

AFRC



NEWS

URL:<http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.htm>

Active Fault Research Center

C O N T E N T S

Topics

チリ中南部における津波堆積物・地殻変動調査 2004

活断層研究センターセミナー

フィールド, トレンチ情報

新聞報道

学会, 研究会参加

SHOA(チリ)・UNAM(メキシコ)訪問

対外活動報告 (2004年2月)

活断層研究センター・地域地盤環境研究所
合同研究発表会開催のお知らせ



2月1日～28日

チリ中南部における津波堆積物・地殻変動調査 2004

宍倉正展・澤井祐紀・鎌滝孝信

調査の概略

活断層研究センターでは、昨年よりチリ・バルパライソ大学と USGS との3カ国の共同でチリ中南部沿岸における津波堆積物と地殻変動の調査を行っている。この共同研究の目的は大きく分けて2つあり、堆積物から過去の津波の履歴を知ることと、1960年チリ地震時およびそれ以降の地殻変動を明らかにすることである。そしてこれらの結果に地球物理学的考察を加え、モデル化することを目指している。

3カ年計画のこの調査は、毎年気候の温暖な2月の1ヶ月間を選んで行っており、初年度だった昨年は、宍倉が参加して、おもにマウジン近郊の塩性湿地で津波堆積物のトレンチ調査を行った。2年目にあたる今年は、当センターから佐竹、鎌滝、澤井と宍倉の4人が参加し、それぞれの専門分野に関連した調査を行った。

鎌滝は1ヶ月間、調査リーダーの Marco Cisternas 氏（バルパライソ大）と Brian Atwater 氏（USGS）とともに、昨年から引き続きマウジンでの津波堆積物のトレンチ調査に参加し、砂層の堆積構造の観察と分析用試料の採取

などを行った。澤井と宍倉は第3週目まで、マウジンから東へ70kmほど離れたプエルトモン近郊のチャミザ川デルタにおいて、過去の隆起、沈降現象を記録していると考えられる塩性湿地の露頭を観察した。特に澤井は植生調査や珪藻分析用の試料採取なども行った。その後1週間、宍倉は Cristian Youlton 氏（バルパライソ大）とともに、1960年チリ地震に伴う地殻変動について、聞き取りと旧汀線高度の調査を行った。なお、佐竹は2月の中旬に約1週間滞在し、Marcelo Lagos 氏（カトリック大）とともに津波モデルについて話し合っている。

今回は宍倉が1960年チリ地震の地殻変動、澤井がチャミザ川デルタの露頭観察結果、鎌滝がマウジンの津波堆積物トレンチ観察結果についてそれぞれ報告を行う。

1960年チリ地震における地震時および現在までの地殻上下変動量の推定（宍倉正展）

過去100年で最大の地震と言われる1960年チリ地震(M9.5)は、チリ中～南部の沿岸約1000kmに渡って地殻上下変動を伴った。具体的な変動量の分布は Plafker and



図1 調査範囲の地図。青い四角が地殻変動量の測定地点。

Savage (1970) の詳細な調査から明らかになっており、その結果から低角逆断層の震源モデルが提唱されている。また Barrientos *et al.*(1992) は、プエルトモンから東の6地点で地震後1989年までの余効変動を計測し、震源より深部でのすべりを推定している。今回、我々は、Plafker や Barrientos らの研究を再検討し、地震後44年間の余効変動の量を明らかにするため、マウジン周辺からレロンカピ地域にかけての南緯41～42°付近を横断する東西約120km、南北約40kmの範囲の沿岸域で調査を行った(図1)。

調査方法は、まず海岸近くに住む地震体験者の方への聞き取りを行い、海面高度が地震直後に変化したかどうか、また地震後、現在までに変化し続けているか、といった質問に答えていただいた。もちろんスペイン語しか通じないため、私からの質問は Cristian に訳してもらったのだが、現地の人から何度もチリ人に間違われ、「なんでスペイン語を話さないんだ」と不思議がられたりもした。しかし、みなさん調査には非常に協力的で、44年経ても当時の記憶はしっかりとしており、信頼性の高い証言が数多く得られた。この聞き取りの結果を基に地震前の最高潮位汀線の位置を確認し、現在の最高潮位汀線との比高を計測した。有効なデータが得られた測定地点は合計27カ所である。

調査は詳細な露頭観察(澤井の報告を参照)を行ったチャミザ川デルタを出発点とし、東へと進んだ。結果的にはこのチャミザが今回、過去44年間で最大の隆起を記録していることになった。その証拠の一つは、かつて高潮位時に床下まで水に浸かっていたという高床式の家屋(通称ピラーハウス)にある(写真1)。地震前から住んでいるというその家の主に、具体的に柱のどの位置に当時の最高潮位があったかを聞き、現在の最高潮位との比高を測定したところ、約2mという隆起量が得られた。ちなみにこの周辺で Cristian が集めた聞き取り証言の多くは、コサイスマックに大きく変動したことを示している。



写真1 チャミザのピラーハウス。黄色の点線が地震前の最高潮位レベル

チャミザから南東へ約15kmのメトリでも、急激に大きく隆起したことを窺える証拠が得られた。このピラーハウスは2階建てであるが、1階部分はなんと地震による隆起で下がった海面との間に増築したものらしい(写真2)。



