

蒜山地質年代学研究所における K-Ar年代測定の業務を振り返る(その2)

八木 公史¹⁾・藤原 泰誠¹⁾

キーワード：K-Ar年代測定, 岩種, 鉱物種, K-Ar業務Q & A

1. はじめに

筆頭著者の八木がK-Ar(カリウム-アルゴン)年代測定に関する業務に従事し始めたのは2002年10月からで、今年で23年になります。K-Ar年代測定に係る装置は、岡山理科大学自然科学研究所(2019年からフロンティア理工学研究所)に設置されていて、装置がある建物の壁には「定礎 昭和58年」と刻まれた花崗岩のプレートがあります。昭和58(1983)年って…、今から42年前。現在使用している装置は、保管されている実験ノートによると1985年12月頃からデータが出始めているので、建物が出来てから3年ほどで設置され稼働し始めたことになり、今年で約40年になります(装置設置の経緯・詳細は、板谷, 2024を参照)。装置は会社創立(1995年)から30年間、大小様々なトラブルに見舞われながらもほとんど休みなく稼働し続けています。K-Arに関する装置は、会社創立から2002年までは当所初代表取締役の岡田利典博士が、2003年から現在までは八木が主に管理してきました。その間、八木は、安本(旧姓:猪川)千晶氏(2014年入社, 2020年退職)、本誌の共著者である藤原泰誠博士(2018年入社)および岡田郁生博士(2024年入社)と共にK-Ar年代測定に関する業務および研究に従事してきました。また、会社創立時から、岡山理科大学の板谷徹丸教授(2016年同大学退職)および兵藤博信教授(2023年同大学退職)には有益なアドバイスをいただき、装置のトラブルの際にはいつもお世話になってきました。また、同大学の今山武志教授には、兵藤教授の退職後から現在に至るまで共同研究で大変お世話になっています。

さて、八木が2015年発行の本誌「地質技術」(第5号, 創立20周年記念特集号)に当所におけるK-Ar年代測定の業務を振り返ってから早10年が経ちました。その当時、業務の振り返りは3年間分(2013年7月~2015年6月)のデータのみでした。その時点で、既に11年もK-Arの業務に従事していながらどうして3年間分なのか?それは2013年以前には会社でK-Ar業務を行う所員が一人しか居なかつ

たため、自身だけが試料情報や測定スケジュールを頭の中で把握していれば済んでいたからです。その後、複数の所員がK-Arに関する業務を担当するようになると、各所員が測定試料情報等を共有する必要が出てきたため、データは誰もが分かりやすく整理されるようになりました。前回の3倍以上のデータから最近10年間ではどのような傾向があるのか?節目となる会社創立30周年を記念した本誌では第二弾として、2015年7月から2025年6月までの10年間の当所におけるK-Ar年代測定の業務を振り返ります。

2. K-Ar年代測定業務の対象と変遷

2015年7月からの10年間の業務を語るうえで避けて通れない出来事があります。それは2011年3月11日に起きた東北地方太平洋沖地震です。東京電力福島第一原子力発電所の事故は、この大地震とそれによって引き起こされた大津波によって起きたとされています(例えば、東京電力株式会社, 2012)。筆者の八木は自然現象による災害というのは人の想定をはるかに超えてくるものだということを改めて思い知らされました。この出来事を転機として、原子力規制委員会は2013年7月に新規制基準を施行し、同年9月には国内の原子力発電所の稼働はゼロとなりました。それ以降、基礎データとして基盤岩の溶岩等の年代、原子力発電所敷地内および敷地周辺の断層活動年代を知りたいという業務が急激に多くなりました。例えば、断層ガウジ中のイライトやスメクタイト等を用いて直接的に断層活動年代を求めようと試みたり、岩脈や鉱物脈を用いて間接的に断層活動年代に制約を与えたりすることが行われました。K-Ar年代測定業務が2013年7月から2020年6月までの間、例年の1.5~2倍程度多かったことがそれを物語っています。それでは最近10年間(2015年7月~2025年6月)のK-Ar年代測定業務の対象と変遷について述べます。

2.1. 岩種

これまで受注してきたK-Ar年代測定業務の岩種に関して、A)会社創業(1995年)以来の10年間のデータ(竹下, 2006)、B)2013年7月~2015年6月の3年間のデータ(八木, 2015)およびC)2015年7月~2025年6月の10年間の3つのデータを比較します。

