

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：13501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560175

研究課題名(和文)古地震の年代とマグニチュードを断層岩から同時決定するためのESR解析法の確立

研究課題名(英文)ESR analytical method for simultaneously estimating the age and magnitude of paleoearthquakes from fault rocks

研究代表者

福地 龍郎 (FUKUCHI, Tatsuro)

山梨大学・総合研究部・教授

研究者番号：90212183

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：糸静線の活動時期を見積もるために実施したXRD分析の結果、断層岩中のスメクタイトの有無が活動性評価に利用できることが判明した。また、糸静線の断層岩を用いたESR年代測定の結果、ESR年代値は最新活動年代の上限値を示すというESR法の原理の有効性が確認できた。さらに、糸静線の活動域は現在の想定範囲よりもさらに南方に5km以上延びることが判明した。一方、地震の規模を見積もるのに必要な断層摩擦熱エネルギーの算出に用いるFMR信号は糸静線からは検出されなかった。野島断層岩のESRスペクトル解析の結果、FMR信号の原因鉱物はシデライトの熱分解に伴う不均化反応で生成するマグネタイトであることが判明した。

研究成果の概要(英文)：I have carried out X-ray diffraction (XRD) analysis of fault rocks of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line (ISTL) to estimate the age of fault movement of the ISTL. The XRD analysis shows that the existence of smectites becomes an index for the evaluation of fault activity. As a result of ESR dating of fault rocks of the ISTL, I confirm that ESR ages theoretically show the maximum age of the latest fault movement. The active zone of the ISTL is further extended to the 5km south of the present zone recognized as the ISTL Active Fault System. On the other hand, FMR signals, which is available in calculation of frictional heat energy necessary for the estimation of seismic magnitude, are not detected from the black fault rocks of the ISTL. The ESR spectral analysis of the Nojima fault rocks reveals that the source mineral of FMR signals is magnetite produced due to the disproportionation reaction progressing with thermal decomposition of siderite.

研究分野：構造地質学、地球年代学

キーワード：活断層 古地震 断層岩 スメクタイト 電子スピン共鳴 ESR ESR年代測定 FMR

1. 研究開始当初の背景

近年、地震発生前には活断層として認定されていなかった断層の活動による巨大地震が頻発しており、変動地形が不明瞭な断層や¹⁴C年代測定法が適用可能な地層が欠如している断層の活動性を評価することが喫緊の課題となっている。これまで研究代表者は、糸魚川-静岡構造線(糸静線)や野島断層を研究対象としてESR(電子スピン共鳴)法による断層の絶対年代測定法の開発を行ってきた。ESR法では断層ガウジ中のESR信号が断層摩擦熱でリセットされることを前提としており、1995年兵庫県南部地震を引き起こした野島断層帯では過去に何度も摩擦熱が上昇したことを示す断層岩が確認されている(Fukuchi, 2012)。野島断層岩のESR解析を行った結果では、活動時期に関係なくほぼ一定の摩擦熱エネルギーが得られている(福地, 2010)。野島断層岩の解析を通じて、摩擦熱エネルギーは断層変位量に比例するので、同じく断層変位量に比例する地震モーメントから計算されるモーメントマグニチュードとの間には相関関係が成り立ち、摩擦熱エネルギーから地震のマグニチュードが計算できるという本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究は、南アルプス東縁に位置する糸静線を主な研究対象として、断層岩にESR法を適用してESR年代値と摩擦熱エネルギーを求め、過去に発生した地震の年代と規模(マグニチュード)を同時に決定するためのESR解析法を確立することを研究目的とする。また、本手法の有効性について確認するために、野島断層500m掘削コア試料の他、台湾チェルンプ断層深部掘削コア試料や糸静線活断層系の断層露頭から採取した断層岩を用いた検証実験を実施する。糸静線には、活断層系として認定されている区間(南アルプス北部~北東部)と活動性が不明な区間(同北東部~中南部)が存在するので、活動性不明の区間で採取した断層岩に本手法を適用して古地震の年代とマグニチュードを見積もり、糸静線の活動性の再評価を行う。