写真2 メトリのピラーハウス。1階部分は地震隆起で生じた隙間に増築された。

1960年チリ地震時の旧汀線の証拠を求めて、宿泊場所を移動しながら東へ調査範囲を広げていったのだが、途中、滞在したジャケーペは電気の無い村だったため、測量機器の充電が出来ず、PCもバッテリー駆動を余儀なくされた。夜はローソクの灯りでデータ整理をした。しかし、その不便さと引き替えに得たものは、美しい満天の星空であった。たまたま新月だったという幸運もあったのだが、これまでの人生で見た中で間違いなく最高と言えるものだった。

調査はフィヨルド状のエスチュアリーに入っていく、最東端でコチャモという村まで到達した。どうやら東へ向かって隆起量は減少していく傾向にあるようである。そこから北上し、チリ富士とも呼ばれるオソルノ火山の麓を通過して、チリ最大の湖であるジャンキウエ湖畔を西進し、プエルトモンに戻って、今度はそこから西へ調査を進めた。すると、それまでとは一転して、沈降の証拠が見つかるようになった。しかし、サンアングスティンやカルブコといった場所で聞き取り調査を行うと、隆起と沈降の両方の証言が混在し、我々を悩ませた。地震時とそれ以降で変動の方向が違うのかもしれない。

最西端のインコという村では、確実な沈降のデータを得た。ここは沈降によって森林から塩性湿地へと大きく環境が変わった場所で、立ち枯れ木が多く観察された(写真3)。沈降量の推定は、この立ち枯れ木のレベルと現生の樹木の生息下限のレベルの比高を計測した。

今回の結果をまとめると、Plafker や Barrientos らの結果と、傾向はほぼ同じであるが、隆起地域での変動量は明らかに大きくなった。これらの変動の何割がコサイスマックで、何割がポストサイスマックか、聞き取りの証言などを基に今後検討していかなければならない。そし

てこの結果を基に断層モデルの推定へと発展させていく予定である。



写真3 アイノコの塩性湿地における立ち枯れ木。地震前は林であった。

プエルトモン近郊に残された1960年チリ地震の痕跡

(澤井祐紀)

今回の渡航期間中、プエルトモン近郊にあるチャミザ川デルタ地域において、地震性海岸隆起の痕跡に関する研究調査を行うことができた。主な調査メンバーは、宍倉、澤井、Cristian Youtlon の3名であった。調査期間中滞在したロッジは、1960年チリ地震に伴って隆起した海岸地域に隣接しており、常に問題意識を呼び起こされる環境であった。

Plafker and Savage (1970) よれば、1960年チリ地震に伴って本調査地域は1m程度隆起したとされている。1960年チリ地震から44年が経過した現在、「その隆起の証拠がどのように堆積物中に記録されているのか」ということは海溝型古地震研究に共通する非常に興味深いテーマである。本研究ではこのような視点から、1: 聞き取りによる環境変化の推定、2: 現地地形面測量・植生調査による環境変化の推定、3: 1960年以降の堆積物の観察、を現地において行った。聞き取り調査の結果、1960年チリ地震以前は河口部のほとんどが最高潮位時に冠水していたが、地震後の隆起によって陸域¹面積が大きく拡大したことがわかった(宍倉による旧汀線調査を参照)。この結果と地形面測量の結果から、チャミザ川河口の塩性湿地群はチリ地震後の海岸隆起を連続的に記録していることが考えられた。これらの塩性湿地における堆積物を、露頭観察、ピット掘削などによって調べた結果、粘土層-泥炭層の層序境界を観察することができた(写真4)。現地では、この粘土層-泥炭層境界とあわせて、明瞭な粘土層、火山灰層が確認された。これらはそれぞれ、歴史記録に残されている泥流、カルブコ山噴火によるものと考えられ、それらを利用することによって粘土層-泥炭層の時間軸を入れることができると考えられた。

今回見られたような粘土層-泥炭層境界は、世界各地の海溝型古地震復元に用いられてきた。それら既存の研究では、このような粘土層-泥炭層境界を大型植物化石・微化石などを用いて評価することが多いが(Sawai *et al.* 2002: 北海道東部太平洋沿岸; Nelson *et al.* 1996: アメリカ西海岸; Zong *et al.* 2003 アラスカ南海岸)、本地域で観察された1960年イベント境界を同様の方法で分析することによって、既存研究に対する高時間分解能なアナログを手に入れることができる。今後は、筆者らが行ってきた微化石による解析を進めていきたいと考えている。

¹ここでいう「陸域」とは、年間最高潮位(冬季の最高潮位)時にも冠水しない場所を表す。



写真4 チャミザ川デルタ地域において観察された粘土層-泥炭層境界。1960年チリ地震に伴った環境変化を表していると考えられる。

チャミザ川デルタにおいて発見された古地震痕跡

(澤井祐紀)

1960年チリ地震に伴った海岸隆起が過去の地震においても繰り返されているならば、その隆起の証拠は海岸湿地に記録されている可能性が高い。このような観点から、今回行われた1960年チリ地震の痕跡調査と平行して、本地域における海岸隆起周期復元に関する調査も行われた。

今回露頭観察を行った場所の地表面は、塩生植物類イグサ属(*Juncus balticus* など)、ホタルイ属(*Scripus americanus* など)、アッケシソウ属(*Salicornia sp.*)が優占する環境である。この場所の地下数mには、明瞭な埋没泥炭層と粘土層の繰り返しを連続的に観察することができる(写真5)。現地ではスケッチ作業を丹念に行い(写真6)、同時に埋没泥炭層に含まれる大型植物化石の観察も行った。大型植物化石観察の結果、粘土層は現在よりも潮位の影響を強く受ける環境、泥炭層は現在のような塩性湿地環境であることが分かった。このような組成変

