

# CENTER NEWS

2015.12



KG&ERc

No.352



---

## 目 次

---

あたらしい広報委員会の始動にあたって 桑原 隆之	1
10月 定例理事会	3
【シリーズ：表彰論文④⑥】 中小企業人材確保推進事業コーナー	
紀伊半島南部四万十帯の地質と高温泉の湧出 竹末 圭一郎	4
地盤工学会関西支部 平成 27 年度第 2 回見学会に参加して 橋本 篤	14
2015 中河内防災フェア参加報告	15
行事・講習会・資格試験等のご案内	16
こんな時代だから、ちょっと心に残る良い話	17
編集後記	18

### 表紙説明

明石海峡大橋は1998年（平成10年）4月5日の供用開始から、早くも17年を経ています。今回の写真は平成27年9月30日、当センター・関西地質調査業協会・日本応用地質学会関西支部の合同見学会時に淡路島側主塔から撮ったものです。中央支間1,991mで世界最長の吊り橋であること、海面から289mの風景は我々の目には異質の世界に感じました。

上段写真は明石側を、下段写真は淡路島側で左上に岩屋港が見えます。

この明石海峡大橋主塔（淡路側）見学に際し、（一社）地域地盤環境研究所 北田奈緒子様にはご尽力いただきました。御礼申し上げます。 （中山 記）



## あたらしい広報委員会の始動にあたって

明治コンサルタント 株式会社

桑原 隆之

私が協同組合関西地盤環境研究センターの運営に理事として関わらせていただいて2年あまり経ちました。この間は、政権交代後の建設関連業全体の回復を背景として、センターも活性化し大きく成長した期間でした。

私は、業界全体が好況に転じた約2年前にセンターニュースの巻頭言を執筆させていただいたのですが、その中で「今後中期的に建設関連の事業量が増加した場合でも、長々期的にはやはり事業量は一定ラインに落ち着くことになる」と予想される。このことを踏まえると、地質調査業界は業務量増加の対応に追われる中でも、その繁忙な期間にこそ、将来長期的に継続して発展できるよう計画を考えていく必要がある」と述べました。今年度のこれまでを振り返ると、しばらく続いた建設関連業の好況もやや一段落したように思えます。上述の「一定ラインの事業量」の時期が近づきつつあるのかもしれませんが。

当センターは、この好況の間に非常に多くの業務量を消化しながら、組合員のご協力のもと、人材育成や組織の強化、機材の更新等の計画をすすめ、「長期的に継続して発展」できるよう努めて参りました。

さて、今後も組合員とセンターが「共存・共栄」しながら発展していくための活動の一環として、今年9月にセンターの委員会が改編され、組合員全体参加による4つの新しい委員会がスタートしました。このうち、私は広報委員会に担当理事として参加させていただいております。

広報委員会の主な活動は組合内外への情報の発信であり、このセンターニュースも広報委員会で編集しております。これまでもさまざまな広報活動が行われてきましたが、まだまだ内外でのセンターの認知度向上の余地があるように思います。委員会では、広報活動の主な媒体となるセンターニュースとパンフレットの現状について活発な議論が交わされ、今後両者のリニューアルに取り組んでいくことになりました。

地質調査の発注者は官民多岐にわたりますが、センターの存在をご存じない発注者もいらっしゃいます。広く発注者にセンターを認知していただき、「土質試験はセンターで行う」というだけで、発注者から品質について信頼、安心いただけるようになれば理想です。発注者にセンターをよく知ってもらうためには、パンフレットの活用が有効かと思えます。パンフレットの内容はこれから委員会で議論しながら検討していくことになりませんが、組合員が土質試験でセンターを利用することを発注者に伝える際に、センターのことを説明しやすい内容にするのも一案ではないかと考えております。

センターニュースについては、現況では組合員の中でも必ずしも十分認知されているとはいえないようです。組合員にセンターの活動をより知ってもらい、組合員の皆様がセンターとの一体感を感じられるような、情報発信の媒体となればと考えております。センターからの一方向の情報発信ではなく、組合員側からの意見や情報もくみ取れるような構成とするのもよいのではないかと考えています。そのためには、まずは読んでいただくのが大前提ですので、皆様に積極的に読んでいただけるように、今後委員会で内容について検討していきます。

今回スタートした広報委員会は、多数の組合員の皆様が参加して運営していくものですので、みんなに価値のある有意義な活動になるよう努めて参ります。

平成 27 年 10 月 28 日（水）15 時 00 分より、大阪キャッスルホテル会議室において、理事 9 名が出席して開催した。

定款の定めにより、高村理事長が議長に就任し議事進行を行った。

## 【報告事項】

- 1) 一般経過報告  
9 月の会議・会合・行事について報告した。
- 2) 9 月分事業報告の件
  - ① 試験実施状況報告  
試験依頼件数 195 件、受注金額は 23,073 千円、請求金額は 20,403 千円、未試験金額、30,209 千円。
  - ② 収支実績報告  
入金額 24,208 千円。
- 3) 大阪府中央会「ものづくり補助金第 2 次公募」採択の件
- 4) 委員会の件
- 5) 定年後の再雇用規程見直しの件
- 6) その他の件
  - ① 組合員企業代表者変更の件
  - ② 合同講演会開催の件

## 【審議事項】

- 1) 第 36 期臨時総会議案書（案）承認の件
- 2) 第 36 期臨時総会当日のスケジュール及び役割分担の件
- 3) その他の件
  - ① 大阪府中央会「大阪の中小企業」誌上年賀広告掲載依頼の件
  - ② (株) 建通新聞社 平成 28 年新春特集号広告掲載依頼の件

## ☆お知らせ☆

1. 組合員企業本社移転（平成 27 年 11 月 10 日から）
  - ・ 株式会社 興陽ボーリング
  - 住 所 〒 536-0016 大阪市城東区蒲生 1 丁目 12-10
  - TEL 06-6932-1590 FAX 06-6932-1591
2. 当センターの年末・年始の業務

12 月 29 日（火）	仕事納め
30 日（水）～1 月 4 日（火）	休業
1 月 5 日（水）	平常勤務、仕事始め

## 紀伊半島南部四万十帯の地質と高温泉の湧出

中屋志津男・竹末圭一郎・柏木美智代・  
竹末佳永（白浜試験（株））

### はじめに

紀伊半島南部の四万十帯は、白亜系～下部中新統の四万十付加体（四万十累層群）からなり、前弧海盆堆積物の下部～中部中新統熊野層群・田辺層群に傾斜不整合で覆われる。中期中新世（約15Ma）には、四万十付加体と熊野層群を基盤岩として、潮岬では苦鉄質および珪長質マグマの活動によって潮岬火成複合岩類が形成され、大峯酸性岩類および熊野酸性火成岩類の広範囲にわたる珪長質マグマの火成活動がみられる。

紀伊半島四万十帯の地質については、5万分の1地質図幅「那智」（水野1957）、「新宮・阿田和」（村山1954）に熊野層群および熊野酸性岩類の詳細がまとめられている。また潮岬火成複合岩類は三宅（1981）の研究がある。四万十付加体（四万十累層群）は地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）「江住地域の地質」（立石ほか、1979）、「栗栖川地域の地質」（鈴木、1979）および「龍神地域の地質」（徳岡ほか、1981）にまとめられている。また、紀伊半島四万十帯の広範囲の地質図は、中屋・原田・吉松（1999）による「紀伊半島四万十帯の地質図（25万分の1）」（アーバンクボタ 38号）があるが、今回、紀州四万十帯団体研究グループ（2012）によって地学団体研究会専報第59号「紀伊半島における四万十付加体研究の新展開（附図 紀伊半島四万十帯（四万十付加体）20万分の1地質図）」が出版された。この専報59と附図の20万分の1地質図には紀州四万十帯団体研究グループおよびはてなし団体研究グループとそのメンバーによる約50年間に亘る調査・研究を基礎に紀伊半島四万十帯の地質が集大成されている。

