

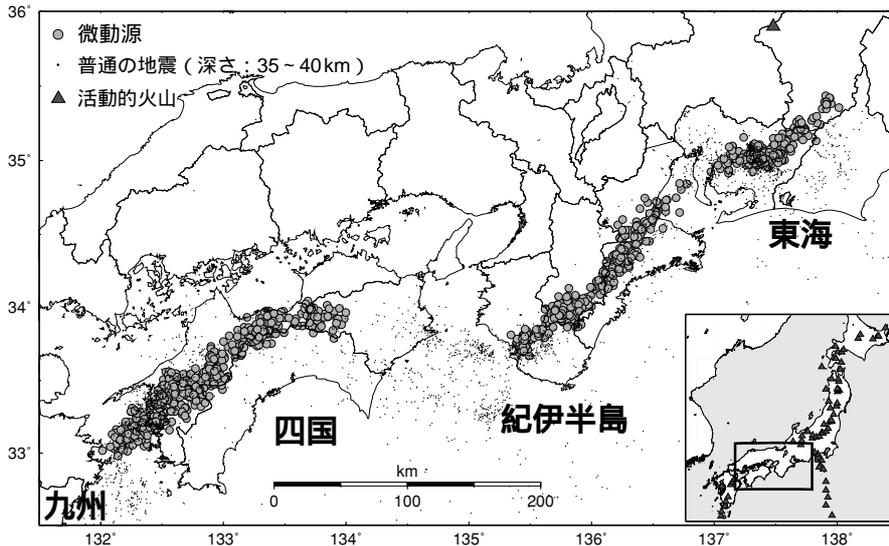
なみふる

No. 30

MAR. 2002

- ・ 深部低周波微動 地球科学の新たな謎
- ・ 中国チベット高原でマグニチュード8の巨大地震！

- ・ 2001年の主な地震活動
- ・ 活断層お国めぐり 第2回 栃木県、関谷断層



1時間ごとに求められた深部低周波微動の震源の中心位置の分布。2001年1年間分について示したもの。詳しくは2pの記事「深部低周波微動 地球科学の新たな謎」をご覧ください。

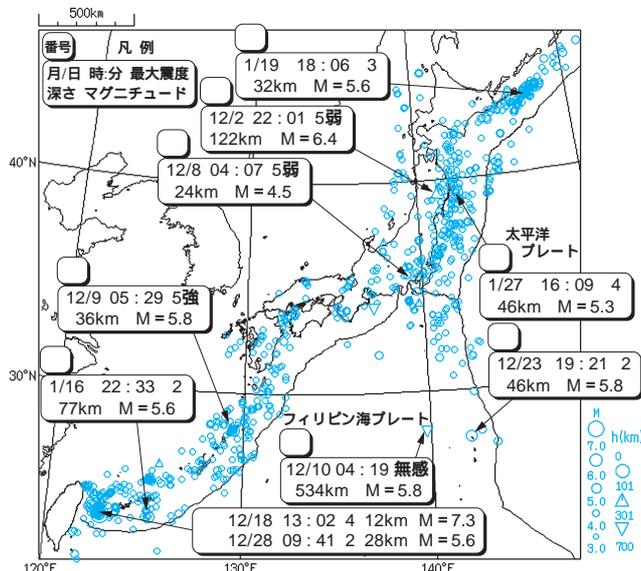
2001年12月～2002年1月のおもな地震活動

2001年12月～2002年1月にかけて震度4以上が観測された地震は10回でした。図の範囲の中でマグニチュード(M)3.0以上の地震は、1564回発生し、このうちM5.0以上の地震は14回でした。

岩手県内陸南部

宮城県古川市と涌谷町で震度5弱を観測したほか、東北地方で震度1～4、北海道、関東地方と中部地方の一部で震度1～3を観測しました。この地震により、宮城県で住家一部破損2棟等の被害がありました。この地震は、沈み込む太平洋プレート内部の地震です。

2001年12月1日～2002年1月31日 M 3.0 地震数=1564



神奈川県西部

山梨県上野原町で震度5弱を観測したほか、山梨県と神奈川県で震度1～3、その周辺で震度1～2を観測しました。この地震による被害はありませんでした。

奄美大島近海

奄美大島の住用村で震度5強、名瀬市で震度5弱を観測したほか、奄美大島、喜界島で震度4、鹿児島市から薩南諸島、沖縄島にかけて震度1～3を観測しました。この地震により、奄美大島で住家一部破損1棟等の被害がありました。人的被害はありませんでした。

鳥島近海(深発地震)

与那国島近海

与那国島と西表島で震度4、波照間島、黒島、石垣島、多良間島で震度3、宮古島で震度2を観測しました。この地震発生により、気象庁は津波注意報(予想される津波の高さ0.5m)を発表しました。観測された津波の高さは、与那国島で約10cm、石垣島で約5cmでした。津波予報を発表したのは、1998年11月29日のモルッカ海南部の地震(M7.7)以来です。この地震の10日後に最大余震(図中の地震)が発生し、与那国島と西表島で震度2を観測しました。