岩種の試料数の割合の変遷はそれぞれ、火山岩(溶岩+火砕岩の順)(72%→61.0(44.5+16.5)%→45.3(36.9+8.4)%),花崗岩(19%→5.6%→6.6%),変成岩(3%→9.3%→8.6%),変質岩(6%→7.8%→10.0%),断層岩(データ無し→16.3%→29.6%)という結果になりました(表1)。

火山岩の業務はA)からB)の期間では11ポイント減り、B)からC)の期間にかけては更に約16ポイント減り、A)からC)の20年間で約27ポイントも減りました。岩種の中では約45%で最も割合が多いものの、もはや圧倒的な割

¹⁾ 株式会社蒜山地質年代学研究所 〒703-8252 岡山市中区中島2番地5 (yagi@geohiruzen.co.jp)

表1 K-Ar年代測定を実施した岩種の測定試料数の割合の変遷。A) 竹下(2006)の図5による。B) 八木(2015)の図1による。C) 本誌データ。

期 間	岩石種	溶岩	火砕岩	花崗岩	変成岩	変質岩	断層岩
A) 会社創業(1995年)以来の10年間		72%		19%	3%	6%	—
B) 2013年7月~2015年6月の3年間		44.5%	16.5%	5.6%	9.3%	7.8%	16.3%
C) 2015年7月~2025年6月の10年間		36.9%	8.4%	6.6%	8.6%	10.0%	29.6%

表2 K-Ar年代測定で使用した鉱物種の測定試料数の割合の変遷。A) データ無し。B) 八木(2015)の図2による。C) 本誌データ。

期 間	鉱物種	石基	斜長石	アルカリ長石	角閃石	黒雲母・白雲母	変質鉱物	雲母粘土鉱物
A) 会社創業(1995年)以来の10年間		—	—	—	—	—	—	—
B) 2013年7月~2015年6月の3年間		20%	30%	9%	3%	13%	5%	20%
C) 2015年7月~2025年6月の10年間		19.9%	21.4%	2.2%	3.7%	10.1%	14.8%	27.7%

合ではなくなりました。火山岩は30年間で測定され尽くした感がありますが、未詳の火山岩も未だに少なからず存在し、既知の火山岩であってもより新鮮な試料で測定し直したり、異なる測定対象物で測定したりもするので、割合を徐々に減らしながらも業務は続いていきそうです。

花崗岩の業務はA)からB)にかけて19%から5.6%と大幅に減りました。このことは、八木(2015)では高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する基盤の花崗岩の研究が一定の成果を得た後の近年の収束が理由ではないかと推察しましたが、2010年代以降に花崗岩のジルコンのU-Pb年代測定が急激に増えたことも一因であると考えられます。ただ、その後のC)の期間にかけては5.6%から6.6%と僅かに増えて、一定の割合は維持しています。これは花崗岩の異なる複数の鉱物を用いたK-Ar年代測定が岩体の冷却史を紐解く手がかりを与えてくれるという魅力があるからかもしれません。また、花崗岩体中の割れ目を経路とした地下水の流動や物質移動は地層処分の長期安定性評価に関わることから、花崗岩体中の鉱物を用いたK-Ar年代測定(例えば、Yuguchi *et al.*, 2021)は減り続けはしないのかもしれない。

変成岩の業務はA)からB)にかけて3%から9.3%と大幅に増えた後、C)の最近の10年間ではほぼ同程度の割合(8.6%)を維持しています。変成岩に関しては、民間企業からの依頼はほぼ無く、大学関係および研究機関の研究者からの依頼がほとんどです。今後も割合が大きく変わることは想像できません。

変質岩の業務はA)からB)にかけて6%から7.8%と微増した後、C)の最近の10年間では10.0%と割合が少しずつ増えています。国内外での鉱床や地熱資源開発関係の業務・研究や、断層活動に関係した変質岩のK-Ar年代測定も実施されています。変質鉱物の分離濃集は、共存する鉱物によっては純度を上げるのが技術的に難しく、分離法の研究開発が進めば、今後も一定の水準を維持しながら割合が増えていく可能性があります。

