたりしましょう。

### 1. 手作業での研磨方法

手作業で研磨をする時は、まず紙やすりの小さい番数(＃)から大きい番数へと、時間をかけて滑らかになるまで磨きます。この時に注意しなくてはいけないのが、銲石についている前の番数の傷が無くなるまで磨くこと、1つの番数が磨き終わったら、銲石を水洗いすることです。そして2000＃で磨き終わるころには、銲石に光沢が出てくるはずですが。もし研磨材が用意できたら、厚手のナイロン布に水を浸み込ませ、研磨材を濡れる程度に振りかけ、その部分で銲石を磨きます。そうすると紙やすりで磨いたときよりも光沢が出ます。楽につや出しをしたい時は、つや出しラッカー Sprey を乾いた銲石に薄く平均にかけて、乾燥したら薄手のナイロン布で軽くなでる程度に拭きます。これを2～3回繰り返すことにより光沢がでます。

### 2. 電気サンダーでの研磨方法

サンダーを使う時は、まずサンダーの先を小さい番数(＃)から大きい番数へと取り替えながら、紙やすりと同様に磨いていきます。つや出しを行う時には、サンダーの回転部分に厚手のナイロン布を接着剤で張り付けて、布に研磨材と水をつけてサンダーを回転させ磨きます。これによって良い光沢がでます。酸化クロムは、肺に入ると危険なので風通しの良い所で作業を行った方が良いでしょう。

## <化石の加工方法>

次に化石ですが、野外で採集した化石は、母岩で一部が隠されていたり、何種類もの化石が一個の母岩に付いていたりします。このような場合(ほとんどがそうなっている)には、余計な母岩を取り除かなくてはなりません。このような作業のことを、専門用語では“クリーニング”と言います。クリーニングは、大きく分けて、タガネを使う方法、ヤスリや研磨剤を使う方法の2種類に別れます。

### 1. タガネを使う方法

大きい化石や母岩の荒削りをするには、市販のタガネ(日曜大工店で売っている)でいいのですが、小さい化石や母岩の細かいところを削る時には、クリーニング用のタガネを使います。クリーニング用のタガネは市販していませんので、鉄鋼用のドリル刃(もしくは鋼鉄の棒)の先端をグラインダーで尖らせて作ります。これが作れない時は、鋼鉄の釘で代用できます。そのほかに目の細かい布袋(二枚重ねる)に砂を入れたものと、小さめのハンマーを用意します。

砂袋の上に化石を乗せ、削る母岩の上にタガネを当ててハンマーで叩いて根気よく削っていきます(図参照)。あまりにも細かい所は、ハンマーで叩かずタガネを彫刻刀のように使って削ると、化石が傷つかずにクリーニングできます。

また、化石部分だけを取り出さず、母岩を残してクリーニングをすると保存強度や美的感覚で効果的になることもあります。

### 2. ヤスリを使う方法

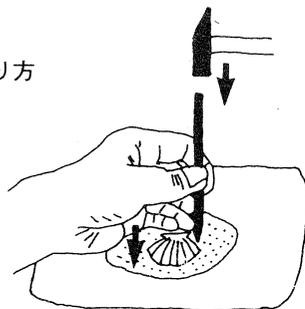
タガネを使っているクリーニング等で化石の大まかな形ができたなら、紙ヤスリ(目の細かいもの)や工作用のドリルを使って、タガネで削れなかった細かい所をきれいに磨きます。ただ、化石には本来の模様などがありますので、あまり磨きすぎないようにしましょう。

#### \*接着剤について

クリーニングをしていると、どうしても化石の一部が欠けてしまうことがありますが、このような場合には接着剤を使います。接着剤を使う時には、必ず接着面をきれいにしておくことが重要です。