本文は、筆者らがこの専報に執筆した主要論文3編と「紀伊半島四万十帯（四万十付加体）20万分の1地質図」の要旨である。また、紀伊半島南部の高温泉については原田・中屋（1999）、中屋・鈴木・竹末（2012）に、四万十帯における泉源のガス濃度と基盤岩について加筆して紹介する。

### 紀伊半島四万十帯（四万十付加体）20万分の1地質図（紀州四万十帯団体研究グループ、2012）の概要

紀伊半島の四万十帯（四万十付加体）は北側から高野山帯、日高川帯および日置川帯に分けられる。高野山帯と日高川帯は梁瀬断層、日高川帯と日置川帯は御坊- 十津川スラストで境される。御坊- 十津川スラストは四万十帯北帯と南帯の境界断層でもある。日置川帯はさらに近露スラストによって音無川帯と牟婁帯に分けられる。高野山帯および日高川帯は、強い剪断変形を伴うスラストや覆瓦構造が発達する地質体で、チャート・緑色岩類を含む海洋性岩石と陸源砕屑岩からなる典型的な付加コンプレックス（accretionary complex）である。日置川帯は地層の変形が小さく、層序がよく保存された付加体で付加シークエンス（accretionary sequence）と呼ばれている（第1図）。

高野山帯はサントニアン～上部カンパニアンの花園付加コンプレックスからなる。花園付加コンプレックスは神谷断層、湯子川スラストおよび池津川スラストによって、国城山、湯子川、御殿川および池津川の4ユニットに区分されている。

日高川帯は湯川スラストおよび下田原スラストを境界断層として北側からアルビアン～セノマニアンの湯川付加コンプレックス、チューロニアン～下部マーストリヒチアンの美山付加コンプレックスおよび上部カンパニアン～中部マーストリヒチアンの竜神付加コンプレックスに区分される。日高川帯北西縁には小規模な前弧海盆堆積物と考えられる寺杣層（チューロニアン～下部カンパニアン）が分布する。

湯川付加コンプレックスは陸源の粗粒砕屑岩が優勢で、弓手原スラストによって梁瀬ユニットと北股ユニットに区分される。美山付加コンプレックスは下部がチャート・緑色岩類の異地性岩体を含む泥質岩、上部が陸源砕屑岩からなる典型的な海洋プレート層序をなし、護摩壇山スラスト、蟻合谷スラストおよび猪谷スラストによって近井、護摩壇山、八斗蒔および初湯川の4ユニットに区分される。



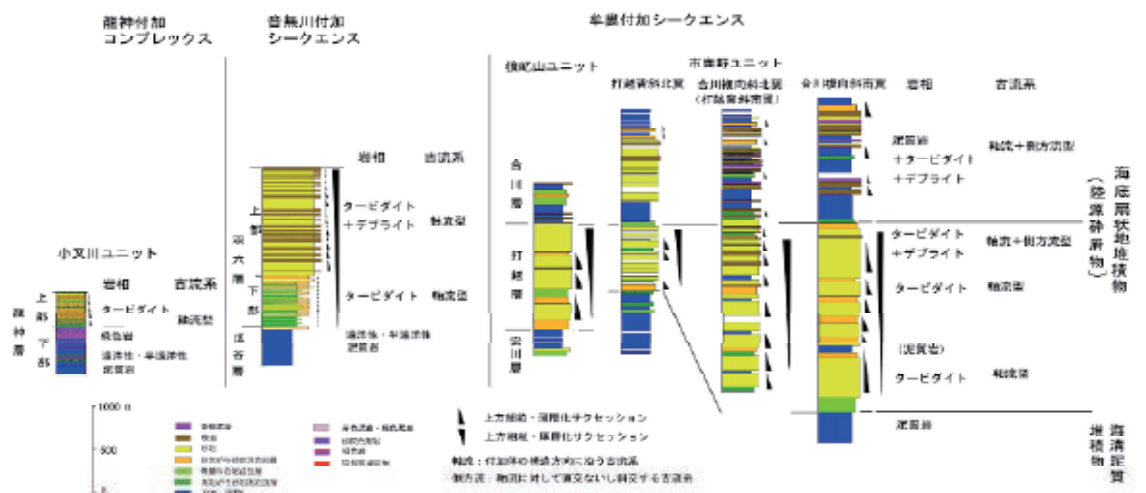
られる。

音無川帯は暁新統～下部始新統の音無川付加シークエンス（音無川層群）からなり、瓜谷層と羽六層に区分される。音無川帯は果無スラスト、栃谷スラスト、張安スラスト、古屋谷スラストおよび本宮スラストによって果無、栃谷、坂泰、福定、奇絶峡および本宮の構造ユニットに区分される。阿田和地域では阿田スラストによって志原および阿田和構造ユニットに区分される。

牟婁帯は中部始新統～下部中新統の牟婁付加シークエンス（牟婁層群）からなる。牟婁層群は海洋性岩石や遠洋性の堆積物がみられず、泥岩、砂岩泥岩互層、砂岩、礫岩および含礫泥岩の陸源碎屑岩層からなる。牟婁帯は畝畑スラスト、平瀬- 鮎川スラストおよび松根- 平井スラストによって、北側から野竹、狼屹山、市鹿野および周参見の4構造ユニットに区分される。牟婁帯南部には海段の崩壊堆積物を含む枯木灘層（「サラシ首層」）が分布する。

前弧海盆堆積体の中新統熊野層群は北・中部では熊野酸性岩類に向かって緩く傾斜しながら火成岩体を取り囲むように分布する。北部では下位より大沼累層、小口累層および三津野累層に分けられる。南部では下位より下里累層、敷屋累層および三津野累層に分けられる。熊野層群には泥ダイアピルなどの注岩岩体がみられ、敷屋累層や三津野累層には泥火山噴出物が挟在する。田辺層群は下位より朝来累層および白浜累層に分けられる。東北東- 西南西に延び、西に緩く沈下する褶曲構造が発達する。田辺層群の中部～南部では泥ダイアピル- 泥火山が形成され、泥火山噴出堆積物が朝来累層および白浜累層に挟在する。

中期中新世（約15Ma）の短期間に広域にわたる火成活動があり、潮岬火成複合岩類、大峰酸性岩類および熊野酸性火成岩類が形成されている。潮岬火成複合岩類は珪長質岩と苦鉄質岩が密接に伴う火山- 深成複合岩体である。潮岬では石英斑岩、グラノフィアなどの珪長質岩の貫入岩と、枕状溶岩を含む玄武岩質溶岩および粗粒玄武岩からなる。斑れい岩体が捕獲岩として含まれる。紀伊大島には珪長質の火砕岩、流紋岩が広く分布する。大峰酸性岩類は大峰山脈に沿って南北約50kmにわたって点在する花崗岩、花崗閃緑岩などの深成岩体と、花崗斑岩および石英斑岩の岩脈からなる。熊野酸性火成岩類は三重県尾鷲市から和歌山県那智勝浦町那智の滝にいたる延長約60kmの珪長質火成岩体で、凝灰岩、流紋岩、花崗斑岩からなる。花崗斑岩は神ノ木付近を境に北岩体と南岩体に分けられる。