3. 研究の方法

(1) 糸静線の断層露頭調査

南アルプス東縁に位置する糸静線の断層露頭調査を実施し、ESR解析に使用できる断層岩試料の採取を行う。南アルプス北部~北東部区間に位置する糸静線活断層系としては、白州断層、鳳凰山断層、下円井断層などを調査対象とする。特に下円井断層では、断層面に沿って黒色脈状の断層岩(粉碎起源シュードタキライト)が形成されていることが報告されており、 $1,550\pm 70\sim 2,350\pm 60$ y B.P.の最新断層活動に伴って 650°C 程度で形成されたと推定されている(狩野・他, 2004)。これまでの研究では、断層岩の黒色化は断層摩擦熱によるフェリ磁性鉱物の生成が原因

であると考えられる(Fukuchi, 2012)が、地表付近では各種ESR信号が完全にリセットされる 450°C 以上まで断層摩擦熱が上昇する可能性は低いので、ESR解析により粉碎起源シュードタキライトの生成温度を見積もる。

一方、鳳凰山断層の南方に分布している、活動性が不明な断層露頭(山梨県韮崎市~南部町にかけてのドンドコ沢、大棚沢、早川、大城川、相又川、戸栗川の各露頭)からも断層岩試料の採取を行う。特に、摩擦熱で黒色化した断層岩を断層露頭で選別し、断層摩擦熱によりリセットされ易いAl中心やTi中心など石英起源のESR信号に加えて、粘土鉱物(モンモリロナイト)起源の四重信号も年代測定に用いる。戸栗川や相又川の断層露頭では、過去に実施した調査により糸静線の断層面近傍で黒色断層岩を確認しており、これら黒色断層岩の採取を優先する(Fukuchi, 1991)。

(2) 摩擦熱エネルギーとモーメントマグニチュードの関係式の検証

走査型ESR顕微鏡により野島断層岩から検出されたFMR(フェリ磁性共鳴)信号を解析した結果、野島断層の平均摩擦熱エネルギー ϕ_H が、 $\phi_H=3.17\pm 0.87$ [MJ/m²]と見積もられた(福地, 2010)。野島断層が過去にも1995年兵庫県南部地震(M_w 6.9)と同規模の地震を繰り返し引き起こしていたと仮定すれば、 $\phi_H=3.17$ [MJ/m²]に対してマグニチュード M_w 6.9を対応づけることができる。Hanks and Kanamori (1979)によれば、地震波エネルギー E_S [J]と M_w の間には、 $\log E_S=1.5M_w+4.8$ という関係式が成り立ち、断層面積を S 、1回の地震の摩擦熱エネルギーに対する地震波エネルギーの比率を α とすれば、 E_S と ϕ_H の間には $E_S=\alpha\phi_H S$ という関係が成立するので、 $\log E_S=\log \phi_H+\log \alpha S=1.5M_w+4.8$ となる。この式に野島断層から得られた $\phi_H=3.17$ [MJ/m²]と $M_w=6.9$ を代入すると、 $\log \alpha S\approx 8.65$ と求まる。従って、摩擦熱エネルギー ϕ_H とモーメントマグニチュード M_w の関係は、 $\log \phi_H=1.5M_w-3.85$ と表わすことができる。この関係式については、野島断層500m掘削コア試料を用いた検証を行う。また、野島断層岩から検出されるFMR信号の原因鉱物については、マグネタイト説とマグヘマイト説があり、現在も未解決のままであるので、FMR信号のESRスペクトル解析により原因鉱物を特定する。

一方、1999年台湾集集地震(M_w 7.6)を引き起こしたチェルンプ断層の深部掘削コア試料中には断層摩擦熱で固化した黒色断層岩が認められ、断層摩擦熱により有機ラジカル起源の信号が著しく増大していることが判明している(Fukuchi, 2012)。チェルンプ断層岩の加熱実験を実施して、加熱による有機ラジカル信号の挙動を調べ、断層摩擦熱解析に利用できるかどうかを検討する。摩擦熱解析に利用できる場合には、有機ラジカル信号の化学反応速度式と熱伝導方程式を組み合