父島近海

宮古島近海

北海道東方沖

岩手県沖

世界の地震

M7.0以上あるいは死者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです(発生日は日本時間、Mは米国地質調査所によるものです)。

- ・ 12月24日 07時52分 ソロモン諸島 (M7.0 被害はありませんでした)
- ・ 1月3日 02時22分 パヌアツ諸島 (M7.5 負傷者数名等)

(気象庁、文責：福満修一郎)

活動的な火山では、振動がいつまでも続く、いわゆる火山性微動が発生することがあります。これと似たような微動が、火山の存在していない西南日本の、しかも深い場所で常に発生していることが、防災科学技術研究所のHi-netによって発見されました。Hi-netとは、日本全国の約600ヶ所に新たにつくられた高感度地震観測網のことで、そのおかげで非常に小さな地震まで確実に検知できるようになってきています。

図左は、四国西部の愛媛県伊方（いかた）で観測された連続記録です。全体に見られるゆっくりした揺れは海岸に打ち寄せる波による振動ですが、後半の約15分間にノイズとも思える小刻みな揺れが見られます。これが微動です。微動は、ふつうの地震よりはゆっくり振動するので、「低周波微動」と呼んでいます。もちろん、高感度地震計にしろうじて捉えられる程度なので、人体に感じることはありません。以前は観測点がまばらで、このような振動が自然現象か、車などによるノイズなのか、わかりませんでした。しかし、Hi-netによって、微弱なシグナルでも同時に多くの観測点で捉えられるようになったことから、微動として認識できたわけです。

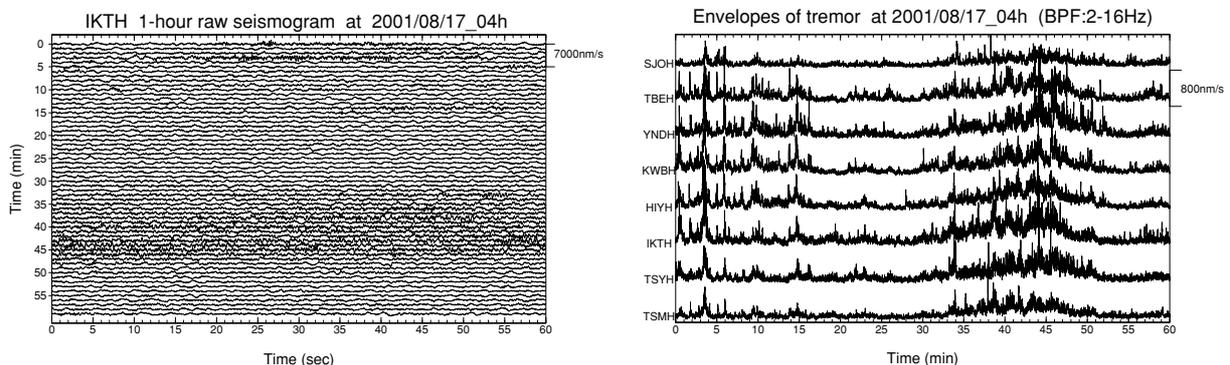
このような微弱な微動を調べる上で、観測波形をエンベロープ（包絡線）と呼ばれる信号に変換することはとても有効です。四国西部の8観測点のエンベロープ記録を見ると、35分から50分ごろにかけて出現する微動がとてもはっきりします（図右）。また、エンベロープの変化パターンは異なる観測点でも良く似ています。微動はP波やS波などの区別が付きにくく、通常の方法で震源を決めることが困難なので、エンベロープの相似性に着目して、震源決定を行う手法を開発しました。微動源は1分ごとに求められますが、1時間ごとに求められた微動源の中心位置を昨年1年間

について示したのが表紙の図です。微動は、長野県南部から豊後水道までの長さ約600 kmの範囲に帯状に発生しています。この地域には南からフィリピン海プレートが沈み込んでいますが、微動源はそのプレート形状に平行で、プレート内の深さ35～40 kmに発生するふつうの地震の震央位置とほぼ一致します。微動源の深さは、それらの地震の直上、およそ30 kmで、地殻とマンツルの境界であるモホ面近傍に相当します。紀伊水道から徳島県東部の地域では微動は見られていません。

微動は、いったん起き始めると長い場合では2～3週間も活動が続き、その後はしばらく静かになります。また、微動は付近で発生した大きな地震をきっかけに活動的になる場合があります。例えば、2001年3月24日の芸予地震（M6.4）の直後、四国で微動が活発化しました。逆に、付近で発生した地震によって微動がおさまった例もあります。また、微動源は一ヶ所に留まらず、移動しやすい性質を持っています。四国西部では2001年1月には東から西へ、8月には西から東へ、1日に約10 kmのスピードで微動源が徐々に移動する現象が見られました。