断層岩の業務はA)のデータは無いものの、B)からC)の期間にかけて割合は約13ポイント増えていて、岩種の約3割を占めています。これは原子力規制委員会の新規規制基準の施行の影響に依るところが大きいと思います。2020年後半から断層岩の依頼は激減しましたが、2年くらい前から少しずつ増えつつあります。今後の割合の増減は

予測しにくいと言わざるを得ません。

2.2. 鉱物種

これまで受注してきたK-Ar年代測定業務の鉱物種に関しては、2.1.のB)およびC)の2つの期間を比較します。2.1.のA)の期間のデータはありません。

鉱物種の試料数の割合の変遷はそれぞれ、石基(20% → 19.9%)、斜長石(30% → 21.4%)、アルカリ長石(9% → 2.2%)、角閃石(3% → 3.7%)、黒雲母・白雲母(13% → 10.1%)、変質鉱物(5% → 14.8%)、雲母粘土鉱物(20% → 27.7%)という結果になりました(表2)。

石基はB)からC)の期間にかけて割合が約20%で変化はありませんが、斜長石の割合は約9ポイント減っています。これは第四紀の比較的新鮮な試料であれば、低K鉱物である斜長石よりもK含有量がいくらか高いことが期待できる石基を測定対象にする方がK-Ar年代測定ではメリットがある(大気Ar混入率が下がり、年代誤差が小さくなる)ことが理由かもしれません。火山岩(溶岩+火砕岩)のK-Ar業務は、鉱物種の約4割を占める石基および斜長石が測定対象物となります。火山岩にはK-Arの測定対象鉱物である有色鉱物(黒雲母や角閃石)も含まれることがありますが、斜長石に比べて試料に含まれる量が少ない場合が多く、黒雲母はK含有量が高い鉱物であるためK-Arには有利ではあるものの、粒子の一部の緑泥石化で結局選択されないことが多いです。また、角閃石も斜長石に比べて試料に含まれる量が少ないことが多く、斜長石と同様にK含有量が低いこと、含水鉱物のため変質の程度に依りますが大気Ar混入率が高めになる(→年代誤差が大きくなる)ことから、火山岩では測定対象の選択肢から外れることが多いです。アルカリ長石、角閃石および黒雲母は、岩種が火山岩からのものが一部含まれますが、花崗岩からのものがほとんどです。また、白雲母は変成岩からのものがほぼ全てです。角閃石と黒雲母・白雲母はB)からC)の期間にかけて割合の変化はほとんどありませんが、アルカリ長石は約7ポイント減っています。本誌では詳細を公表しませんが、B)の期間で例年の10倍程度受注した年があったことが理由で、鉱物種の中では最も割合が小さいのには変わりはありません。変質鉱物はB)からC)の期間にかけて割合が約3倍になっています。測定した変質鉱物には、セリサイト、セラドナイト、氷長石、スメクタイト、セピ

オライト等があります。鉱物種は多岐にわたりますが、K含有量の高いセリサイト、セラドナイトおよび氷長石は期待される年代結果が出やすいです。雲母粘土鉱物(B)からC)の期間にかけて割合が約8ポイント大きくなり、鉱物種全体の3割に迫っています。測定鉱物種はイライトおよびイライト/スメクタイト混合層鉱物があります。これらはK含有量が高いため、熱水変質岩を対象とした時は期待される年代結果が出やすいですが、断層ガウジを対象とした時は、自生イライトと碎屑性イライトの共存の問題があるために期待される年代結果を得るには一筋縄ではいかないことが多いです。2.1.の断層岩の業務で述べましたが、今後の割合の増減はこの問題の解決策次第と言えるかもしれません。

3. K-Ar 年代測定業務における Q & A

ここからは、実際に業務の問い合わせがあった時によく質問されることをいくつか取り上げてその回答を示します。業務の問い合わせ時に参考にしていただけますと幸いです。

3.1. 試料採取

【質問1】年代測定を依頼する時に、岩石はどのくらいの量を送れば良いですか？

【回答1】新鮮な岩石(肉眼では風化変質が認められないもの)だと、500 g程度あれば十分です。少し変質しているようだと、その部分を除去しなければならぬので500 g~1 kg程度あると処理しやすくなります。測定対象が鉱物の場合は、とりあえず1~2 kg程度をお送りいただければ大丈夫なことが多いです。変質が著しい場合、年代測定はお勧めしません。変質年代を求める場合は、対象となる粘土鉱物の含有量に依りますので、必要な量は試料ごとに変ります。これについては採取する前にご相談ください。