わせたインバージョン計算によりチェルンプ断層の単位面積当たりの摩擦熱エネルギーを求め、摩擦熱エネルギーとモーメントマグニチュードの関係式の有効性を検証する。

(3) 糸静線の ESR 年代測定と摩擦熱解析

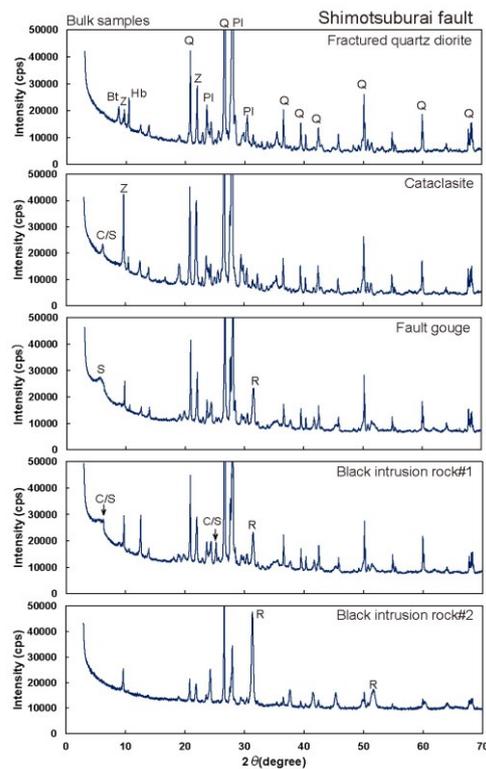
糸静線の断層露頭調査により採取した断層岩の ESR 解析を行い、年代測定可能な ESR 信号が検出される場合には、ESR 年代測定を実施する。また、摩擦熱解析では、黒色断層岩を用いて断層摩擦熱で生成するフェリ磁性鉱物起源の FMR 信号や有機ラジカル信号を活用するが、野島断層や台湾チェルンプ断層深部掘削コア試料の黒色断層岩から検出されるものとの比較検討を行い、摩擦熱解析に利用できる場合には、糸静線の摩擦熱エネルギーを算出する。ESR 年代値と断層摩擦熱エネルギーから糸静線が過去に引き起こした地震のマグニチュードを算出し、糸静線活断層系のトレンチ調査等から判明しているマグニチュード (M7.7~8.1 程度) との整合性を検証する。また、糸静線活断層系と活動性不明な区間から得られる結果を比較検討し、糸静線全体の活動性を再評価する。

4. 研究成果

(1) 糸静線活断層系に特徴的な粘土鉱物

糸静線活断層系の下円井断層の断層岩から得られる X 線回折 (XRD) チャートを第 1 図に示す。断層ガウジ (Fault gouge) からは、地表付近で生成されるスメクタイト (S) が検出されたのに対し、カタクレサイト (Cataclasite) からはより深部で生成される緑泥石/スメクタイト (C/S) 混合層のピークが検出された。また、最新断層活動時に地表付近で注入した粉碎起源シュードタキライトであると報告されている黒色脈状岩 (Black intrusion rock#1) では、スメクタイトにオーバーラップして C/S 混合層のピークが検出された。下円井断層以外では、活動履歴は不明であるが糸静線活断層系の一つとされている鳳凰山断層の断層ガウジからもスメクタイトが検出された。この他、鳳凰山断層の南方約 5 km に位置する糸静線ドンドコ沢露頭で採取された断層ガウジからもスメクタイトが検出された。これに対し、ドンドコ沢露頭の遥か南方に位置する早川露頭や相又川露頭で観察される地質構造線としての糸静線の断層ガウジからはスメクタイトは検出されなかった。