化は、調査地域が過去に離水・沈水を繰り返していることを表している。この離水が過去の地震に関連した隆起によるものならば、この埋没泥炭層は本地域の古地震研究に多くの知見を与えてくれると考えられる。

以上のような埋没泥炭層と同時に、幾つかの噴砂痕を見つけることができた。1960年チリ地震の際、調査地域周辺では液状化による大規模な噴砂が確認されている。このような噴砂痕は直接的な古地震の証拠であり、埋没泥炭層が示す環境変動とあわせて考察することによって信頼性の高い古地震像を捉えることができる。現在、噴砂痕直上より得られた植物化石を用いてその年代を測定依頼中であるが、得られた年代を用いて埋没泥炭層との対比を行う予定である。

今回のチャミザ川における研究調査は、地権者らの好意によって支えられ、行うことができたものである。調査地における潮位差は最大6m以上と非常に大きく、高潮時に身動きが取れなくなることが間々あった。その際には、地権者（やその親類の方々）に渡し舟をお願いすることもあった。また、調査ができない満潮時に、庭園にあるプラムをご馳走になることもあった。今回の調査は、そういった現地の方々の優しさに終始感謝して行った記憶が残っている。この場を借りて、お世話になった現地の方々に感謝の意を表したいと思います。



写真5 チャミザ川デルタ地域において観察された露頭。

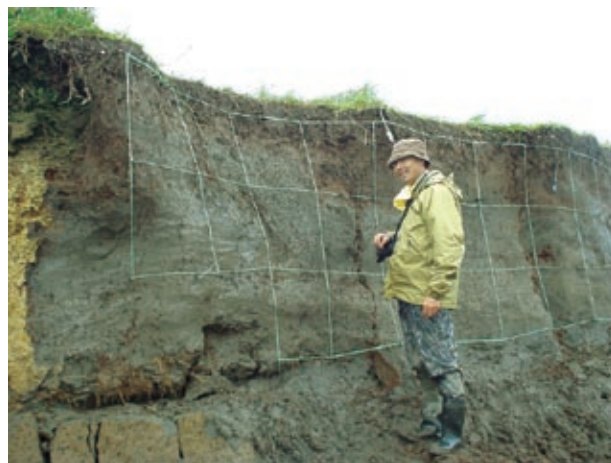


写真6 チャミザ川デルタ地域における調査風景。

1960年チリ地震によって形成された津波堆積物

(鎌滝孝信)

津波堆積物は最近さまざまな地域の地層から報告されていて、その堆積構造など堆積学的な特徴も徐々に明らかにされつつある（例えば、藤原ほか、2003）。しかしながら堆積物の特徴から確実にその堆積物の形成要因を“津波”と認定できるまでには至っていない。よって津波堆積物をストーム堆積物などほかの要因で形成された堆積物と識別するためには、“確実に津波によって形成された堆積物”を詳細に観察することが必要である。そこで、1960年チリ地震によって形成された津波堆積物とその下位に分布する砂質堆積物を対象として地層の記載、観察をおこなった。

調査地域はチリ南部プエルトモンから約70km西方に位置するマウジン周辺の塩性湿地で、地下には、土壌、ピートと砂質堆積物の互層が分布する。それらの中で最上部にみられる砂層（写真7）は、1960年チリ地震における



写真7 トレンチ壁面における砂層とピート・土壌との互層

津波堆積物と考えられている (Salgado *et al.*, 2003). この津波堆積物は、湿地に遡上し堆積したものである。今回の調査では海岸から内陸へと直交した2本の測線を引き、その測線上に計25個のトレンチを掘削し、そこにみられる砂質堆積物の記載と試料の採取をおこなった。

観察した1960年チリ地震による津波堆積物の特徴は、(1) 基底部に明瞭な侵食面をもって下位のPEAT層を覆い、(2) 低角の斜交層理がみられる中粒-細粒砂、(3) 植物片を含む細粒砂の順に重なり、(4) PEAT層によって覆われる (写真2)。このような堆積物の特徴は、我々が北海道東部の藻散布沼において研究をおこなっている津波堆積物の特徴と極めて良く似ている。

海陸方向での層厚や層相の変化をみると、最も海側に位置するトレンチから約1km内陸に位置するトレンチでは、1960年津波堆積物の厚さは約10cm (写真8) から約4cm (写真9) へと厚さを減少する。また、堆積物の粒径もやや細粒化するように見える。このように津波堆積物の一般的特徴とされる、陸域方向へと厚さが減少し粒径が細粒化するという特徴もみられる。



写真8 最も海側のトレンチにおける1960年チリ地震による津波堆積物



写真9 最も陸側のトレンチ（写真8の地点よりも約1km陸側）における1960年チリ地震による津波堆積物

今後、現地で採取した試料の軟X線撮影、粒度分析などを進め、チリ地震によって形成された津波堆積物の堆積学的特徴を明らかにし、さらに房総や北海道でみられる津波堆積物との比較・検討をおこなってゆく予定である。