第2図 四万十付加体の竜神付加コンプレックス竜神層・音無川付加シークエンス（音無川層群）・牟婁付加シークエンス（牟婁層群）の模式柱状図（中屋・坂本,2012）

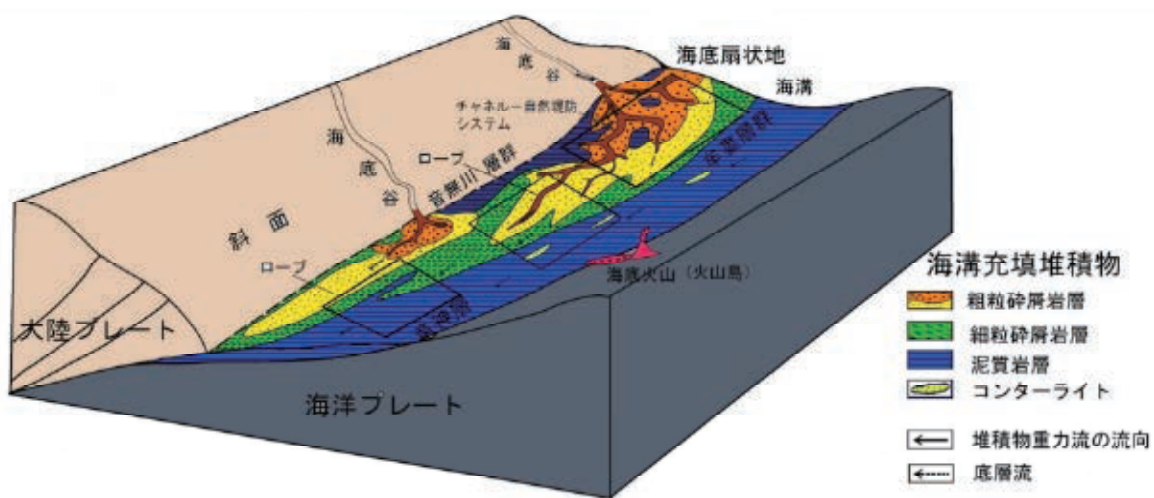


### 紀伊半島四万十付加体の海底扇状地（中屋・坂本，2012）

四万十付加体は主に堆積物重力流と底層流の海溝充填堆積物からなる。付加コンプレックスの各ユニット（付加シークエンスの構造ユニット）では、下部は泥岩が優勢な泥質岩層（相）からなり、日高川帯の付加コンプレックスでは、チャート・緑色岩などの海洋性岩石、遠洋性・半遠洋性の泥岩を伴っている。音無川付加シークエンス（音無川層群）では、一部に緑色岩を含み、遠洋性・半遠洋性の泥岩を伴うが、牟婁付加シークエンス（牟婁層群）は陸源の碎屑岩層のみからなる。上部は砂岩泥岩互層、砂岩および礫岩が優勢なタービダイト・デブライト層（相）である。タービダイト・デブライト層は、一般に上方薄層化・細粒化サクセッションを繰り返しながら、全体として上方に厚層化・粗粒化する（第2図）。

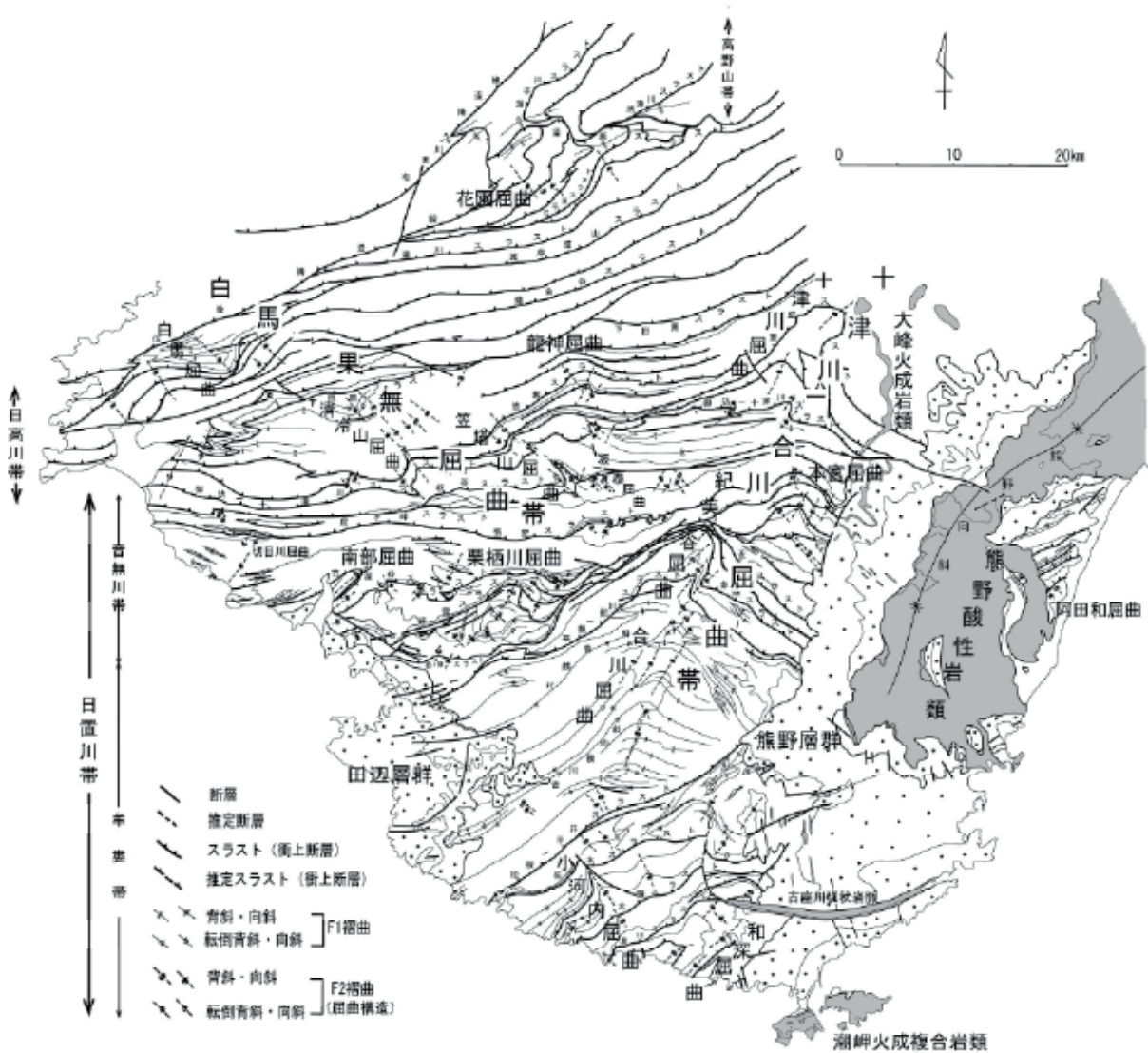
タービダイトの底痕（流痕）から求められた古流向は、竜神付加コンプレックス竜神層は東北東～北東からの軸流型、音無川付加シークエンスは東～北東からの軸流型である。牟婁付加シークエンスは、下部では東～北東からの軸流型であるが、上部では東～北東からの軸流と、西～北側および南側からの側方流がみられる軸流・側方流型および側方流型の古流向を示す。

堆積相と古流向をもとに四万十付加体の堆積環境について考察した。竜神付加コンプレックスの竜神層（カンパニアン後期～マーストリヒチアン中期）には竜神海底扇状地、音無川付加シークエンス（暁新世～前期部始新世）には音無川海底扇状地が形成されている。牟婁付加シークエンス（中期始新世～漸新世）の狼岨山・市鹿野構造ユニットには合川海底扇状地、周参見構造ユニットには佐本川海底扇状地が形成されている（第3図）。



第3図 四万十付加体の海底扇状地形成モデル

紀伊半島四万十付加体の新期屈曲構造 (中屋, 2012)