スメクタイトは、天然では 110°C よりも低い温度で安定的に存在できると考えられる (吉村, 2001)。例えば、ドンドコ沢露頭 (高度約 1,395m) 周辺の地温勾配を 3°C/100m、平均隆起速度を 2~3mm/y と仮定すると、断層ガウジ中のスメクタイトの生成年代は約 170~250 万年以降と見積もられ、ドンドコ沢露頭の糸静線は、第四紀以降に活動した活断層である可能性が高いことが分かる。スメクタイトは糸静線活断層系に特徴的な粘土鉱物



第 1 図 糸静線活断層系の下円井断層岩から検出される XRD チャート

であり、スメクタイトの有無が糸静線の第四紀における活動性を判定する一つの基準となる可能性があることが判明した。

(2) 摩擦熱エネルギーとモーメントマグニチュードの関係式の検証

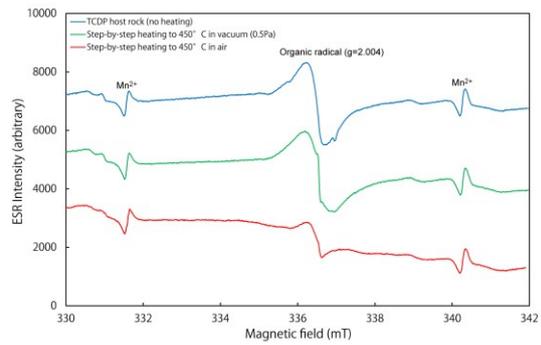
野島断層岩から検出される FMR 信号を用いた断層摩擦熱解析の結果、野島断層の平均摩擦熱エネルギー ϕ_H は、 $\phi_H = 3.17 \pm 0.87$ [MJ/m²] と見積もられた (福地, 2010)。一方、『野島断層解剖計画』(The Island Arc 特集号 Volume 10, Issue 3/4) で採取された野島断層 500m 掘削コア試料中の断層面 (深度約 390m) 近傍の黒色断層ガウジから検出された FMR 信号を用いた摩擦熱解析の結果では、摩擦熱エネルギー ϕ は、 $\phi = 20.61$ [MJ/m²] と算出されている (Fukuchi et al., 2005)。この結果は野島断層岩からの結果とは一致していないが、500m 掘削コア試料から見積もられた摩擦熱エネルギー ϕ は第四紀における断層活動による摩擦熱エネルギーの積算値であり、1回の断層活動で発生する摩擦熱エネルギーを表していない。第四紀における野島断層の総垂直変位量は約 230m と推定されている (Murata et al., 2001) ので、1回の断層活動による垂直変位量を 1995 年兵庫県南部地震と同程度の 1.31m と仮定すると、野島断層の第四紀における断層活動回数 N は約 176 回となる。従って、野島断層が 1回の断層活動で発生させた摩擦熱エネルギーの平均値 ϕ_{av} は、500m 掘削コアから見積もられた摩擦熱エネルギー $\phi = 20.61$ [MJ/m²] を N で割って、

$\phi_{av} \approx 0.1174$ [MJ/m²] となる。

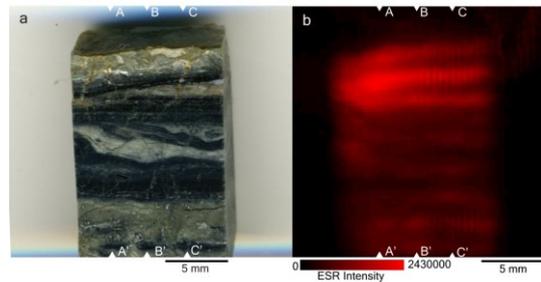
一般に、摩擦熱エネルギーは断層面の深度と共に増大するので、 ϕ_{av} は断層面の深度 z で割り規格化する必要がある (Fukuchi, 2012)。規格化された摩擦熱エネルギー ψ_H ($=\phi_{av}/z$) は、 $\psi_H \approx 300.993$ [J/m³] である。結局、野島断層の断層面全体の平均摩擦熱エネルギー ϕ_H は、 ψ_H と震源の深さ z_0 ($=16$ km) を用いて、 $\phi_H = \psi_H z_0 / 2$ と表されるので、 $\phi_H \approx 2.41$ [MJ/m²] となり、野島断層岩から見積もられた平均摩擦熱エネルギー $\phi_H = 3.17 \pm 0.87$ [MJ/m²] と誤差範囲内で一致している。 $\phi_H \approx 2.41$ [MJ/m²] を摩擦熱エネルギー ϕ_H とモーメントマグニチュード M_w の関係式 ($\log \phi_H = 1.5M_w - 3.85$) に代入して M_w を計算すると、 $M_w = 6.82$ となり、地震波の解析から算出されたモーメントマグニチュード $M_w 6.9$ とよく一致しており、関係式が成立していることが分かる。