低周波微動がなぜ発生するかは、まだわかっていませんが、その連鎖性や移動性を考えると、流体が関与していることはまず間違いありません。沈み込むプレートでは岩石から水が搾り出される脱水反応が起こっていることから、微動の発生に関与する流体はプレートから供給されたものと考えられます。このような流体の存在やその挙動が分かれば、沈み込み帯における地震の発生や地質形成を解明できる可能性があり、微動の「謎」解きは、とても重要です。

（防災科学技術研究所 小原一成）



図（左）愛媛県伊方における1時間の連続波形生記録（2001年8月17日4時）、
（右）四国西部の8観測点における1時間（上と同じ時間帯）のエンベロープ波形記録。

中国チベット高原でマグニチュード8の巨大地震！

昨年12月14日17時26分（現地時間）にチベット高原で非常に大きな地震がありました。マグニチュードは8.1（中国地震局発表）で、震源域では東西方向に延びた長さ400kmあまりの断層帯ができました。しかし、幸いにも震源地は、青海省西部の新疆ウイグル自治区やチベット自治区との境界付近の標高5kmを越える山岳地帯で無人地域でした。そのため死者や負傷者は報告されていません。解説は中国語ですが、現地調査写真もホームページ（<http://210.72.96.1/focus-hot/qingmorephoto.htm>）で公開されています。

図1に中国主要部の活断層の分布を示しました。図の中央より少し左側に矢印がありますが、その示した先に東西走向の長い活断層があります。今回の地震は、この活断層の一部に対応した地下の震源断層がずれたことによると考えられます。インド大陸がユーラシアプレートに衝突し、その後も北上を続けているためにチベット高原は南から圧縮されると共に、東西へ押し出されています。そのため多くの活断層が生じています。今回の地震でも東西走向の断層の南側が東へ押し出されるように動きました。

中国は日本ほどではないのですが、かなり地震がある国です。しかし、国内どこでも同じように地震が起きているのかというとそうではありません。図2に最近102年間のマグニチュード6以上の震源分布を示しました。震源断層がわかっているものは最近のものだけなので、震源位置を円で示しました。これを見ると中国大陸ではほとんどの地震が中央から西側で起きていることがわかります。これは中国にとっては不幸中

の幸いとも言えることです。それは中国の人口の大半は大陸の東側に住んでいるからです。そのため、今回のようにマグニチュード8の巨大地震であっても被害がほとんどないということもあるわけです。

ただし、このような幸運な地震ばかりではありません。図3に今回の地震の震源断層（2001の数字が付記されている線分）と1920年甘肅省海原地震（M8.5）と1927年甘肅省古浪地震（M8）の震源断層を示しましたが、あとの2つの地震では大きな被害を受けています。1920年海原地震では、約20万人の死者が出たとされています。1927年古浪地震ではやや少なかったのですが、それでも4万1千人以上の死者が出ています。

このようにマグニチュードが同程度でも震源断層がどこであるかによって被災者の数は大きく異なります。被害というのは人間社会に対するものですから、地震の規模が大きくても社会活動がないところで起きれば被害はほとんどないわけです。逆に地震の規模が中規模でも、人口の稠密な所で起きれば被害は大きくなります。

（気象研究所 石川有三）

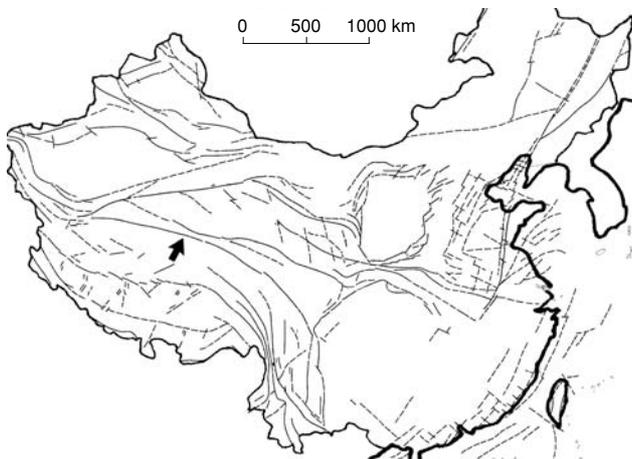


図1 中国主要部の活断層分布（IGCP第206項中国工作组（1989）に加筆）。今回の地震は、矢印で示す長い活断層の一部に対応した地下の震源断層がずれを起こしたことによります。