引用文献

- Barrientos, S. E., Plafker, G. and Lorca, E., Postseismic coastal uplift in southern Chile. *Geophysical Research Letters*, 19, 701-704.
- 藤原 治・鎌滝孝信・田村 亨, 2003, 内湾における津波堆積物の粒度分布と津波波形との関連-房総半島南端の完新統の例-. *第四紀研究*, 42, 67-81.
- Nelson, A.R., Shennan, I. and Long, A.J., 1996a. Identifying coseismic subsidence in tidal-wetland stratigraphic sequences at the Cascadia subduction zone of western North America. *Journal of Geophysical Research* 101, 6115-6135.
- Plafker, G. and Savage, J. C., 1970. Mechanism of the Chilean earthquakes of May 21 and 22, 1960. *Geological Society of America Bulletin*, 81, 1001-1030.
- Salgado, I., Eipert, A., Atwater, B. F., Shishikura, M. and Cisternas, M., 2003, Recurrence of giant earthquakes inferred from tsunami sand sheets and subsided soils in south-central Chile. Abstract of 2003 Annual Meeting, Geological Society of America.
- Sawai, Y., Nasu H. and Yasuda Y., 2002, Fluctuations in relative sea-levels during the past 3000 years at the Onnetoh estuary, Hokkaido, northern Japan. *Journal of Quaternary Sciences* 17, 607-622.
- Zong, Y., Shennan, I., Combellick, R. A., Hamilton, S. and Rutherford, M., 2003, Microfossil evidence for land movements associated with the AD 1964 Alaska earthquake. *The Holocene* 13, 7-20.

2月6日

電力設備に対する強震動研究の応用

福島誠一郎・安中正・宇野晴彦（東電設計）

近年の地震活動の活発化により、地震や地震による被害に対する関心が高まりつつある。電力業界では、原子力発電所設備を対象とした設計用基準地震動の策定や確率論的耐震安全性評価など、先端的な地震動研究を続けてきており、今後は前述の動向にも関連して、この成果を他分野へ展開することが期待されている。

今回は、地震動研究の応用事例として、電力設備（LNGタンクなど）の耐震設計への展開、電力設備群の地震リスクマネジメント、地域防災（想定地震による地震被害想定）を取り上げ、その概要を説明する。また、「震災対策技術展」に出展した地震防災情報システムについて、その内容を紹介した。

2月20日

東海地域の応力時空間変化推定の試み

遠田晋次

1990年代以降、コサイスミックな応力変化量と地震活動との相関が数多く報告されてきた。これに従えば、両者の関係は摩擦構成則を介して互いに変換できる可能性がある。つまり、これまでの研究とは逆に、地震活動度の変化からローカルな応力変化を推定することができる。

我々はこの地震活動-応力インバージョン法を用いて、1979年以降の東海地震想定震源域周辺のプレート境界周辺にかかる応力の時空間変化を調べた。その結果、2001年以降の浜名湖直下のスロースリップ想定断層面で明瞭な応力降下・停滞を検出した。その応力降下はスロースリップが検出される以前の1999年頃から始まっており、少なくとも2003年まで継続している。このような浜名湖直下と周辺での長期にわたる応力降下・停滞は、1987-1988頃、1980年代前半にも認められる。これは、測地データから推定された過去のスロースリップ時期とほぼ整合している。ただし、応力降下・停滞域の継続期間と範囲は2000年台のスロースリップが最大であり、カスケード沈み込み帯に見られるような周期的繰り返し現象とは思えない。東海地震へとつながる何らかの異常をみている可能性もある。

2月24日（火）10:00 - 11:00

糸魚川-静岡構造線活断層系中北部の浅部形状と変動地形-斜め横ずれ断層の地殻上部におけるスリップパーティショニング

松多信尚（東京大学地震研究所）

いつ、どこで、どのような地震が起きるかを予測することは、地震予知や被害予測の上で大きな関心事である。内陸活断層がいつ地震を起こすのかについてはトレンチ掘削調査等で一定の成果をあげている。しかし、活断層

のマッピングはされているものの、どこで、どのような地震を起こすかについては未だ不明な点が多い。これらを明らかにする為には、断層の形状と滑りベクトルを求めることが必要となる。変動地形は断層の形状やすべりと密接な関係にあると考えられるため、断層の形状やすべりを推定するうえで有力な情報を提供する。

そのような視点に立ち、活断層帯の地表変形と地下構造の関係を議論したい。まず、断層運動に伴って生じる地表変形は地形・地質学的手法を用いて明らかにし、断層帯の地下構造は浅層反射法地震探査や重力異常データから求めた。これらのデータをもとにディスロケーションモデルやバランス断面法を用いて活断層の運動と形状および地表変形の関係を議論した。対象とした活断層は糸魚川-静岡構造線活断層系（以後糸静線）中部と北部である。この活断層は激しく変形した新第三系と先新第三系をわける糸魚川-静岡構造線に沿って分布し、日本の内陸活断層では最も平均すべり速度が大きい断層の一つで、近い将来大地震を起こす可能性が高いと評価されている。糸静線活断層系は北部中部南部で運動に大きな違いが見られる。北部は東傾斜の逆断層であり、日本海拡大時に形成された正断層が再活動したと考えられ、中部は横ずれ断層が顕著であり、南部は西傾斜の逆断層であると言われる。我々は神城、大町、松本、富士見で浅層反射法地震探査を実施した。調査の結果、横ずれ断層地域として扱われてきた松本南部や富士見地域はすべり成分を分化するスリップパーティショニングが地殻上部で起きていると解釈することで各々の地域における特徴的な変動地形が説明でき、それぞれ東傾斜、西傾斜の斜め横ずれ断層地域であると再定義できた。その結果をふまえて、糸静線活断層系は諏訪付近に大きな境界があり、北部の活断層は地表変形に顕著な地域差が認められるものの地下では一様に東傾斜で、中南部の活断層は逆に西傾斜であることがわかった。セミナーでは時間が許せば北部糸静線活断層系のスリッププレートの時間空間的分布についてもふれたいと考えている。