野島断層から求まる摩擦熱エネルギーとモーメントマグニチュードの関係式は、他の断層でも成り立つかどうかは確認する必要があるが、本研究では台湾チェルンプ断層深部掘削コア試料や糸静線活断層系下井断層及び糸静線相又川露頭で採取した黒色断層岩を用いた検証実験を当初計画していたが、これらの黒色断層岩からはいずれも FMR 信号は検出されず、検証実験を行うことはできなかった。また、糸静線の相又川露頭で採取された黒色断層岩からは、台湾チェルンプ断層深部掘削コア試料中の黒色断層岩と同様の有機ラジカル (Organic radical) 信号が検出されたが、空气中及び真空加熱実験を実施した結果、有機ラジカル信号の生成は断層岩中の酸素分圧に著しく依存することが判明した (第2図)。従って、有機ラジカル信号を用いて摩擦熱エネルギーを見積もる場合には、真空度をコントロールした詳細な加熱実験を行うと共に、摩擦発熱前の断層帯における酸素分圧を明らかにする必要があり、今後の課題と言える。

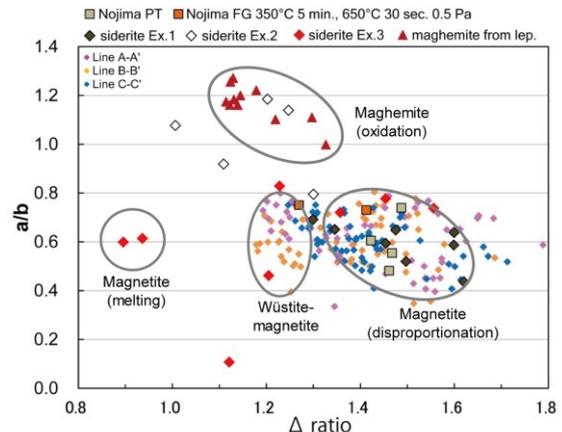
野島断層岩から検出された FMR 信号が普遍的に検出される訳ではないことは、今回、台湾チェルンプ断層や糸静線の断層岩を解析して明らかになった。FMR 信号を用いた断層摩擦熱解析を行うためには、FMR 信号の原因鉱物が断層岩に含まれているかどうかを事前にチェックする必要があるが、FMR 信号の原因鉱物については、マグネタイト説とマグヘマイト説があり、現在も未解決のままである。そこで、野島断層岩から検出される FMR 信号の ESR スペクトル解析を実施して、原因鉱物の特定を試みた。第3図に示すような野島断層岩のチップを走査型 ESR 顕微鏡で計測し、FMR 信号 (一次微分形) の極大ピーク (a) 及び極小ピーク (b) のベースラインからの長さの比 ($I\text{-ratio} = a/b$) と FMR 信号の吸収曲線の半値幅 ($\Delta H_{1/2}$) と一次微分形の極大及び極小ピークの幅 (ΔH_{pp}) の比 ($\Delta \text{ratio} = \Delta H_{1/2} / \Delta H_{pp}$) を両軸とするグラフ (ΔI ダイアグラム) 上に ESR スペクトル解析結果をプロ



第2図 台湾チェルンプ断層深部掘削コア試料の泥質岩 (黒色断層岩の源岩) を用いた加熱実験前後に検出される ESR スペクトル



第3図 野島断層帯黒色断層岩の分析用チップの写真 (a) と 2D-ESR イメージング画像 (b)