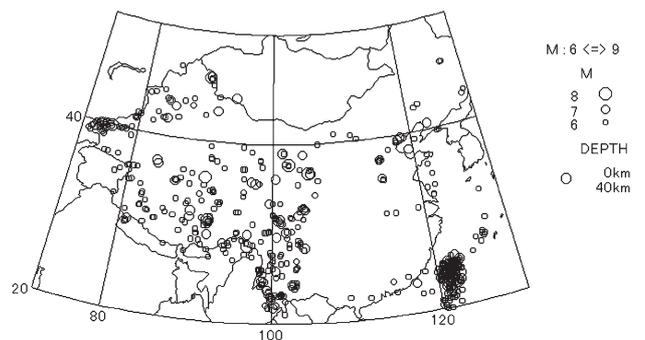


図2 最近102年間の中国主要部と隣接域の震源分布。すべて40kmより浅い震源だけです。

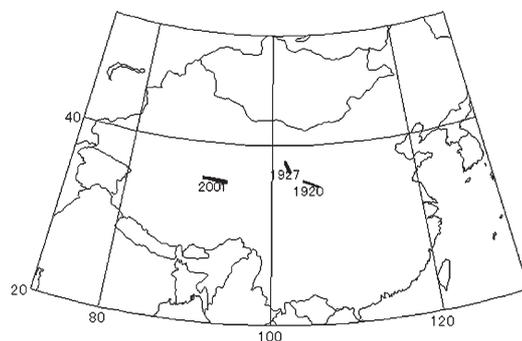
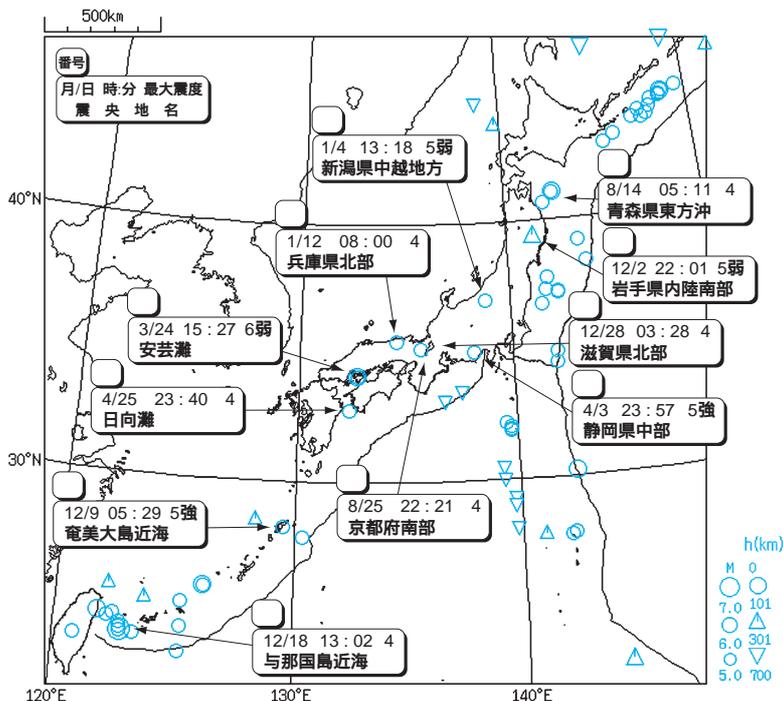


図3 今回の地震、1920年甘肅省海原地震（M8.5）と1927年甘肅省古浪地震（M8）の震源断層の分布。

2001年の主な地震活動

2001年1月1日～12月31日 M 5.0 地震数 = 73
 (図中の 番号はM5.0未満のため震央表示なし)



1. 日本付近の地震

【概況】

2001年に、日本国内で被害の発生した地震は10回でした。

震度4以上を観測した地震は37回(2000年は357回、うち253回が三宅島近海～新島・神津島近海の地震活動によるもの)でした。M6.0以上の地震回数は12回(2000年は25回、最近の過去76年間の平均は16.8回)で、平均的な年よりやや少なかったと言えます。

津波を観測した地震は、6月24日のペルー沿岸付近の地震と12月18日の与那国島近海の地震による2回でした。

最も強い震度を観測した地震は、3月24日15時27分の安芸灘の地震(最大震度6弱)でした。この地震は、安芸灘の深さ51kmで発生したM6.7の地震で、気象庁は「平成13年(2001年)芸予地震」と命名しました。この地震により、広島県で1名、愛媛県で1名が死亡、中国・四国地方で負傷者261名、全壊家屋48棟等の被害が発生しました(被害は総務省消防庁調べ、以下の記述についても同様)。観測された震度は、広島県の河内町、大崎町、熊野町で震度6弱を観測したほか、広島、愛媛、山口県の一部で震度5強を観測しました。余震は、3月26日の最大余震(M5.0)を含む、M4.0以上の余震が6回発生しましたが、余震活動は徐々に減衰しました。

最も規模の大きかった地震は、12月18日13時02分

の与那国島近海の地震(M7.3)でした。この地震は、与那国島近海の深さ12kmで発生した地震で、気象庁は津波注意報(予想される津波の高さ0.5m)を発表し、与那国島で約10cm、石垣島で約5cmの高さの津波が観測されました。観測された震度は、与那国島と西表島で震度4、波照間島、黒島、石垣島、多良間島で震度3、宮古島で震度2でした。この地震は、大陸プレート内の浅い地震と考えられます。