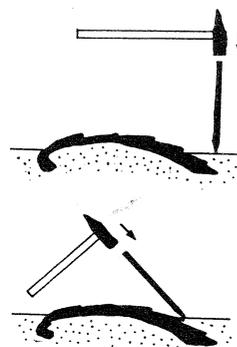
石に凸凹が少なく隙間が少ない場合には、瞬間接着剤を使います(アロンアルファなど)。隙間ができていたり、石の表面がザラザラしているような時には、エポキシ系の接着剤を使います(セメダインスーパーなど)。そして十分に接着したのを確認してから、クリーニングを行ってください。

化石周辺の母岩の削り方



石の押さえ方とタガネの持ち方

石を手の外側で押さえ、タガネは化石が見えている所から少し離して当てる。



タガネの使い方

良い例(上)と悪い例(下)。



## 試すい探査, 成果実る! 温泉保養施設の紹介

当調査所では、道内市町村からの依頼により、北海道立地下資源調査所条例に基づき、地熱・温泉の調査ボーリングを行っています。この調査で湧出した温泉水を利用して、保養・研修施設が昨年2町村で完工・オープンしました。

### 真狩村（平成2年度調査）

札幌より中山峠を越え、留寿都村より車で約15分で「真狩村温泉保養センター」に着きます。

当センターは、温泉浴場、露天風呂、レストラン、大広間などの施設を備えており、羊蹄山を望む景勝地にあります。



真狩村温泉保養センター（真狩村提供）

### 剣淵町（平成3年度調査）

旭川市より車で国道40号線を北上し、約60分で同町桜岡湖近くの温泉保養施設「レークサイド桜岡」に着きます。

当保養施設は、1階が健康回復室や多目的ホールなど、2階が大浴場、研修室、保養室など、3～5階が宿泊室からなり、余暇を利用してのリフレッシュには最適の地となっています。



剣淵町「レークサイド桜岡」（剣淵町提供）

### ★ 第33回試錐研究会のお知らせ

当調査所が主催する第33回試錐研究会（北海道地質調査業協会及び全国さく井協会北海道支部協賛）を、3月10日に開催する予定です。講演内容等の詳細については現在検討中です。お問い合わせは資源地質部開発技術科（内線424,421番）まで。

### ★ 所談話会のお知らせ

当調査所では、1月から4月までの間、下記の日程で日頃の調査研究の発表会を行います。聴講は自由ですので、興味ある講演についてご参集ください。開演は当所会議室にて15:00より、1講演30分程度です。なお、変更もありますので、事前に談話会幹事（内線411）までお問い合わせください。

- 1月13日・温泉探査はバクチを越えたか？  
—地域エネルギー科の受託調査について—
- 1月27日・十勝岳の降雨による土石流（1989,1993）  
・国内研修報告—岩石の透水試験について—  
・道央南部付近の地下水資源
- 2月17日・北海道付近の第四紀地殻変動量解析結果とネオテクトニクス
- 2月24日・ロンドン地質学会参加報告とイギリスの古生代カルデラを訪ねて  
・旧幌別硫黄鉱山で実施したトレーサー試験

- 3月 3日・北海道南西海域底質調査
- 3月10日・頁岩中の鉱物相変換と建材としての利用  
・表層地質調査（報徳地区）報告  
・ $\gamma$ 線スペクトロメータによる温泉調査
- 3月24日・南極インディペンデンスヒルのモレーン
- 4月 7日・知内町試錐探査報告  
・地震に伴う温泉変動
- 4月14日・北海道南西沖地震に関する緊急研究の概要
- 4月21日・地域エネルギー122本の井戸の温泉成分と地質の関係について  
・噴火湾の沿岸流の短周期変動の子測システム開発に関する研究  
・サロマ湖沖の海底境界層の直接測流について



「地下資源調査所ニュース」1995年1月30日発行（季刊）  
 Vol.11 No.1（通刊41号）発行：北海道立地下資源調査所  
 編集：広報紙編集委員会（委員長 菅 和哉）  
 〒060 札幌市北区北19条西12丁目 TEL(011)747-2211  
 FAX(011)737-9071  
 広報に関するお問い合わせは、企画情報課（内線411）まで  
 印刷 株式会社 誠印刷