第4図 野島断層岩の ESR スペクトル解析結果をプロットした ΔI ダイアグラム

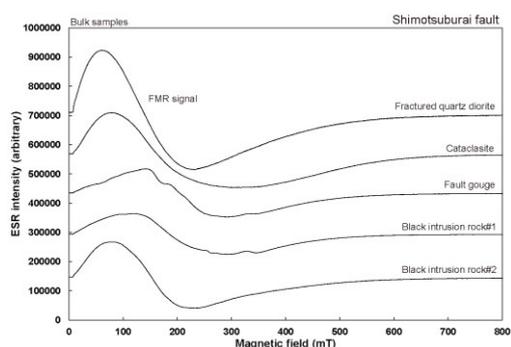
ットしたものを第4図に示す。 ΔI ダイアグラム上には、野島断層ガウジやシデライト (FeCO_3) を様々な真空度で加熱した時に得られるマグネタイト (Fe_3O_4) の他、レピドクロサイト ($\gamma\text{-FeOOH}$) を加熱脱水した時に得られるマグヘマイト ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) を通常の ESR 装置で計測した時の結果もプロットしてある。結論的には、野島断層岩の原因鉱物は、無酸素状態におけるシデライトの熱分解で生成するウスタイト (FeO) が不均化反応を起こして形成されたマグネタイトであることが明らかとなった。従って、断層岩から摩擦熱エネルギーを見積もる場合には、断層岩や断層岩の源岩中にシデライトが存在していることが必要条件となる。

(3) 糸静線断層岩の ESR 年代測定による断層活動性評価

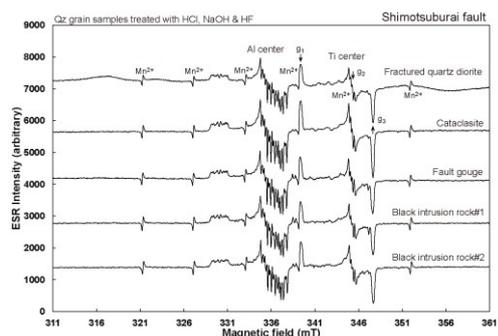
糸静線活断層系の一つである下田井断層では断層面に沿って黒色脈状岩 (Black intrusion rock#1) が形成されており、 $1,550 \pm 70 \sim 2,350 \pm 60$ y B.P.の最新断層活動時に 650°C 程度で形成されたと推定されている (狩野・他、2004)。しかし、下田井断層の黒色脈状岩から検出される ESR スペクトルを見ると、通常 350°C 以上の被熱で生成する FMR 信号に特に増大は認められず、他の断層岩と比較しても FMR 信号強度は小さい (第5図)。また、石英から検出される Al 中心は断層摩擦熱で最もリセットされ易い ESR 信号であり、黒色脈状岩が最新断層活動時に 650°C 程度で形成されたとすると、Al 中心の信号は検出されないはずであるが、実際には他の断層岩と同程度の強度を持つ Al 中心が検出された (第6図)。従って、黒色脈状岩は 350°C より低い温度で形成されたと考えられ、最新断層活動時に断層摩擦熱はそれ程上昇していなかったと結論される。