以下に2001年に、M7.0以上あるいは被害を伴った地震を掲載します。番号は図の番号と共通です。

1月4日13時18分、新潟県中越地方(M5.1、最大震度5弱)、負傷者2名 住家一部破損607棟

1月12日8時00分、兵庫県北部(M5.4、最大震度4)、道路被害3件、崖崩れ3件等

3月24日15時27分、安芸灘(M6.7、最大震度6弱)、死者2名、負傷者287名、住家全壊69棟、住家半壊749棟等

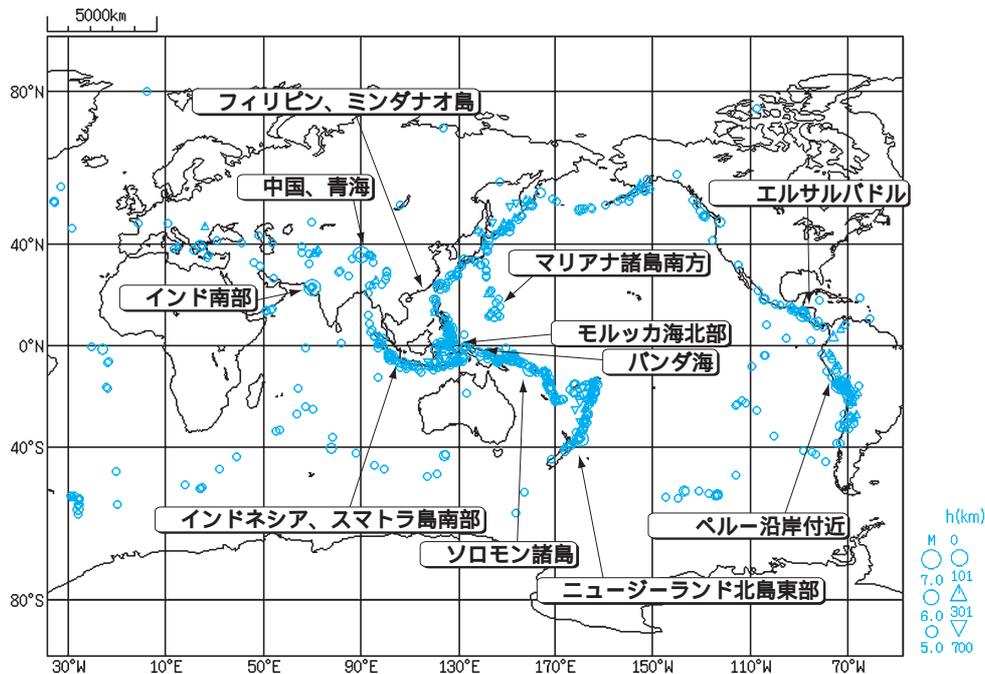
4月3日23時57分、静岡県中部(M5.1、最大震度5強)、負傷者8名、住家一部破損80棟等

4月25日23時40分、日向灘(M5.6、最大震度4)、水道管破裂1件

8月14日5時11分、青森県東方沖(M6.2、最大震度4)、負傷者1名

8月25日22時21分、京都府南部(M5.1、最大震度4)、負傷者1名、住家一部破損1棟

2001年1月1日～12月31日 M 5.0 地震数 = 929



12月2日22時01分、岩手県内陸南部 (M6.4、最大震度5弱)、住家一部破損2棟等

12月9日5時29分、奄美大島近海 (M5.8、最大震度5強)、住家一部破損1棟等

12月18日13時02分、与那国島近海 (M7.3、最大震度4)、18日13時08分、宮古島・八重山地方に津波注意報を発表、与那国島で約10cm、石垣島で約5cmの津波を観測

12月28日3時28分、滋賀県北部 (M4.2、最大震度4)、崖崩れ4箇所等

2. 世界の地震 (日本付近の地震を除く)

震源などは米国地質調査所 (USGS) によります (10月以降は速報)。Mは表面波マグニチュード (M_s)、発生時刻は日本時間 (日本時間 = 協定世界時間 + 9時間) です。

【概況】

M7.0以上の地震は12回、死者50人以上の被害地震は4回ありました。最も規模の大きかった地震は、6月24日05時33分に発生したペルー沿岸付近の地震 (M8.2) でした。この地震により津波が発生し、震源地付近の沿岸では津波による被害がありました。津波は地震発生から約1日後、日本の太平洋沿岸各地でも観測されました (観測された最大の津波は北海道の浦河で約28cm)。人的被害の最も大きかった地震は、1月26日12時16分のインド南部の地震で、震央に近いグジャラート州のブージで壊滅的な被害があり、パキスタン南部でも死者18名以上の被害がありました。

以下に、M7.0以上、あるいは、被害の大きかった地震 (死者50人以上) を掲載します。

なお、被害はUSGSによるものです (2002年1月4日現在)。番号は図の番号と共通です。

1月1日15時57分、フィリピン、ミンダナオ島 (M7.2、人的被害なし)

1月14日02時33分、エルサルバドル (M7.8、死者844名以上、負傷者4,723名以上)

1月26日12時16分、インド南部 (M8.0、死者20,085名以上、負傷者166,836名以上)

2月13日23時22分、エルサルバドル (M6.5、死者315名以上、負傷者3,399名以上)

2月14日04時28分、インドネシア、スマトラ島南部 (M7.2、人的被害なし)