【質問2】肉眼で新鮮な岩石かどうかをどのように判断しますか？

【回答2】例えば、火山岩の場合、1)硬質で緻密なもの、2)岩石を割った時の面を観察して透明感のある斜長石が多く認められるもの、3)石基の色調が薄い灰色のもの、4)細かい鉱物脈(石英や炭酸塩鉱物等)が無いものは、新鮮だと判断しています。3)の色調に関しては、黒っぽいもの、薄く緑がかかったもの、あるいは薄く赤味を帯びたものは変質が進んでいることが多く、年代誤差が大きくなる場合があります。

【質問3】岩片・鉱物片を含んだ岩石でも年代測定できますか？

【回答3】異質な岩片・鉱物片を含んでいると、鉱物分離の際にそれらが試料に混入して、年代の確度に影響を与える可能性があります。異質なものをできるだけ含んでいない岩石を採取してください。

3.2. 風化変質

【質問4】岩石は風化変質していても測定できますか？

【回答4】K-Ar用の試料は風化・変質の程度が低い、できるだけ新鮮なものが理想です。風化変質しているものは、大気Ar混入率が高く、年代誤差が大きくなることが多いからです。少し変質しているような岩石なら、その部分を除去して、新鮮な部分を集めて測定します。岩石の表面全体が風化変質しているものは、変質年代を求める場合は別ですが、岩石の形成年代等を求める測定には適しません。

【質問5】岩石の変質の有無がK-Ar年代に影響を与えるというのは本当ですか？

【回答5】八木・板谷(2011)で比較的新鮮な鉱物と変質した鉱物の年代を議論しています。著者らは花崗閃緑岩を実験試料として、1つの試料から比較的新鮮な普通角閃石・黒雲母・カリ長石と内部に粘土鉱物が生じている斜長石を分離して、各鉱物のK-Ar年代測定を行っています。結果は、斜長石が他の3鉱物よりもおよそ10~14 Ma(80.6 Ma→66.3 Ma)も若い年代となっています。

【質問6】肉眼ではわからない岩石の変質の程度を知る方法がありますか？

【回答6】火山岩の場合、蛍光X線(XRF)分析で行う強熱減量(LOI)の値が指標になります。LOIが高い試料は、試料中の揮発成分(水、二酸化炭素、硫黄等)の損失量が大きいということで、粘土鉱物などの含水鉱物、炭酸塩鉱物、硫化物が多い、つまり変質が進んでいると言えます。

3.3. 火山岩

【質問7】火山岩は石基の年代を測りますか？それとも斜長石などの鉱物の年代を測りますか？

【回答7】火山岩の形成年代(予想)によって測定対象が変わります。1 Ma(100万年前)より若い火山岩は比較的新鮮なので、石基を分離・濃集して測定します。石基は変質しやすいガラス質ではない、微晶質なものが良いです。また、数Maより古い火山岩の場合は、これまでの経験から、鉱物(斜長石、角閃石、黒雲母等)を分離して測定することが望まれます。数Maより古い火山岩は、少なからず変質していて石基(特に非晶質の部分)の状態が悪いので、相対的に新鮮な斑晶鉱物を測定対象とします。

【質問8】1 Maより若い火山岩で斑晶鉱物の年代測定はできないのですか？

【回答8】いいえ、K含有量の高い黒雲母やアルカリ長石が新鮮なうえで、測定に必要な量を分離・濃集できる場合は測定できます。

【質問9】1 Maより古い火山岩では石基の年代測定はできないのでしょうか？

【回答9】試料の状態によりますが、試料をできるだけ細粒化(例えば、#200-300, 約51-73 μm)して、鉱物粒子に共生する変質鉱物を分離し、塩酸処理・磁性分離・重液分離を組み合わせることで変質鉱物を除去すれ