2月24日（火）11:00 - 12:00

東北日本弧中部の過去約15万年間における地殻変動

田力正好（東京大学大学院理学系研究科）

河成・海成段丘の高度分布から、内陸部を含む東北日本弧中部の過去約15万年間（MIS6以降）における隆起量（速度）を広域的・面的に求めた。その結果、東北日本弧の隆起量分布には以下のような特徴が認められた。(1) 隆起量は、地形と調和的な分布を示す。(2) 内弧側では隆起量の空間的变化が大きく、外弧側で小さい。(3) 既知の活断層の近傍で隆起量が急激に変化する。(4) 活断層が認められない地域（火山地域）でも活断層が分布する地域（非火山地域）と同様に、東西方向に隆起量が波長50kmほどで増減するというパターンがみられる。

隆起量の分布から、東北日本弧では、島弧の走向と平行な幅10-50km程度の短波長の変形と島弧スケール（150-200km程度）の長波長の変形が重なり合っていると

みなせる。短波長の変形は、主として活断層の変位に起因すると推定される。長波長（島弧全体）の変形の原因として考えられるのは、地殻の厚化および地表面の削剥によるアイソスタティックな隆起、火山噴出物の荷重によるアイソスタティックな沈降、太平洋プレートの定常的沈み込みによって生じる隆起、である。地殻の厚化の原因としては、地殻の短縮変形、および火成活動によるマグマの *underplating* との2つが考えられる。

隆起速度を島弧の東西断面で平均すると、0.24-0.32mm/yr となる。この値から地表の削剥や火山噴出物の荷重によるアイソスタティックな隆起・沈降の寄与を差し引くと、平均隆起速度は0.21-0.31mm/yr となり、地殻の厚化速度は1.3-1.7mm/yr と求められる。アイソスタシーが成り立ち、島弧に沿った方向の変動や体積変化が無く、地殻の厚化が島弧地殻の短縮変形のみ由来すると仮定すると、平均短縮速度は6.6-8.5mm/yr、水平歪み速度は4.1-5.6×10⁻⁸/yr と算出される。但し、これはマグマの *underplating* や太平洋プレートの沈み込みに起因する隆起を考慮していないので実際の短縮速度・水平歪み速度はこれより小さくなる可能性がある。この短縮速度は太平洋プレートの収束速度（約8-9cm/yr）の約1割程度が東北日本弧内部に永久変形（塑性変形）として蓄積していることを示している。

2月24日（火）13:00 - 14:00

山形県新庄盆地の第四紀地殻変動—造傾動盆地運動と地域的隆起—

松浦旅人（東北大学大学院理学研究科）

山形県新庄盆地において、テフラとの層位関係および¹⁴C年代測定に基いて河成段丘面を編年し、それらを指標にして活断層の変位速度を算出した。また、河成段丘面の分布・変形から、造傾動盆地運動と地域的隆起の2つの地殻変動要素が盆地形態を決定していることを示した。

河成段丘面は古い方から Hill top, H, M, LH, LL 面群に分類され、形成年代はそれぞれ300-260ka, 230-200ka, ≥100ka, 50-35ka, 20ka 以降である。編年された河成段丘面を指標にして、最も盆地内部に分布する活断層の鉛直平均変位速度を算出した結果、盆地東縁の新庄東山断層、長者原断層はそれぞれ0.4-0.5m/kyr、約0.5m/kyr（既存文献）、盆地西縁の上絵馬河断層、本合海断層はそれぞれ0.04-0.12m/kyr、約0.2m/kyrである。長者原断層、上絵馬河断層、本合海断層の下盤側には、300-260kaにまで形成年代が遡る河成段丘面が分布する。この河成段丘面の分布は、断層による局所的な変形とは無関係の地域的隆起が、新庄盆地を含む広範囲に作用してきたことを示している。一方、新庄盆地東部に分布する新庄東山断層下盤側には、泉田傾動盆地が形成されている。これは、新庄東山断層の変位速度が地域的隆起速度を上回っているため、造傾動盆地運動が継続していることを示している。

2月24日（火）14:00 - 15:00

北アナトリア断層の活動繰り返しに関する研究

近藤久雄（広島大学大学院文学研究科）

北アナトリア断層は、歴史時代に連鎖的な地震発生のサイクルを繰り返してきたことが知られ、長大な活断層のセグメント区分や、セグメントの相互作用、複数の地震サイクルにわたる断層活動の繰り返し様式を明らかにする上で、最も重要な活断層（系）の1つである。同断層系の中西部に位置する1944年 Bolu-Gerede 地震断層を対象として、過去数回の地震サイクルにわたる活動繰り返しを明らかにする地形・地質学的な調査を実施した。その結果、1944年地震断層では、1)幾何学的形態の特徴、変位量分布、歴史地震の被害分布に基づき主要な5つのセグメントに区分され、2)1944年地震時に約6mの最大変位量を記録した Gerede セグメントでは、最近4回の断層活動に伴い同程度の変位量が繰り返されている可能性が高いことを明らかにした。このような地形・地質学的データと歴史地震の記録からは、一回の地震に伴って連動破壊したセグメントの総延長が数倍の範囲で大きく変動したにも関わらず、Gerede セグメントでは固有変位量が繰り返されてきた可能性が高いと考えられる。