第4図 紀伊半島四万十帯の屈曲構造 (中屋, 2012)

紀伊半島四万十付加体には、付加体の初生構造に重複して、様々な規模の共役褶曲からなる屈曲構造が形成されている。「紀伊半島四万十帯 (四万十付加体) 20 万分の 1 地質図」の編集において、四万十付加体の地質構造を再検討した結果、様々な規模の屈曲構造が四万十帯全域に形成されていることが明らかになった (第4図)。屈曲構造は北東- 南西および北西- 南東の褶曲軸を有する共役褶曲からなる。共役褶曲から求めた最大圧縮主応力はほぼ東西を示し、四万十帯の帯状構造に沿う圧縮応力場で形成されている。西南日本弧全域に及ぶ、このような圧縮応力場は日本海の拡大に伴った時計回りの回転、伊豆半島の衝突ではなく、前期中新世以降の太平洋プレートの運動に起因するものと考えられる。屈曲構造は前期中新世の熊野層群および田辺層群に不整合で覆われる。主要な形成時期は前期中新世であるが、前期中新世以降も現世に至るまで屈曲構造の形成が活構造として継続していると考えられる。

紀伊半島南部の中期中新世火成岩類と高温泉（中屋・鈴木・竹末，2012 に加筆）

（1）紀伊半島南部の高温泉

紀伊半島における高温泉の湧出は、特定の地域に限られる。原田・中屋（1999），中屋ほか（2012）によれば、十津川流域の奈良県内には湯泉地温泉、上湯、下湯および十津川の温泉があり、和歌山県内には湯の峰、渡瀬および川湯の温泉がある。日高川上流には龍神温泉が湧出している。さらに紀伊半島の海岸沿いには勝浦・湯川温泉、白浜、椿温泉、周参見の温泉などがある。これらの高温泉は、陽イオンでは  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、陰イオンでは  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  が多く含まれ、化学組成からは  $\text{Na-HCO}_3$  泉、 $\text{Na}\cdot\text{Cl}$  泉および単純泉に分類される。湯の峰温泉や勝浦温泉などでは硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) の含有量がやや高いが、全体として火山性の成分が比較的少ない。

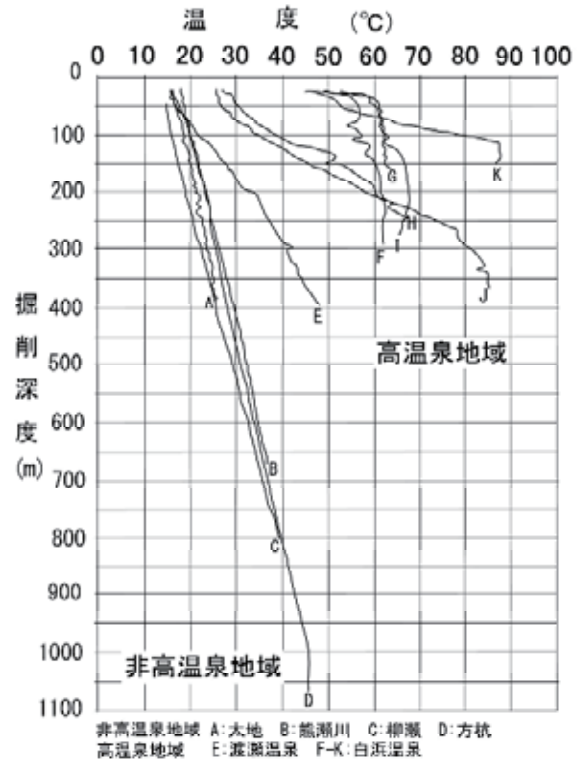
湯泉地では日高川帯竜神コンプレックス（竜神層）の泥岩、砂岩泥岩互層から単純硫黄泉、 $\text{Na-HCO}_3$  泉が湧出している。泉温は  $57^\circ\text{C}$  に達する。この付近には後述の十津川弧状岩脈が南北に貫入している。十津川温泉・上湯・下湯は御坊-十津川スラストの下盤をなす音無川層群羽六層上部（砂岩、砂岩優勢砂岩泥岩互層）から  $\text{Na-HCO}_3$  泉が湧出している。下湯の泉温は  $68^\circ\text{C}$  に達する。上湯は湯川川河床からの自然湧出泉である。

本宮温泉郷では、湯の峰温泉は湯の峰川の河床より自然湧出し、少量の硫化水素を含む  $\text{Na-HCO}_3$  泉で、泉温は  $58\sim 92^\circ\text{C}$  に達する。渡瀬温泉は全て  $110\sim 500\text{m}$  程度のボーリング泉である。泉温は  $47\sim 69^\circ\text{C}$  で、硫化水素をほとんど含まない重曹泉である。川湯温泉は泉温  $28\sim 74^\circ\text{C}$ 、 $\text{Na}^+\cdot\text{HCO}_3^-$  を主とする  $\text{Na-HCO}_3$  泉あるいは単純泉で、湯の峰温泉に比べて硫化水素の含有が少ない。湯の峰・渡瀬・川湯温泉はいずれも音無川層群から湧出している。川湯温泉では、高温泉の湧出は大塔川を斜めに横切る石英斑岩岩脈が分布する約  $150\text{m}$  の範囲に限られている。渡瀬温泉では四村川の右岸に石英斑岩の小岩体が露出している。

龍神温泉は日高川上流の竜神コンプレックスの竜神層から泉温  $42\sim 49^\circ\text{C}$  の  $\text{Na-HCO}_3$  泉（重曹泉）が湧出している。自然湧出泉は河床より約  $15\sim 20\text{m}$  にある横坑から湧出している。ボーリング泉は約  $30\text{m}$  掘削され、湧出量は毎分約  $240\text{ ㍓}$  とされている。このほか日高川左岸の北西-南東に延びる背斜軸部付近の裂かからの自然湧出が認められる。

勝浦・湯川温泉では勝浦湾を中心に各所に温泉の湧出が見られる。重曹泉と食塩泉に分けられる。泉温の最も高いものは  $56^\circ\text{C}$  である。勝浦温泉付近は熊野層群敷屋累層が広く分布するが、太地町夏山から狼煙山に東北東-西南西に延びる背斜構造があり、この背斜軸部に沿って高温泉が湧出している。古座川弧状岩脈に沿って、湯ノ花温泉、美女湯温泉など、牟婁層群からの自然湧出泉が見られるほか、月の瀬には掘削泉がある。泉質は重曹泉である。佐部の湯の谷では古座川弧状岩脈の花崗斑岩から高温泉が湧出している。

白浜温泉は泉温が  $42^\circ\text{C}$  超の源泉が多く、 $90^\circ\text{C}$  を超えるものもある。総湧出量は毎分約  $14,000\text{ ㍓}$  に達する。主要成分は重炭酸ナトリウムで、副成分として塩化ナトリウムを含む。源泉井の大部分はかつては自噴泉で、湯崎地区に集中している。白浜温泉は砂岩層、礫岩層および砂岩泥岩互層からなる田辺層群白浜累層から湧出している。湯崎半島には北翼が湯崎断層によって切られた東西性の湯崎背斜があり、源泉の多くは湯崎背斜北翼部に湧出している。椿温泉は泉温  $24\sim 36^\circ\text{C}$  で、単純泉が多