2月24日16時23分、モルッカ海北部 (M7.0、人的被害なし)

6月24日05時33分、ペルー沿岸付近 (M8.2、死者75名以上、行方不明者64名、負傷者2,687名以上)

7月7日18時38分、ペルー沿岸付近 (M7.3、死者1名、負傷者26名)

8月21日15時52分、ニューゼaland北島東部 (M7.1、人的被害なし)

10月13日00時02分、マリアナ諸島南方 (M7.3、人的被害なし)

10月19日12時28分、バンダ海 (M7.3、人的被害なし)

11月14日18時26分、中国、青海 (M8.0、人的被害なし)

12月24日07時52分、ソロモン諸島 (M7.0、人的被害なし)

(気象庁、文責：阿部 正雄)

活断層お国めぐり 第2回

日光猿軍団もビックリ!? 栃木県、関谷断層

関谷断層について

関谷断層は、那須火山の西方から黒磯市、塩原町関谷を経て、矢板市西方にのびる長さ約30kmの断層です。近くには、那須、板室、塩原温泉があります。

この断層は、将来も断層活動を行い、地震を引き起こす可能性のある断層、すなわち活断層と考えられています。

国の地震調査研究推進本部は、内陸地震の長期的予測の推進を図る見地から、できるだけ早く調査を行うべき活断層として、全国で98の活断層を挙げています。関谷断層もその中に含まれています。

関谷断層の名前となった塩原町関谷地区には、江戸時代に宿場町（関谷宿）がありました。古文書中の関谷宿移転の記録から、1659年の会津田島の地震と1683年の日光地震の際に関谷断層が活動し、宿場町が破壊され、現在の場所に移転したのではないかという学説があります。しかし、この学説の真偽を含めて、関谷断層がもっとも最近に活動した時期、その活動の間隔、1回の活動に伴うずれの量などは、まだわかっていません。

そこで、活断層研究センター（旧通産省工業技術院地質調査所地震地質部活断層研究室）は、平成12年

度より関谷断層の調査をはじめました。

黒磯市百村地区におけるトレンチ調査

平成12年度は、関谷断層の北部に位置する黒磯市百村地区において、トレンチ掘削調査を行いました。

黒磯市百村地区付近の那須野ヶ原には、約1万6千年前以降に形成された2段の段丘が分布します。どちらの段丘面上にも、地震が起こった際にできたと思われる断層崖が見られます。これらの崖を横切るように、より古い時代に形成された高い段丘面上の2地点と、より若い時代に形成された低い段丘面上の1地点でトレンチを掘削しました。

3つのトレンチすべてにおいて、腐植土層を変位・変形させる低角度のシャープな逆断層が確認されました。また、トレンチ壁面の詳しいスケッチを行い、腐植土層や火山灰層の試料を採取しました。その後、腐植土層の炭素同位体年代測定や、火山灰層の分析を行いました。

その結果、関谷断層の最新活動は6世紀中頃の榛名二ツ岳伊香保軽石の降下後であることが明らかになりました。さらに、5～6千年前に先行する断層活動があったことが判明しました。