2月27日（金）11:00 - 12:00

粒子一流体系に関する可視化実験と数値解析

竿本英貴（筑波大学）

粒子一流体系は名前の通り、固体粒子群と流体からなる系を指し、土木工学の分野のみならず、機械工学や粉体工学など様々な分野で積極的に研究が進められているが、その挙動は極めて複雑である。地盤工学においては、砂や礫の透水問題、あるいは液状化現象、流動化現象、浸透破壊などの現象が、粒子一流体系として取り扱うべき問題として挙げられ、これらの現象は粒子一流体の相互作用として理解する必要があることは言うまでもない。例えば、液状化した地盤は極めて高い粘度を有するビンガム流体のように振る舞うという報告があり、流動化した地盤と杭基礎との相互作用メカニズムに関する実験などが近年盛んに行われるようになってきた。現在のところ、この種の現象に関する研究の多くは土粒子-間隙水系を連続体として扱っており、固体→液体→固体と相を変えながら振る舞う系を現象論的に取り扱わざるを得ず、物理法則に照らして現象を把握するのは困難である。そこで本研究では、微視的な粒子群と流体の連成挙動の結果として複雑なマクロ挙動が決定されるという視点に立ち、可視化実験と数値解析の両面から粒子一流体系の現象の解明を試みている。本研究では、粒子一流体系内部における両者の挙動を定量的に評価することを目的として、粒状体内部の観察手法の一つであるLAT (Laser-Aided Tomography) と流体の速度場計測手法の一つであるPIV (Particle Image Velocimetry) を組み合わせることにより、粒子・流体双方の挙動を同時に観察できる新たな可視化実験手法を開発した。ここでは、開発した可視化実験手法を透水試験、およびボーリング試験に適用し、間

隙流体の速度場や粒子挙動について定量化した例を紹介する。一方、粒子群と流体の相互作用を考慮した数値解析には必然的に求められる機能が多くなり、既存の数値解析コードでは対処できない。これらを念頭におき、粒子法の一つである SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics) と地盤材料の数値解析によく用いられている DEM(Discrete Element Method) を組み合わせ、新たな数値解析手法を開発した。ここではこの手法を、豊浦砂の X 線 CT 撮影からイメージベースモデリングを通じて再構成した詳細な豊浦砂モデルに適用して透水解析を行い、実験で得られている透水係数との比較を行った例、およびボーリング試験をシミュレートした例を示す。この他、DEM で不規則な粒子形状を合理的にモデル化する手法とその力学試験への適用例、せん断時における粒状体内を LAT により可視化し、連続体としての(マクロな)ひずみや剛体回転、粒子レベルでの(ミクロな)回転や並進変位などを計測して両者を比較した例についても紹介した。

2月27日(金) 13:00 - 14:00

3次元速度構造を用いた高精度・高分解能な波形インバージョンによる1997年鹿児島県北西部地震の震源過程の推定

藤井雄士郎(九州大学大学院理学研究科)

強震動の生成には震源過程の他に地震波の伝播経路やサイト特性も強く影響を及ぼしている。これまで震源過程の詳細な推定が、強震波形記録を用いた震源インバージョンによって行われてきたが、従来の震源インバージョンでは理論波形の計算に水平成層構造が用いられてきたため、構造の水平方向の不均質性が考慮されていなかった。そこで本研究の目的は、3次元的に不均質な構造が地震波動に与える効果を正しく評価し、従来の水平成層構造を用いた震源インバージョンよりも高精度・高分解能な震源過程のイメージを得ることである。

解析の対象とした地震は、1997年3月26日(M6.5)と5月13日(M6.3)に鹿児島県北西部で発生した地震である。この地域の3次元不均質構造モデルを構築し、変位-応力型のスタガード格子差分法によりインバージョンに必要な変位場のグリーン関数の計算を行った。グリーン関数を差分法で計算する際、相反定理を用いることにより計算回数を大幅に短縮することができる。また並列計算を行うことにより、1ケースあたりの計算時間の短縮をはかっている。インバージョンの手法として新たに開発したグリッド法を適用した。この方法では断層面上のすべり速度を時間同様に空間についても1次のbスプラインで展開する。これにより断層面はbスプラインのノットをグリッドとする格子に分割される。ここで破壊伝播の効果をグリッド間隔よりも小さなスケールで組み込む新しい工夫をしている。

今回はグリーン関数の計算手法、構築した3次元構造モデル、インバージョンの手法について説明したあと、インバージョンの結果について報告する。また、従来の

水平成層構造のグリーン関数を用い、同様の手法で行った震源インバージョンの結果と比較し、本研究の3次元不均質構造のグリーン関数を用いた震源インバージョンが、高精度・高分解能な震源過程のイメージを得るために十分な能力を持っていることを示す。

2月27日(金) 14:00 - 15:00

石狩平野北部の地震応答特性

吉田邦一(北海道大学大学院理学研究科)

北海道第一の都市である札幌市が位置する石狩平野北部には、厚さ3km以上の新第三紀～第四紀の堆積層が存在する。石狩平野北部で観測される地震動は、この厚い堆積層の影響を大きく受けている。本研究では、地震観測データにもとづき、石狩平野北部の堆積盆地構造の地震応答、特に山地と平野の境界にあたる盆地端部で励起される盆地生成表面波の特性を定量的に評価した。