第5図 紀伊半島の温泉掘削井の温度検層（中屋・鈴木・竹末，2012）

い。東西に延び、西に緩く沈下する背斜軸部の、田辺層群白浜累層の砂岩層・砂岩泥岩互層から湧出している。

### (2) 温泉掘削井の温度勾配

紀伊半島の温泉掘削抗井の温度検層によれば、白浜温泉では、地表近くは 14 ~ 25 °C/100m の温度勾配を示し、深度 40 ~ 50 m および 250 ~ 300 m 付近で 50 ~ 90 °C の高温に達する。これ以深では 1 ~ 5 °C/100m 程度の温度勾配で、ほとんど温度の上昇がみられなくなる。本宮地域の温泉掘削でも同様な坑内温度分布を示し、紀伊半島の高温泉湧出域では一般に上昇流型の温度勾配である。非高温泉地域の温度勾配は、2 ~ 3

°C/100m 程度で、一部の掘削井では深度 1000 m 付近で温度上昇がほとんどみられなくなる。非高温泉地域では伝導型の温度分布であり、地下深部からの熱水上昇がないと考えられる (第 5 図)。

### (3) 弧状岩脈に伴う高温泉湧出

高温泉の湧出には、その熱源と岩盤中の地下水の賦存が重要である。中期中新世には潮岬火成複合岩類、大峰酸性岩類および熊野酸性火成岩類が形成されているが、潮岬火成複合岩類および大峰酸性岩類からは高温泉が全く湧出せず、熊野酸性岩の主岩体である花崗斑岩分布域にもみられない。また、橋杭岩などの南北性の岩脈群と、これらの岩脈に関連している八丁涸漉変質帯、琴ノ滝変質帯などの熱水変質帯にも高温泉の湧出がみられない。

紀伊半島は第四紀の火山地帯ではなく、熱源については必ずしも明らかになっていないが、高温泉は熊野酸性岩類に随伴する弧状岩脈とその周辺域でのみ湧出する。弧状岩脈は流紋岩質の結晶質凝灰岩 (火砕岩)、石英斑岩および花崗斑岩からなる。玉置山から湯川川には石英斑岩からなる玉置山弧状岩脈、御浜町阿田和付近から田辺市本宮町の川湯温泉を通り、湯川川上流に達する石英斑岩からなる本宮-阿田和弧状岩脈がある。太地から古座川に沿って延びる古座川弧状岩脈は最も大きく、結晶質凝灰岩 (火砕岩) と黒雲母花崗斑岩からなる複成岩脈である。枯木灘弧状岩脈は枯木灘海岸に沿って江住から見老津をへて周参見に延びる結晶質凝灰岩の岩脈で、牟婁層群に高角に断続的に貫入している。結晶質凝灰岩には流理構造がよく発達し、含まれるクラストの定向配列から、マグマは扇状に広がるように上昇したと考えられる。十津川弧状岩脈は十津川から大塔山をへて、日置川に延びる結晶質凝灰岩の岩脈群からなる (第 7 図)。

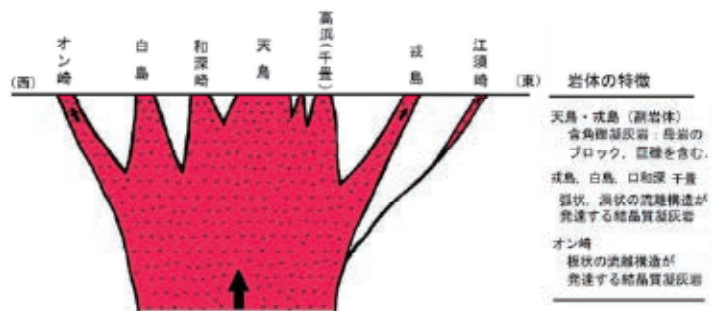
十津川弧状岩脈に沿っては、北から湯泉地、十津川および本宮地域の各温泉があり、日置川にはえびね温泉が知られている。本宮-阿田和弧状岩脈に沿って湯の峰、渡瀬、川湯温泉の各温泉が湧出し、この北西延長上に龍神温泉がある。白浜、椿および周参見の各温泉は、枯木灘弧状岩脈に沿って、あるいは岩脈の北西延長部に湧出している。古座川弧状岩脈には勝浦温泉や湯川温泉、湯の谷温泉などの高温泉が湧出しているほか、岩脈の延長部に湯の花温泉、三尾川周辺に自然湧出が見られる。

高温泉の湧出は各弧状岩脈に沿っているが、その湧出は局所的で、2 方向の弧状岩脈が交差する地域で湧出が顕著である。

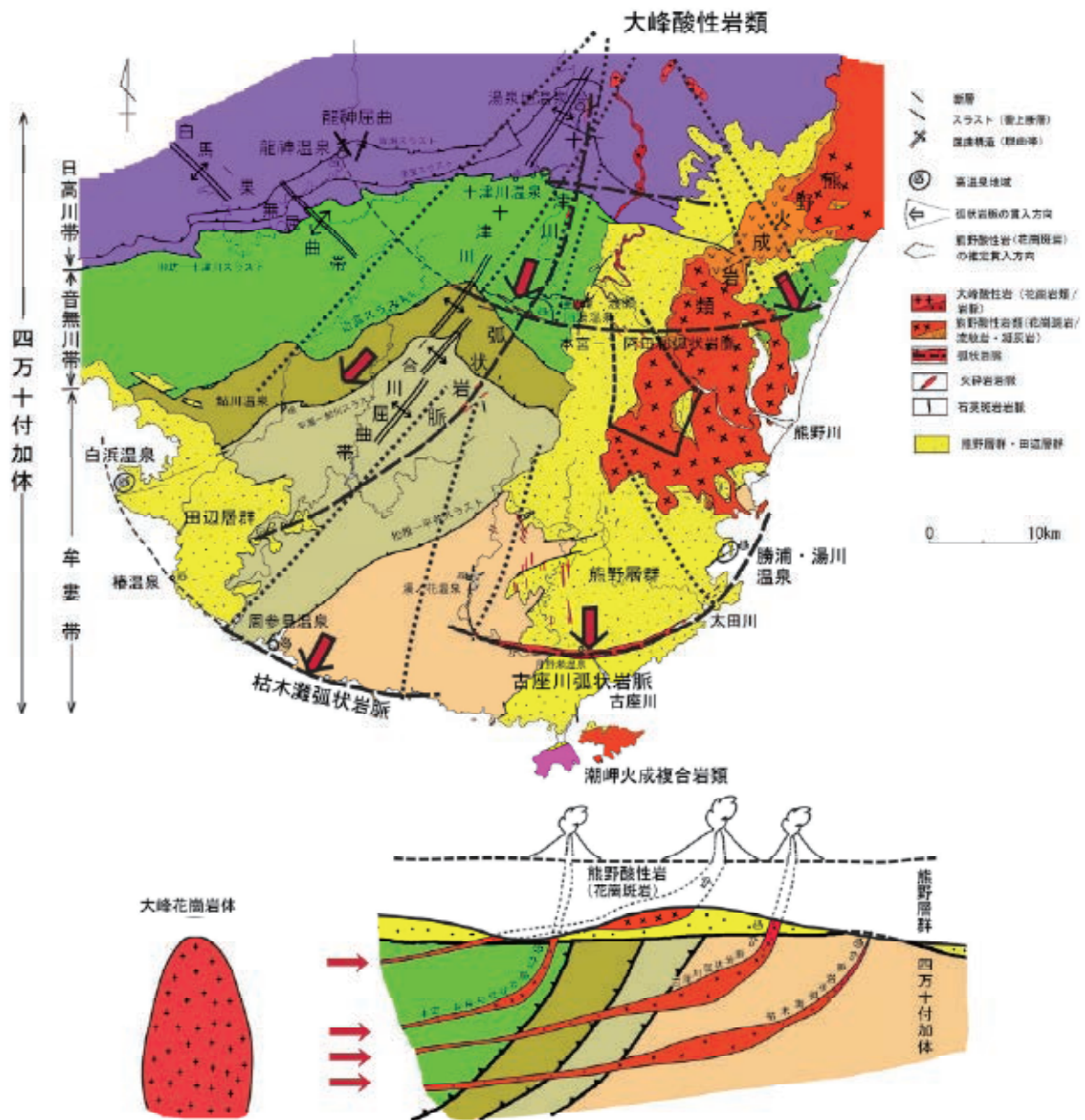
### (4) 温泉湧出の地質構造規制

紀伊半島南部の高温泉は主に四万十付加体と、これを不整合に覆う前弧海盆堆積物の中新統熊野層群および田辺層群から湧出している。温泉ボーリングでは温泉水は岩盤の裂かから湧出し、地下水の流動や賦存岩体として開口性の裂かが維持されている砂岩、礫岩、火成岩体などが考えられる。一方、泥岩や泥岩優勢の砂岩泥岩互層および密着固結した断層破碎帯などは難透水層を形成している。