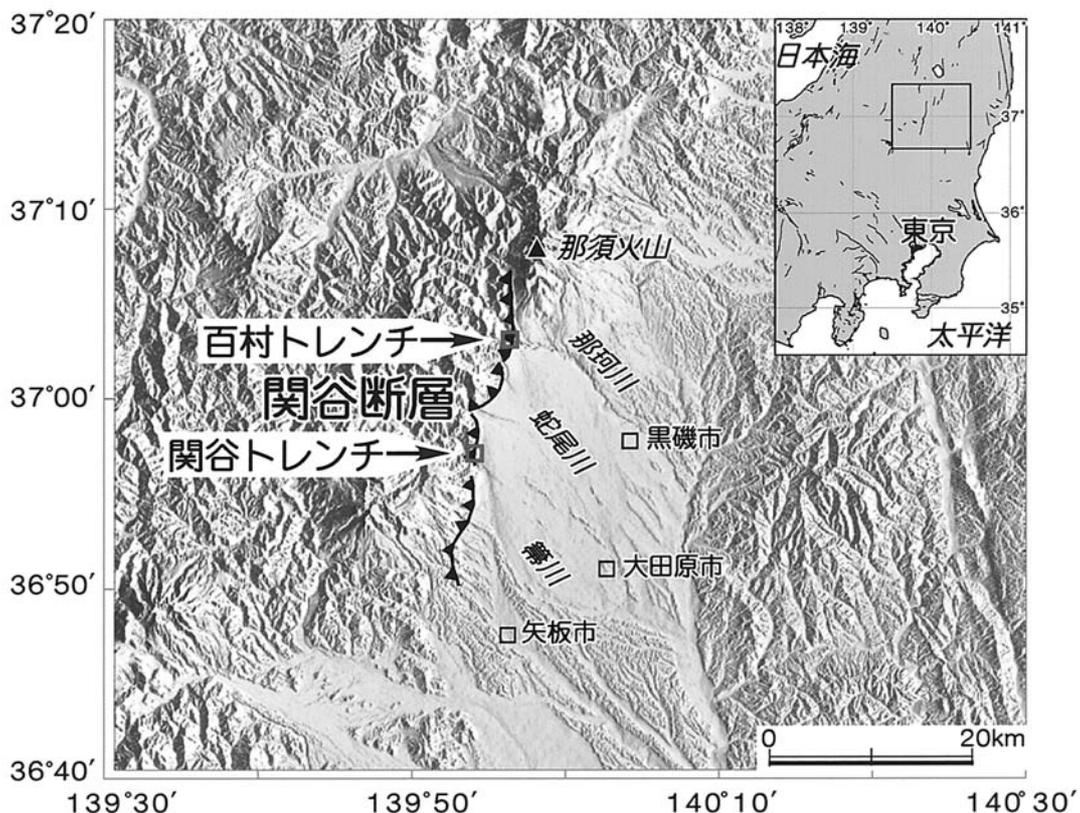


図1 関谷断層の位置。西側の山地と東側の平野との境であることがわかります。

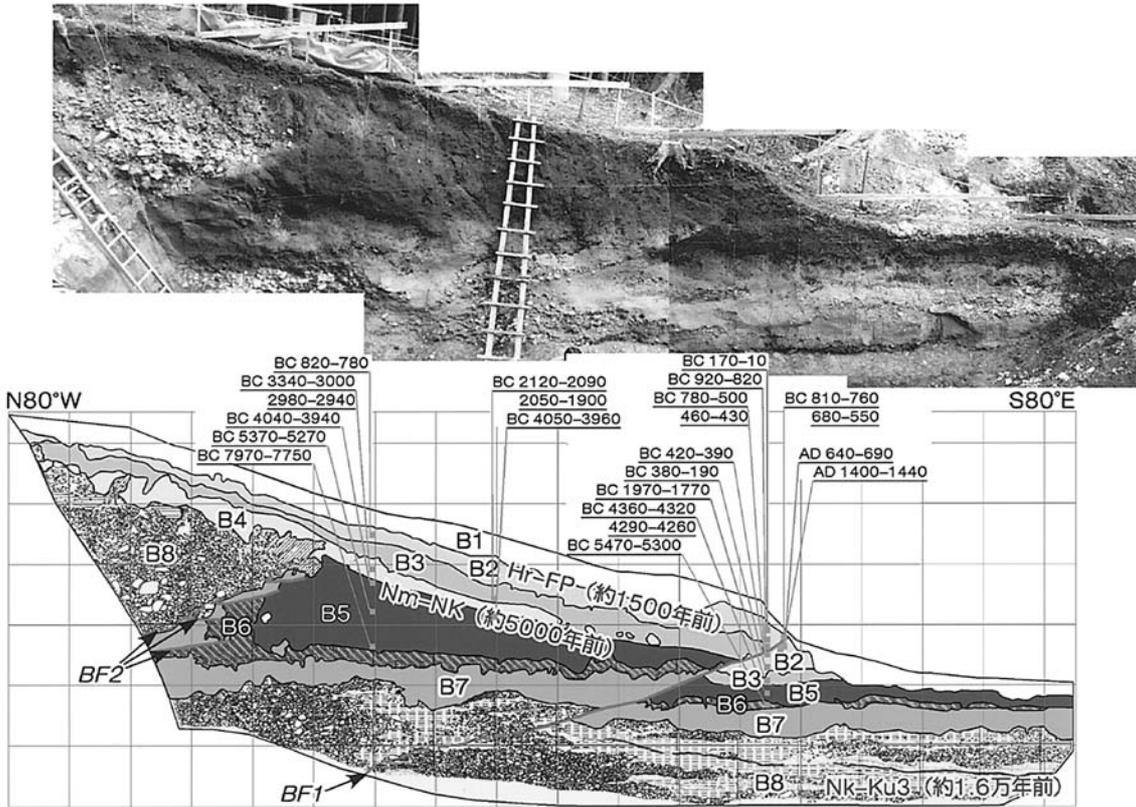


図2 百村地区トレンチB北側壁面の写真とスケッチ。数字は炭素14年代測定値（BCは紀元前、ADは西暦）。B1、B2 は区分した地層の名前。Hr-FP、Nm-NK、Nk-Ku3は火山灰の名前（カッコ内は火山灰の年代値）。写真の中央部（BF1）と左側（BF2）に、逆断層があります。これらの断層を境に、向かって左側（西側）の地層が、右側（東側）の地層にのしあげています。

塩原町関谷地区におけるトレンチ調査

以上の結果を踏まえつつ、平成13年度は、関谷断層のほぼ中部に位置する塩原町関谷地区において、同様のトレンチ調査を行いました。トレンチ壁面では、明瞭な西傾斜の低角逆断層が数条確認され、表土以外のすべての地層が変形していることが明らかになりました。今後、トレンチ壁面の地層から採取した試料の年代測定等を行い、この地点での関谷断層の活動履歴を解明していく予定です。