糸静線の各断層露頭から採取された断層岩の内、スメクタイトが検出された断層岩について ESR 年代測定を試みた。その結果、糸静線活断層系の一つである下田井断層の黒色脈状岩からは石英起源の Al 中心及び Ti 中心の ESR 信号が検出され、それぞれ 1.3 ± 0.2 Ma 及び 2.0 ± 0.3 Ma という ESR 年代値が得られた。また、糸静線活断層系の一つとされているが、活動履歴が不明な鳳凰山断層の断層ガウジからはモンモリロナイト固有の四重信号が検出され、 $1.4 \sim 1.9 \pm 0.2$ Ma という第四紀を示す ESR 年代値が得られ、断層摩擦熱で最もリセットされ易い Al 中心の超微細構造 (hfs) を利用した年代測定の結果、 0.6 ± 0.1 Ma という若い年代値が得られた。さらに、地質構造線としての糸静線の一部であり、活動性が不明なドンドコ沢露頭の黒色断層ガウジからはモンモリロナイト固有の四重信号が検出され、 $0.63 \pm 0.13 \sim 1.19 \pm 0.19$ Ma という年代値の他、Al 中心 hfs からは 0.49 ± 0.09 Ma という年代値が得られたのに加え、灰色断層ガウジからはモンモリロナイト四重信号から $0.66 \pm 0.09 \sim 0.69 \pm 0.08$ Ma、Al 中心全体からは 0.50 ± 0.06 Ma、Al 中心 hfs からは 0.62 ± 0.10 Ma という年代値がそれぞれ得られた。

断層岩の ESR 年代測定では、断層岩中に存在する ESR 信号が断層摩擦熱でリセットされることを仮定しているが、地表付近では封圧が小さいため断層摩擦熱がそれ程上昇しない場合も起こり得るので、ESR 信号が断層活動時に完全にリセットされる保証はない。従って、断層岩の ESR 年代値 (T_{esr}) は理論的には実際の最新活動年代 (T_a) の上限値を与えることになり、 $T_a \leq T_{\text{esr}}$ という関係式が成り立つ。また、原理的には断層摩擦熱により最もリセットされ易い Al 中心の信号から得られる年代値が最も若い年代を与えるはずであり、年代値に逆転が見られるなど、この



第5図 下田井断層の各断層岩バルク試料から検出される ESR スペクトル



第6図 下田井断層の各断層岩中の石英試料から検出される ESR スペクトル

原理が成立していない場合には、年代値の信頼性は低いと考えられる。今回得られた結果はこの原理が成立しており、下田井断層の最新活動時期は $T_a \leq 1.3 \pm 0.2$ Ma、鳳凰山断層の最新活動時期 $T_a \leq 0.6 \pm 0.1$ Ma となり、これまでの活動性評価と矛盾しない。一方、ドンドコ沢露頭の最新活動時期は、 $T_a \leq 0.49 \sim 0.50 \pm 0.09$ Ma となり、更新世中期以降に活動した活断層であることが今回初めて明らかになった。従って、糸静線活断層系は下田井断層と鳳凰山断層に分かれ、鳳凰山断層はさらに南方へ 5km 以上延びることになる。

<引用文献>

- T. Fukuchi, The Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line at the western edge of the South Fossa Magna, Japan, *Modern Geology*, 1991, Vol.15, p.347-366.
- 福地龍郎、ESR 法による断層活動年代測定—その原理と実践、深田研ライブラリー、2004、No.63、45pp.
- T. Fukuchi, K. Mizoguchi, T. Shimamoto, Ferrimagnetic resonance signal produced by frictional heating: A new indicator of paleoseismicity, *Journal of Geophysical Research*, 2005, Vol, 110, B12404, doi:10.1029/2004JB003485.
- 福地龍郎、野島断層帯のシュードタキライトから復元される摩擦熱エネルギー、日本地震学会2010年度秋季大会講演予稿集C31-12、2010、p.109.
- T. Fukuchi, ESR Techniques for the Detection of

Seismic Frictional Heat, *In: Earthquake Research and Analysis: Seismology, Seismotectonics and Earthquake Geology*, D'Amico Sebastiano (ed.), InTech-Open Access Publisher (Croatia), 2012, Chap.16, p.285-308.