1996年以降、札幌市内の数点に独自の強震動観測点を設置し、強震動データの取得を行った。特に石狩平野北西部の平野から山地にかけて、その境界に垂直な方向に3点の直線アレーを設置した。この3点のうち、1点にはボアホール地震計が設置され、鉛直アレーを構成している。ここではこれらの観測点と自治体などの観測点で得られたデータの中で、盆地への入射波動場が単純である近地の深い地震による記録を解析対象とした。

まず、第一に重要なS波の増幅の評価をおこなった。微動探査法などにより推定された平野内の各観測点の構造をもとに、次元多重反射理論により平野外の岩盤観測点の記録から平野内の各観測点における波形を合成し、実際の観測波形と比較した。合成した波形と観測波形はかなり良く一致し、ここで用いた深層S波速度構造が妥当であることが示された。

次に、平野部においてS波に続いて存在する後続波の特性を調べるため、3点の水平アレーの記録を詳細に検討した。その結果、これらの後続波はS波からほぼ一定時間後に出現し、それらの出現時刻は観測点毎に異なることが明らかになった。

この後続波の波の種類を同定するため、鉛直アレーによる記録を実体波と表面波に分解する手法を開発した。この方法を石狩平野北部のボアホール地震計アレー観測点での記録に適用し、観測される後続波が主に表面波からなることを明らかにした。この表面波をさらに検討した結果、これらは平野-山地の境界付近で生成された盆地生成表面波であることが明らかになった。

同定された盆地生成表面波の励起特性を明らかにするため、直線アレー沿いの地下構造モデルを作成し、2次元差分法によるシミュレーションを行った。その結果得られた計算結果は観測された特異な後続波を含む観測波形をかなり良く再現した。

フィールド、トレンチ情報

2月25日-3月10日

大原湖断層釣山地区ピット調査

小松原 琢・水野清秀

山口県大原湖断層のピット調査を大原湖北東の谷の右横ずれ地形が明瞭な山中にて実施した。ピットの大きさは長さ約10m、深さ1.5m程度である。北側ピット壁の下部に破碎された流紋岩類の基盤岩が露出した。破碎帯は幅30cm程度は著しく粘土化され、そこから南へ角礫化した部分に移る。これらの破碎帯部を定方位で連続的にサンプリングした。谷を埋積する地層は礫層を主体とするが、炭や炭質シルトが挟まれていて、年代測定は可能である。これらの地層はほとんど水平に基盤の破碎帯を覆っていて、地層堆積後は断層は活動していないと考えられる。

新聞報道

3月11日

大坂の上町断層帯 30年以内に大地震「30%」 朝日新聞社会面（大阪版）

関口春子

産業技術総合研究所活断層研究センター（茨城県つくば市）の関口春子研究員らは、この断層帯で地震が起きた場合、地表が動く速度を予測した。速度が速いほど、建物などの被害は大きい。

この断層帯は、一本の断層が長く延びる北部と、比較的短い断層が集まる南部からなる。震源を北部と仮定すると、全体が動き、大阪のほぼ全域が揺れる。特に大阪府庁などがある大阪市東北部では、地表の動く速度が最大毎秒150cm以上となり、壊滅的な被害をもたらす恐れが強い。南部の場合は、断層帯の南部だけが動き、比較的大きく揺れるのは堺市など大阪府南部に限られる。

関口研究員は「現実にはどこが震源になるかわからないが、北部が震源となったら、大阪市中心部は阪神大震災以上の被害に見舞われる恐れがある」と話す。

学会、研究会参加

2月2日

関東地震発生帯掘削WS

佐竹健治

関東地震の震源域への掘削計画について、統合国際深海掘削計画（IODP）への提案の可能性を議論するためのワークショップが、約30名が参加してJAMSTEC東京連絡所で開かれた。関東地震の震源域は、M8クラスの大地震の発生帯（アスペリティを含む）が掘削できる、世界で唯一の場所であることから、具体的な提案に向けて、

ワークショップ（今年の夏？）を開催するなどの準備を進めていくこととなった。

3月5日

2003年十勝沖地震研究成果報告会

佐竹健治

標記の会が、主催：北大（理学研究科・工学研究科）、後援：北海道開発局・北海道で開かれた。北大・北海道開発局・道立地質研究所・東大・東京経済大・気象庁・国土地理院・防災科技研・消防研・JAMSTECから研究成果の発表（口頭発表16件、ポスター発表7件）が行われたあと、パネルディスカッションが行われ、北大の笠原・鏡味・平川の3氏と佐竹で、17世紀の巨大津波や今後の課題（千島海溝の地震の長期予測など）について議論した。講演者以外に約100名の参加があった。

SHOA(チリ)・UNAM(メキシコ)訪問

2月9日-2月17日

佐竹健治

2月9日にチリ、ValparisoのSHOA(Servicio Hidrografico y Oceanografico de la Armada de Chile;チリ海軍水路海洋局)を訪問した。チリでは同局が津波警報・浸水予測を行っているが、担当しているのはEmilio Lorca氏(地震学者)、Dante Gutierrez氏(海洋学者)ほか1名である。少数の地震計の記録によって津波予警報を発令するほか、チリの主な港湾について、代表的な地震のモデルに基づく浸水計算をおこない、浸水予測図を作成している。今回の共同研究に参加しているUniversidad Catolica de Chile(カトリック大学)のMarcelo Lagos氏は、SHOAと協力してMaullin付近の浸水計算を行い、堆積物の分布と比較しようとしている。1960年チリ地震の津波モデルについて議論ならびに今後の共同研究の打ち合わせをおこなった。