ば、測定できることがあります。この場合、数Maより古い岩石でも、全体としてできるだけ新鮮な試料を選ぶことが肝要です。

【質問10】 1 Maより若い火山岩の年代測定は誤差が大きいと聞きました。なぜですか？

【回答10】 若い火山岩は、形成されてから現在までの時間が短いため、年代計算に利用する放射性起源⁴⁰Arの蓄積量が少なく、大気Arの混入率が高くなるからです。

3. 4. K-Ar年代測定

【質問11】 大気Arの混入率を下げた年代誤差を小さくする方法はありますか？

【回答11】 K-Ar法では、1) 年代が若いほど、2) K含有量が低いほど、3) 変質の程度が大きいほど、大気Ar混入率が高くなり、年代誤差が大きくなります。また、測定鉱物の粒径が小さいほどその表面積が増えて大気Ar混入率が高くなります。若い火山岩で大気Ar混入率を下げた誤差を小さくするためには、K含有量ができるだけ高く、新鮮で、粒径の大きな鉱物を選ぶことで、誤差が小さくなる可能性があります。ただし、粒径が大きいことで、粒子表面に他の鉱物が付着して単離しなかったり、粒子内に包有鉱物等が多くあるのであれば、測定物は不均質になりますので本末転倒です。

【質問12】 K-Arではどのくらいまで若い年代が測定できますか？

【回答12】 これは試料自体の新鮮さ、測定鉱物の新鮮さとK含有量が高いこと、火山岩の場合はマグマの特性にも依りますが、筆者が携わってきた2,500を超える測定データの中では、0.01~0.03 Ma (1~3万年前) という数値を見たことがあります。ただし、年代誤差は0.01 Maくらいです。得られた年代を用いて議論ができるというのは、年代誤差が20%くらいまで(大気Ar混入率が約92~93%:板谷・長尾, 1988; 八木, 2015参照) と考えると、上述した年代は地質学的に意味のある年代ではないかもしれません。

【質問13】 1 Maより若い年代を精度良く得るために望まれるK含有量を教えてください。

【回答13】 あくまでも目安ですが参考にしてください。

- ・0.05~0.1 Ma (5~10万年前): K = 2.5~3.5 wt.% (K₂O = 3.0~4.2 wt.%) 以上
- ・0.1~0.5 Ma (10~50万年前): K = 1.5~2.5 wt.% (K₂O = 1.8~3.0 wt.%) 以上
- ・0.5~1 Ma (50~100万年前): K = 1.0~1.5 wt.% (K₂O = 1.2~1.8 wt.%) 以上

3. 5. 変質年代

【質問14】 岩石の変質年代を測定することはできますか？

【回答14】 変質作用の履歴を明らかにしたうえで、それによって形成された鉱物を分離して年代測定を行います。Kを含む変質鉱物の種類が1つであれば、それを分離して測定すれば変質年代を求めることができます。ただし、複

数の変質鉱物が共存する場合は、年代測定だけで変質年代を求めることはできません。

【質問15】 変質年代を求めるために年代測定以外に必要なことは何ですか？

【回答15】 1) 変質鉱物の種類と産状を確認するための岩石薄片作製と鏡下観察、2) 共存鉱物とそれらの相対量比を確認するためのX線回折(XRD)分析を事前に行っておくことが望まれます。例えば、雲母粘土鉱物が特定の鉱物粒子内のみ存在するのか、あるいは基質に存在するのかを鏡下観察によって明らかにすることで、鉱物分離のやり方やおおよその試料処理量が決まります。共存する鉱物の種類によっては、目的の粘土鉱物の純度を上げることが困難なことがあります。XRD定方位分析で塩酸処理を実施すれば、純度が上げられる試料なのか、そうではない試料なのかを判断することができます。

【質問16】 雲母粘土鉱物と母岩の雲母鉱物を分離することはできますか？

【回答16】 粘土鉱物の水簸作業では、雲母粘土鉱物と細粒になった母岩の雲母鉱物をそれぞれ分けて分離・濃集することができません。変質作用で生じたイライトと母岩由来の黒雲母であれば、塩酸処理で母岩由来の黒雲母だけを除去することができますが、母岩由来の白雲母が含まれている場合は塩酸に難溶であるので完全に分離することは難しく、変質年代を得られない可能性が高くなります。