十津川温泉、上湯および下湯は、御坊-十津川スラストの下盤にあたる音無川層群羽六層上部の厚い砂岩・砂岩勝ちの砂岩泥岩互層から湧出し、その上盤は御坊-十津川スラストの破碎帯・擾乱帯である。同様に、湯の峰温泉は構造ユニット境界断層である本宮スラストの下盤を構成する音無川層群羽六層の厚層砂岩・礫岩層、砂岩がち砂岩泥岩互層から湧出している。その上盤は本宮スラストの破



第 6 図 枯木灘弧状岩脈の貫入構造 (中屋・鈴木・竹末, 2012)



第7図 中期中新世の火成岩類、弧状岩脈および基盤岩と高温泉湧出の関係（中屋・鈴木・竹末，2012）

砕帯・擾乱帯である。龍神温泉は、ユニット境界である皆瀬スラストの下盤から湧出している。下盤は裂かが発達した竜神層の砂岩、砂岩勝ち砂岩泥岩互層で、上盤は皆瀬スラストの断層破碎帯・擾乱帯である。いずれも付加体における規模の大きなスラストの破碎帯・剪断帯が帽岩となり、下盤の地下水が被圧されて自噴していると考えられる。

四万十付加体は前期中新世前に共役褶曲からなる屈曲構造が形成されている。このうち四万十帯の第1級の屈曲構造である十津川-合川屈曲帯は背斜が卓越する屈曲構造で、この屈曲帯に沿って十津川弧状岩脈が貫入している。十津川-合川屈曲帯と玉置山、本宮-阿田和および枯木灘の各弧状岩脈の各交差部は北から温泉地温泉、十津川温泉、湯の峰・渡瀬・川湯温泉など高温泉の湧出域であり、さらにこの南にはえびね温泉や椿温泉が湧出している。龍神温泉は背斜が卓越する龍神屈曲の背斜軸

部の裂かから湧出している。屈曲構造の背斜部では、岩盤中に裂かが発達して深部に達する地下水流動系が形成され、深部からの熱水流体の上昇域にあたるため、特に弧状岩脈との交差部では高温泉が湧出していると考えられる。

湯崎半島の白浜温泉は湯崎背斜軸部の北翼で、椿温泉は椿背斜の軸部に湧出している。同様に勝浦温泉・夏山温泉は夏山から勝浦湾にのびる背斜にそって高温泉が湧出している。このように高温泉の湧出は付加体のスラスト下盤および新期屈曲構造の軸部、熊野層群および田辺層群の背斜軸部などの地質構造とも密接に関連して四万十付加体、熊野層群および田辺層群の岩相や地質構造に規制されている。

#### (5) 泉源井のメタンガス濃度と基盤岩

紀伊半島南部の泉源は、四万十付加体、下部～中部中新統の熊野層群・田辺層群および中期中新世火成活動に伴う弧状岩脈からの自然湧出泉や掘削泉である。これらの泉源にはメタン、二酸化炭素および硫化水素などの遊離性ガスが含まれる。四万十付加体：34泉源（高野山帯1，日高川帯12，音無川帯12，牟婁帯9），田辺層群：45，熊野層群：23の計102の泉源において、メタンおよび硫化水素のガス濃度を水上置換法（白浜温泉の一部の泉源では、高温のため槽内空気測定法による）で測定した。メタンガス濃度は0～100超（% LEL）の値を示す。

四万十付加体では、一般にはガスの溶存が少ないが、音無川帯の本宮地域の掘削泉、牟婁帯の周参見温泉では比較的高いメタンガス濃度がみられる。これらの温泉は弧状岩脈に伴う高温泉で、弧状岩脈や熱水鉱床近傍ではやや高いメタンガス濃度を示すと考えられる。

田辺層群の泉源は一般に高いメタンガス濃度を示す。とくに北部域の朝来累層、白浜累層（下位に朝来累層がある）ではその傾向が強く、メタンガスの溶存と朝来累層には強い因果関係が認められる。白浜温泉は噴騰泉で、メタンガス、二酸化炭素および硫化水素ガスが高濃度で含まれるとともに、高いガス圧を有する。

一方、音無川帯や田辺層群からの自然湧出泉や掘削泉には、ナトリウム-炭酸水素塩泉が多くみられるが、これらは音無川層群瓜谷層や田辺層群に含まれる石灰質団塊からの炭酸塩の溶出が深く関与していると考えられる。高野山帯の泉源に含まれる硫化水素ガスは近傍に胚胎するキースラーガー鉱床が密接に関連していると推定される。このように、泉源のメタン、二酸化炭素、硫化水素等のガス成分は基盤岩から地下水への溶出が深く関わっている。またガス濃度は掘削深度、揚湯深度および揚湯方法にも関係すると考えられるが、今後の検討課題である。

#### (6) 高温泉から推定される中期中新世火成岩体の地下構造

荒牧（1965）は熊野酸性岩体の形成について巨大な溶岩湖モデルを提案しているが、珪長質マグマの活動ではこのようなモデルは合理性を欠いている。近年、西南日本外帯における中期中新世の火成活動は大規模なカルデラ形成を伴うことが明らかになり、紀伊半島でもそのような視点での研究が進展している（三浦・和田，2007）。熊野酸性火成岩の弧状岩脈は環状断層に沿って貫入した岩体、花崗斑岩は熊野カルデラ内に噴出した凝灰岩や流紋岩に貫入した巨大なラコリス状の岩体であると解釈されている（Miura 1999，川上・星 2007）。

白浜温泉では、温泉掘削時の泉源深度と坑底温度の記録をもとに求めた地温勾配が10～25℃/100m程度で、高温部の中心が鉛山湾にあって、そこから次第に地温が低下しながら周辺部に延びている。川湯温泉は阿田和-本宮弧状岩脈の石英斑岩岩脈から自然湧出している。本宮地域の温泉掘削では、火成岩岩脈に達すると、高温の地下水の湧出と急激な温度上昇が認められる。また串本町佐部、湯の谷では古座川弧状岩脈の花崗斑岩から湧出している。弧状岩脈が温泉水の流動、賦存の場となっており、熱水が岩盤の裂かを流動し、地表に湧出してくると考えられる。弧状岩脈に沿って高温泉が湧出しているが、湧出は弧状岩脈の特定の場合に限られ局所的である。熊野酸性岩類の花崗斑岩分布域で湧出がみられない。この様な高温泉の湧出はMiura（1999）らの熊野酸性岩形成モデルでは説明が困難である。

大峰酸性岩類、熊野酸性岩類はほぼ同時期の珪長質マグマの活動によるもので、大峰酸性岩類は大峰山脈を中心に花崗岩体が形成され、その南側には四万十付加体や熊野層群に低角で貫入している花崗斑岩岩脈がある。熊野酸性岩は結晶質凝灰岩、流紋岩、花崗斑岩からなるが、岩体の主要部は多く