2月16-17日はメキシコシティのUNAM(メキシコ国立自治大学)を訪問した。16日には”Tsunami seismology of subduction-zone earthquakes: from ocean bottom to coastal zones”という題で約1時間(質疑・応答を入れると1時間半になった)の講演を行ったほか、ExxonMobilのMario Serna氏、地球物理研究所のJavier Pacheco(地震)、Vladimir Kostoglodov氏(GPS)と議論、夕刻にはCENAPRED(国立防災センター)を訪問、地震ハザードマップの作成状況の説明を聞き、Popocatepetl火山のモニターシステムを見学した。17日には地球物理研究所のKrishna Singh氏、三雲健氏、Carlos Mortera氏と中米海溝沿いのゲレロギャップを中心に過去の地震活動、最近のslow slip、海底地形との関連などを議論したほか、地質研究所長のGustaro Tolson氏からメキシコにおける古地震研究や断層岩(シェードタキライト)の研究について、地球物理学研究所長のJamie Urrueta氏からはChicxulubクレーターの掘削による最近の研究結果について説明を受けた。

活断層研究センター活動報告（2004年2月）

日付

報告内容

■ 対外活動（外部委員会等）

- 2月6日 原子力安全基準専門部会耐震指針検討分科会地震・地震動WG（杉山出席 / 東京）
同WGにおける耐震設計に関する各種知見等の整理作業の一貫として、産総研の鳥取県西部地震に関する研究成果について説明した。
- 2月12日 第123回地震調査委員会（杉山出席 / 東京）
- 2月17日 地震調査委員会長期評価部会第47回西日本活断層分科会（下川出席 / 東京）
- 2月19日 中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」（第2回）（杉山出席 / 東京）
- 2月20日 原子力安全・保安院 地盤耐震に係る意見聴取会（杉山出席 / 東京）
- 2月23日 地震調査委員会長期評価部会第48回中日本活断層分科会（吉岡出席 / 東京）
- 2月25日 第87回長期評価部会（杉山出席 / 東京）

(独) 産業技術総合研究所 活断層研究センター
(財) 地域地盤環境研究所 合同研究発表会

大阪堆積盆地の活断層と地震動予測

プログラム

9:30	開場
10:00	開会
10:05	近畿の地盤災害史 岩崎 好規 (地域地盤環境研究所)
10:30	大阪平野における活断層の活動履歴と地震考古学 寒川 旭 (活断層研究センター)
11:00	活断層データベースを用いた活断層評価 吉岡 敏和 (活断層研究センター)
11:30	大阪平野の地下地質 三田村 宗樹 (大阪市立大学)
12:00	地震動計算のための大阪平野の構造モデル 堀家 正則 (大阪工業大学)
13:30	ポスターセッション ロビーにて
14:30	地盤情報データベースの構築と地震防災への活用 山本 浩司 (地域地盤環境研究所)
15:00	ボーリングDBを用いた表層地質構造 北田 奈緒子 (地域地盤環境研究所)
15:30	観測記録と地盤モデルからみたサイト増幅特性 長 郁夫 (地域地盤環境研究所)
16:00	大阪平野の地震動予測 関口 春子 (活断層研究センター)
16:30	海溝型巨大地震と長周期地震動—南海・東南海地震を中心に 釜江 克宏 (京都大学)
17:00	総合討論
17:30	懇親会

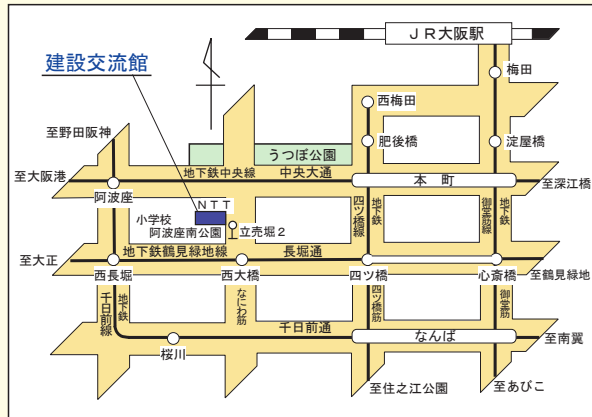
活断層研究センター・地域地盤環境研究所 合同研究発表会

日時：平成16年4月23日 10:00 - 17:30

場所：大阪市西区立売堀2-1-2 建設交流館（グリーンホール）

(独) 産業技術総合研究所活断層研究センターと(財) 地域地盤環境研究所では、「大阪堆積盆地の活断層と地震動予測」を主テーマとした合同研究発表会を開催します。ぜひご参加ください。

※参加は無料、事前登録は不要です。



お問合せ

(独) 産業技術総合研究所 活断層研究センター 佐竹健治
e-mail: kenji.satake@aist.go.jp TEL: 029-861-3640

(財) 地域地盤環境研究所 香川敬生
e-mail: kagawa@geor.or.jp TEL: 06-6539-2975

URL <http://unit.aist.go.jp/actfault/seika/hapyokai03/index.html>

2004.3.26 発行

編集・発行 独立行政法人 産業技術総合研究所
活断層研究センター

編集担当 黒坂朗子

〒305-8567

茨城県つくば市東1-1-1 中央第7サイト

TEL:029-861-3691 FAX:029-861-3803

URL <http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>



*センターニュースに関する皆様のご意見、ご要望をお待ちしております。af-news@m.aist.go.jp まで御寄せ下さい。