また、古文書に記されている関谷宿の遺跡発掘調査をおこない、宿場町移転のきっかけが関谷断層の活動に伴う天和三年（西暦1683年）の日光地震であったのかどうかを調査しました。現在、この調査で得られたデータの解析を進めています。

今年度中には、関谷断層の北部と中部で、最新活動の時期や、先行する断層活動の時期に違いがあるのかどうかを確かめることができるでしょう。関谷断層で起こった地震が、関谷宿移転のきっかけとなったのかという謎にもせまれるかも知れません。宿場町が移転するほどの地震が起こったときには、日光にいたお猿さんたちも、さぞビックリしたことでしょうね。

なお、これらの調査結果は、平成14年度に産業技術総合研究所が発行する、「活断層・古地震研究報告

書 第2号」のなかで報告される予定です。また、トレンチ調査速報を含む活断層研究センターの研究状況は、ホームページ（<http://unit.aist.go.jp/actfault/actives.html>）でお知らせしています。

（産業技術総合研究所活断層研究センター、
宮下由香里（育児休業中））



写真 平成13年秋に行われた関谷地区でのトレンチ調査の様子。このトレンチでも明瞭な逆断層が観察されました。現在、解析を進めています。この子が大きくなっても、この活断層が動く可能性が低いかどうか…。

「なみふる」有料化のお知らせと 年間購読手続きのお願い

(社)日本地震学会の広報誌「なみふる」は、1997年3月の発刊以来無料で配布(個人配布の場合は郵送料年間600円のみ読者の方のご負担)して参りましたが、2002年度より(=次号の2002年5月号より)下記のように有料化することとなりました。これは、経費を負担できる方にはできるだけ負担していただき、その結果より多くの方々になみふるを配布しようというのが目的です。

年間購読料は以下のようになります。

「なみふる」年間購読料

日本地震学会会員 : 800円(郵送料込)

日本地震学会非会員 : 1200円(郵送料込)

「なみふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、上記の年間購読料を郵便振替で振替口座00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込みください(通信欄に「広報紙希望」とご記入ください)。読者の皆様方におかれましては、趣旨をご理解いただき、上記の料金を負担して下さるようお願い申し上げます。

なお、紙版の「なみふる」は上記のように有料となりますが、電子ファイル(pdfファイル)版「なみふる」は、従来通り日本地震学会ホームページの「なみふる」のページ

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/naifuru/naifuru.html>

より無料でダウンロードできるようになっております。一般家庭でのご利用はもちろん、博物館や学校などでpdfファイル版を大量に印刷して入館者や生徒に配布する、といった活用方法もあろうかと存じます。こちら也大いにご活用ください。

(日本地震学会 広報委員会)



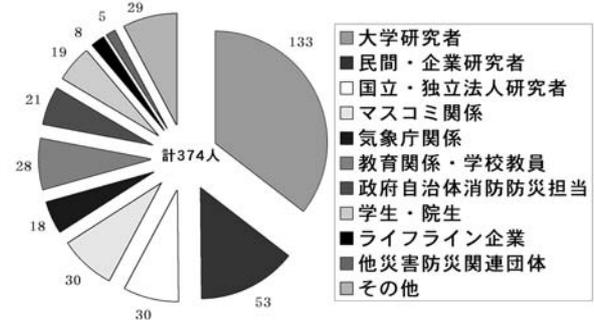
なみふるメーリングリストへのお誘い

日本地震学会広報委員会では地震研究者と一般の方々との意見交換の場として、なみふるメーリングリスト(略称nfml)を開設しております。これは、日本地震学会の目的の1つである「地震に関する知識の交換・普及」活動の一環として行っているものです。関心をお持ちの方々の参加をお待ちしております。nfmlの詳細情報、参加方法については

<http://www.mmjp.or.jp/zisin-nfml/>

をご覧ください。nfmlでの議論は、折に触れこの広報紙「なみふる」でも紹介されます。

nfmlメンバー(2002年2月16日)



広報紙「なみふる」購読申込のご案内

日本地震学会の広報紙「なみふる」は、隔月発行(年間6号)しております。「なみふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料(日本地震学会会員:800円、非会員1200円、いずれも送料込)を郵便振替で振替口座00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込みください(通信欄に「広報紙希望」とご記入ください)。なお、「なみふる」は日本地震学会ホームページ(<http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/>)でもご覧になれば、pdfファイル版を無料でダウンロードして印刷することもできます。

日本地震学会広報紙「なみふる」 第30号 2002年3月1日発行

発行者 (社)日本地震学会/東京都文京区本郷6-26-12 東京RSビル8F(〒113-0033)

電話 03-5803-9570 FAX 03-5803-9577(執務日:月~金)

編集者 広報委員会/

小泉尚嗣(委員長)、筧 楽麿(編集長)、五十嵐俊博、石井 透、片尾 浩、桑原央治、末次大輔、武村雅之、東田進也、中川和之、橋本徹夫

E-mail zisin-koho@ml.asahi-net.or.jp

印刷 創文印刷工業(株)

本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。