の場合、基盤岩とは低角で接し、弧状岩脈は高角で弧状に貫入している。

このように基盤岩に低角で貫入する大峰酸性岩の岩脈や熊野酸性岩の産状と高温泉の湧出から推定される火成活動と温泉湧出機構のモデルを示す。熊野酸性岩は、地下深部で大峰花崗岩体を形成したマグマ溜まりから南側に向かって、マグマが繰り返し低角で基盤岩に併入して、ラコリス状の岩体として形成された。弧状岩脈はこの様な岩体先端部からマグマが派生するように、高角で上昇して形成された岩体であると考えられる（第7図）。

中期中新世（15Ma 頃）の火成活動は短期間であったが、熱水作用はその後も続き数 10 ～数万年前まで低温の活動が認められている（花室孝広ほか、2008；新エネルギー・産業技術総合開発機構、1994）。上昇流型の熱水対流があり、地下深部からの高温流体による熱輸送が行われていると推定される。これらのことから熊野酸性岩のラコリス状貫入岩体と弧状岩脈が深部での熱水流体の通路となっていて、地下水賦存岩体や地下水流動域に貫入している部分から高温泉が湧出しているものと考えられる。一方、岩体上部が削剥された熊野酸性岩の花崗斑岩の岩体は、地下深部からの高温流体による熱の供給が途絶えて高温泉の湧出がみられないと考えられる。

#### 文献

- 荒牧重雄（1965）熊野酸性火成岩類の噴出形式。地質雑，71，525-540。
- 原田哲朗・中屋志津男（1999）温泉。アーバンクボタ 38 号「紀伊半島の地質と温泉」，42-56。クボタ。
- 花室孝広・梅田浩司・高島勲・根岸義光（2008）紀伊半島南部，本宮および十津川地域の温泉周辺の熱活動史。岩石鉱物科学，37，27-38。
- 川上 裕・星 博幸（2007）火山- 深成複合岩体にみられる環状岩脈とシート状貫入岩：紀伊半島，尾鷲- 熊野地域の熊野酸性火成岩類の地質。地質雑，113，296-309。
- 紀州四万十帯団体研究グループ（2012）紀伊半島四万十帯（四万十付加体）20 万分の 1 地質図。地団研専報 59「紀伊半島における四万十付加体研究の展開」附図。
- Miura D（1999）Arcuate pyroclastic conduits, ring faults, and coherent floor at Kumano caldera, southwest Honshu, Japan. Jour Volcanol Geotherm Res, 92, 271-294。
- 三宅康幸（1981）和歌山県潮岬火成複合岩体の地質と岩石。地質雑，87，383-403。
- 三浦大助・和田穰隆（2007）西南日本弧前縁の圧縮テクトニクスと中期中新世カルデラ火山。地質雑，113，283-295。
- 水野篤行（1957）5 万分の 1 地質図幅「那智」および同説明書。地質調査所，37p。
- 村山正郎（1954）5 万分の 1 地質図幅「新宮・阿田和」および同説明書。地質調査所，27p。
- 中屋志津男・原田哲朗・吉松敏隆（1999）「紀伊半島四万十帯の地質図（25 万分の 1）」。アーバンクボタ 38 号「紀伊半島の地質と温泉」附図，クボタ。
- 中屋志津男（2012）紀伊半島四万十付加体の新期屈曲構造。地団研専報，59，119-128。
- 中屋志津男・坂本隆彦（2012）紀伊半島四万十付加体の海底扇状地。地地団研専報，59，159-174。
- 中屋志津男・鈴木博之・竹末佳永（2012）紀伊半島南部の中期中新世火成岩類と高温泉。地団研専報，59，249-261。
- 佐藤幸二（1964）紀伊白浜温泉の地質と温泉。地質雑，70，110-126。
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（1994）地熱開発促進調査処理報告書，No.37 本宮地域（第二次），885p。
- 鈴木博之・原田哲朗・石上知良・公文富士夫・中屋志津男・坂本 隆彦・立石雅昭・徳岡隆夫・井内美郎（1979）栗栖川地域の地質。地域地質研究報告（5 万分の 1 図幅），地質調査所，54P。
- 立石雅昭・別所孝範・原田哲朗・久富邦彦・井内美郎・石上知良・公文富士夫・中屋志津男・坂本隆彦・鈴木博之・徳岡隆夫（1979）江住地域の地質。地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅），地質調査所，65P。
- 徳岡隆夫・原田哲朗・井内美郎・石上知良・木村克巳・公文富士夫・中条健次・中屋志津男・坂本隆彦・鈴木博之・谷口純造（1981）龍神地域の地質。地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅），地質調査所，69p。（2012.10.31）

地団研専報 59（2000 円）の入手・問い合わせ先

地学団体研究会（〒171-0022 東京都豊島区南池袋 2-24-1）電話：03-3983-3378，E-mail chidanken@tokyo.email.ne.jp

または株式会社白浜試験（〒649-2211 和歌山県西牟婁郡白浜町 2302）電話 0739-42-4728，E-mail shisui@mb.aikis.or.jp

# 地盤工学会関西支部 平成27年度第2回見学会に参加して

協同組合 関西地盤環境研究センター

地盤技術室：橋本 篤

場所：国立研究開発法人 防災科学技術研究所

兵庫耐震工学研究センター（E-ディフェンス）

主催：（公社）地盤工学会関西支部

10月21日に行われた、「E-ディフェンス公開実験：地盤・杭基礎の地震被害モニタリング技術検証のための振動台実験」見学会に参加してきました。この見学会は、京都大学、大成建設（株）、防災科学技術研究所の研究グループの実験が一般公開されることを受けて実施されたものです。施設の公開見学は何度も行われていますが、実際に振動実験を見られるのは、非常に貴重な機会だったようです。

初めてE-ディフェンスに行きましたが、第一印象は単純に「デカイ!!」の一言でした。敷地が広大であり、巨大な建物が何棟もあり、施設案内を見るまでは何に使用するのかもわからない程でした。敷地内には、実験後の住宅等（写真NG）が、載荷台らしきものの上にあり、まるで巨大な破壊サンプル模型を見ているようでした。

E-ディフェンス載荷台には、建物と間違えてしまう程の大型円形せん断土槽（供試体直径8.0m×高さ6.0m）がセットされ、その中にRC杭・鋼管杭がセットされていました。まさに、今話題になっている杭基礎の実験「地盤・基礎構造・ライフラインの健全性評価のためのモニタリング検証」でした。杭の実験結果を直接見ることが出来なかったのは残念でしたが、そんな大きな土槽に振動を加える実験だったので、実験中は非常に迫力がありました。こうした研究が社会基盤整備の重要な部分を担っていると感じました。

建物のような、破壊状況が明確なものだと、もっとわかりやすかったかもしれません。

今後は、当センターの若手にも是非見学に参加させ、見聞を広めてほしいと思いました。



外観



振動台と土槽



# 2015 中河内防災フェア参加報告

地盤技術室 松川・三好・服部

11月7日（土）に開催された大阪府八尾土木事務所・都市公園久宝寺緑地指定管理共同体主催の「2015 中河内防災フェア」で関西地質調査業協会のブース展示に参加しました。協会の技術展示ブースは「振動台による液状化実験装置」「津波の波形実験装置」を用いた実演、および地盤災害とそれらの発生原因を説明したパネル展示でした。