T. C. Hanks, H. Kanamori, A moment magnitude scale, *Journal of Geophysical Research*, 1979, Vol.84, p.2348-2350.

狩野謙一、林 愛明、福井亜希子、田中秀人、糸魚川一静岡構造線活断層系、下田井断層に伴う粉碎起源のシュードタキライト、地質学雑誌、2004、第110巻、第12号、p.779-790。吉村尚久編著、粘土鉱物と変質作用、地学双書、2001、32、293pp。

5. 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計4件)

① T. Fukuchi, N. Imai, Preliminary report on ESR dating using radical centers detected from the Hoozan fault gouge in the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line Active Fault System, *JAEA-Review*, 査読有, 2015-022, 2016, p.58.
DOI:10.11484/jaea-review-2015-022

② 福地龍郎、南アルプス東縁に位置する糸魚川一静岡構造線の放射線損傷ラジカル信号による年代測定、平成27年度原子力機構施設利用共同研究一般共同研究成果報告書、査読無、2016、15009。
http://www.tokai.t.u-tokyo.ac.jp/kyodo/kaiho ken/Houoku_Seika/HoukoPDF/2015ZanteiP DF/15009_fukuchi.pdf

③ 福地龍郎、稲村勇人、田口大志、広瀬拓也、南アルプス及び周辺地域の活断層分布と地震活動変化、山梨大学教育人間科学部紀要、査読無、2016、第17巻、p.219-226。

④ 福地龍郎、放射線損傷生成率補正による高精度 ESR 年代測定、山梨大学教育人間科学部紀要、査読無、2016、第17巻、p.211-218。

〔学会発表〕(計6件)

① 福地龍郎、南アルプス北東縁に位置する糸魚川一静岡構造線の ESR 年代測定、日本地球惑星科学連合 2016 年大会、2016 年 5 月 22 日～26 日、SGL38-10、幕張メッセ国際会議場 (千葉県千葉市)

② 福地龍郎、ESR 年代測定法による断層活動性評価、日本地球惑星科学連合 2015 年大会、2015 年 5 月 24 日～28 日、SGL39-01 (招待講演)、幕張メッセ国際会議場 (千葉県千葉市)

③ 福地龍郎、田中真実、橘田拓人、今井 登、断層岩を用いた断層活動性評価：糸魚川一静岡構造線活断層系を例として、日本地質学会第 121 年学術大会、2014 年 9 月 13 日～15 日、R24-P-3、鹿児島大学群元キ

ャンパス (鹿児島県鹿児島市)

④ 福地龍郎、田中真実、橘田拓人、今井 登、糸魚川一静岡構造線活断層系下田井断層及び鳳凰山断層の ESR 年代測定、日本地球惑星科学連合 2014 年大会、2014 年 4 月 28 日～5 月 2 日、SSS34-P16、パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市)

⑤ 福地龍郎、ESR 顕微鏡によるシュードタキライトの成因診断、日本地質学会第 120 年学術大会、2013 年 9 月 14 日～16 日、R13-P-14、東北大学川内北キャンパス (宮城県仙台市)

⑥ 福地龍郎、ESR スペクトル解析による黒色断層岩の成因診断、日本地球惑星科学連合 2013 年大会、2013 年 5 月 19 日～5 月 24 日、SSS29-08、幕張メッセ国際会議場 (千葉県千葉市)

〔その他〕

ホームページ等

糸魚川一静岡構造線の研究

<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~tfukuchi>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福地 龍郎 (FUKUCHI, Tatsuro)
山梨大学・総合研究部・教授
研究者番号：90212183

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

今井 登 (IMAI, Noboru)
産業技術総合研究所・地球科学情報研究部
門・テクニカルスタッフ
研究者番号：20356512

田中 真実 (TANAKA, Mami)
山梨大学・教育人間科学部・学部生
(平成 25 年度)

橘田 拓人 (KITTA, Takuto)
山梨大学・教育人間科学部・学部生
(平成 25 年度)

稲村 勇人 (INAMURA, Hayato)
山梨大学・教育人間科学部・学部生
(平成 26 年度)

田口 大志 (TAGUCHI, Daishi)
山梨大学・教育人間科学部・学部生
(平成 26 年度)

広瀬 拓也 (HIROSE, Takuya)
山梨大学・教育人間科学部・学部生
(平成 26 年度)

岩崎 京太 (IWASAKI, Keita)
山梨大学・教育人間科学部・学部生
(平成 27 年度)