センターからは水分量を変化させた砂・粘土の標本を展示し、水分量の違いで土の状態が大きく異なること、また寒天を用いて（硬い地盤・軟らかい地盤）の模擬地盤を作り、地震動に見たてた振動を加えた時の揺れ方の違いについて説明しました。来場された方は非常に熱心に液状化・津波・寒天地盤の模擬実験と、その説明を聞いておられました。その中でも特に印象に残っているのが、小学校2年生の男子の子でした。その男子の子は化石や綺麗な石を収集することを趣味としていて、土についても非常に興味を持っており、説明するこちらにも圧倒されるほどの熱心さでした。私たちもそれ位の熱意を持って業務に励んでいくべきだと感じました。今回参加させてもらい、一般の方々に地盤調査・地質調査の重要性を知ってもらうことが必要であると考えさせられた一日でした。



参加メンバー



液状化模擬実験の様子



津波模擬実験の様子



寒天作成の地盤模擬実験の様子

# 行事・講習会・資格試験等のご案内

(H27年11月24日現在)

主催	開催日 開催地	名称	募集内容	申込締切
関西地盤環境研究センター 関西地質調査業協会日本応 用地質学会関西支部	12月16日	技術講演会「盛土に関する最近の動向 －事例から性能評価まで－」	講演会	
関西地質調査業協会 <a href="http://ks1415.ec-net.jp/">http://ks1415.ec-net.jp/</a>		匠（優秀オペレータ）募集	募集	10月1日～3月31日
地盤工学会関西支部 <a href="http://www.jgskb.jp/">http://www.jgskb.jp/</a>	12月3日	「杭基礎のトラブルとその対策」講習会	講習会	
	12月9日	第2回若手セミナー ～地盤工学の基礎講座～	講習会	12月2日
	12月13日	防災講演会 平成23年台風12号で何が起きたのか・2015 ～紀伊半島大水害の記録を伝えていく～	講習会	申込不要
	12月19日	平成27年度区民防災講演会 ～南海トラフ巨大地震と大正区の地震防災～	講習会	12月11日
地盤工学会 <a href="https://www.jiban.or.jp/">https://www.jiban.or.jp/</a>	12月18日	「NATMとシールドトンネルの設計と実際講習会」	講習会	
		シニア会員と若手の交流企画	講師募集	原則として年齢 60歳以上
(一社)環境地盤工学研究所 <a href="http://rieg.jp/">http://rieg.jp/</a>	1月15日	第2回RIEGフォーラム	フォーラム	1月12日

※内容の詳細については、ホームページ等でご確認願います。

# こんな時代だから、 ちょっと♡心に残る良い話

今回のちょっといい話は、相田みつを氏の詩がCM で使われていたので載せてみました。  
お暇な時に一読してください。

(稲田 記)

## 【セトモノ】

セトモノと  
セトモノと  
ぶつかりっこすると  
すぐこわれちゃう  
どっちか  
やわらかければ  
だいじょうぶ  
やわらかいところを  
もちましよう  
そういうわたしは  
いつもセトモノ

みつを

## 編集後記

今年も、もう終わりですね。皆様は来年のカレンダーを買われましたか？今年の・・・というか売り出しが好調なのは日めくりカレンダーらしいですよ！松岡修造氏のポジティブな日めくりカレンダーが人気とか・・・。ポジティブになるのがしんどい方は、一時期人気？だった「ヒロシです・・・」のネガティブな日めくりカレンダーもあるみたいです。

あとは今年急に注目を浴びているラグビー選手のカレンダーも急遽販売することになったみたいです。これはすぐに売り切れそうですね・・・。私はあまり興味がないのでスルーしますが（笑）

自分の好みがあると思いますが、一度、ロフトや東急ハンズ等にお出かけの際は立ち見してみるのも良いかもしれませんよ。

今年も、当センターを御利用頂き、誠に有難うございました。来年も、何卒宜しくお願い申し上げます。

(稲田 記)

# 組合員・賛助会員名簿

## 【組合員名簿】

(50音順)

会社名	電話番号	会社名	電話番号
株式会社 アスコ	(06)6444-1121	株式会社 白浜試錐	(0739)42-4728
株式会社 アテック吉村	(072)422-7032	株式会社 ソイルシステム	(06)6976-7788
株式会社 インテコ	(0742)30-5655	株式会社 ダイヤコンサルタント 関西支社	(06)6339-9141
株式会社 エイト日本技術開発 関西支社	(06)6397-3888	株式会社 タニガキ建工	(073)489-6200
株式会社 オキコ コーポレーション	(06)6881-1788	株式会社 地圏総合コンサルタント 大阪支店	(06)6223-0955
応用地質 株式会社 関西支社	(06)6885-6357	中央開発 株式会社 関西支社	(06)6386-3691
川崎地質 株式会社 西日本支社	(06)7175-7700	中央復建コンサルタント 株式会社	(06)6160-1121
株式会社 関西土木技術センター	(075)641-3015	株式会社 東京ソイルリサーチ 関西支店	(06)6384-5321
株式会社 関西地質調査事務所	(072)279-6770	株式会社 東建ジオテック 大阪支店	(072)265-2651
株式会社 基礎建設コンサルタント 大阪営業所	(088)642-5330	東邦地水 株式会社 大阪支社	(06)6353-7900
基礎地盤コンサルタント 株式会社 関西支社	(06)6536-1591	株式会社 日さく 大阪支店	(06)6318-0360
株式会社 キンキ地質センター	(075)611-5281	株式会社 日建設計シビル	(06)6203-3694
株式会社 建設技術研究所 大阪本社	(06)6206-5700	日本基礎技術 株式会社 関西支店	(06)6351-0562
興亜開発 株式会社 関西支店	(072)250-3451	日本物理探査 株式会社 関西支店	(06)6777-3517
株式会社 神戸調査設計	(078)975-3385	株式会社 阪神コンサルタンツ	(0742)36-0211
株式会社 興陽ボーリング	(06)6351-1590	阪神測建 株式会社	(078)360-8481
国際航業 株式会社 関西技術所	(06)6487-1111	復建調査設計 株式会社 大阪支社	(06)6392-7200
株式会社 国土地建	(0748)63-0680	双葉建設 株式会社	(0748)86-2616
サンコーコンサルタント 株式会社 大阪支店	(06)4803-2010	株式会社 メーサイ	(06)6190-3371
株式会社 シマダ技術コンサルタント 大阪本社	(06)6392-5171	明治コンサルタント 株式会社 大阪支店	(072)751-1659
有限会社 ジョ・ロジック	(072)429-2623	株式会社 ヨコタテック	(06)6877-2666

## 【賛助会員名簿】

会社名	電話番号	会社名	電話番号
株式会社 アーステック東洋	(075)575-2233	株式会社 ソルブレイン	(06)6981-3330
株式会社 池田地質	(06)6797-2280	株式会社 中堀ソイルコーナー	(06)6384-9069
株式会社 創研技術	(088)652-0077	株式会社 兵庫コンサルタント	(0799)28-1074
株式会社 総合技術コンサルタント	(075)312-0653		

発行 協同組合 関西地盤環境研究センター  
 〒566-0042 摂津市東別府1丁目3番3号  
 TEL 06-6827-8833 (代)  
 FAX 06-6829-2256  
 e-mail tech@ks-dositu.or.jp

編集 広報関連委員会  
 編集責任者 中山義久  
 印刷



<http://www.ks-dositu.or.jp>



モノレール南摂津駅より徒歩約15分 JR岸辺駅よりタクシーで約10分 阪急正雀駅より徒歩で約25分



## 協同組合 関西地盤環境研究センター

〒566-0042 大阪府摂津市東別府1丁目3-3

TEL.06-6827-8833(代表)

FAX.06-6829-2256(地盤技術室)

<http://www.ks-dositu.or.jp>

ISO/IEC17025認定試験所(摂津試験所)  
ISO9001認証取得

計量証明事業者登録(濃度)大阪府第10310号  
環境省土壌汚染指定調査機関(環2003-1-99)