3. 6. 断層年代

【質問17】 K-Ar法で断層の活動年代を求めることはできますか？

【回答17】 断層粘土に含まれる自生イライトを分離し、測定できれば、断層の活動年代を得られます。ただし、母岩の種類によっては母岩由来の碎屑性イライトや古い年代の白雲母も含まれています。1試料1フラクション(ある特定の粒径範囲)の鉱物の年代測定では、地質学的に意味のある断層活動年代として扱うことができません。詳細は例えば、田村・佐藤(2013)を参照してください。

【質問18】 断層の活動年代を求める時の測定対象鉱物は何ですか？

【回答18】 K含有量が高いイライト、イライト/スメクタイト混合層鉱物、シュードタキライトがあります。また、結晶構造内でのKの保持力に対して慎重な評価は必要ではあるものの、スメクタイトも測定対象になる場合がある(中田ほか, 2019)。

【質問19】 K-Ar法で断層の活動年代を求めた研究例はありますか？

【回答19】 中央構造線(MTL)で成果を出したのがKubota *et al.* (2020)の論文です。海外ではもっと盛んに同様な方法が用いられていて、例えば、韓国ではSong *et al.* (2014)、ベトナムではBac *et al.* (2017)があります。

3. 7. 堆積年代

【質問20】堆積岩を対象として K-Ar 法を適用することは可能ですか？

【回答20】K-Ar 法は、堆積年代の算出を目的とした測定には適していません。起源の異なる岩石、岩片や鉱物片からなる堆積岩ではそれぞれ異なる年代を持っていることが予想され、求められた年代値に地質学的な意味を持たせることができなくなります。ただし、凝灰岩などのような火山活動に伴って新たに形成された岩石あるいは鉱物を対象とすることができるような試料であれば有用と考えられます (例えば, Katoh *et al.*, 2016)。K-Ar 法により求められる年代は岩石の形成年代を示しますが、地質学的背景をもとにその年代以降に堆積したとみなすことができれば、堆積年代の上限あるいは下限を決める一つの方法として利用できる可能性はあります。

4. おわりに

2025年9月9日、アメリカのIT大手グーグルは、利用者の問いかけに対して生成AIが効率的に回答する無料検索サービス「AIモード」を日本語でも開始しました。近年は質問を投げかければ、何でも教えてくれる便利な時代になりました。今回の K-Ar 業務に関する質問も AI でそれなりの回答が得られることを確認しています。それでは業務の問い合わせ時の質問は少なくなるのでしょうか。いや、依頼者の方は事前に生成AIでしっかり学習したうえで、更なる疑問点を我々に投げかけてくるでしょう。生成AIの回答にはなかなか反映されない今まで測定してきた実績や経験の部分を皆様にお伝えしていけるように日々精進していきたいと思えます。

謝辞

本稿は編集委員の竹下浩征博士に校閲していただいたことで改善されました。ここに記して心より感謝申し上げます。

引用文献

Bac, B. H., Thanh, N. X., Hung, K. T., Golonka, J., Dung, N. T., Song, Y., Itaya, T. and Yagi, K. (2017) Episodes of brittle

deformation within the Dien Bien Phu Fault zone, Vietnam: Evidence from K-Ar age dating of authigenic illite. *Tectonophysics*, **695**, 53–63.

板谷徹丸 (2024) 蒜山研物語 . 地学雑誌, **133**, N1–16 (地学ニュース回顧録 No. 20).

板谷徹丸・長尾敬介 (1988) 100 万年より若い火山岩の K-Ar 年代測定 . 地質学論集, no. 29, 143–161.

Katoh, S., Beyene, Y., Itaya, T., Hyodo, H., Hyodo, M., Yagi, K., Gouzu, C., WoldeGabriel, G., Hart, W.K., Ambrose, S.H., Nakaya, H., Bernor, R.L., Boisserie, J.-R., Bibi, F., Saegusa, H., Sasaki, T., Sano, K., Asfaw, B. and Suwa, G. (2016) New geological and palaeontological age constraint for the gorilla–human lineage split. *Nature*, **530**, 215–218.

Kubota, Y., Takeshita, T., Yagi, K., and Itaya, T. (2020) Kinematic analyses and radiometric dating of the large – scale paleogene two – phase faulting along the median tectonic line, Southwest Japan. *Tectonics*, **39**, 1–29 (e2018TC005372. <https://doi.org/10.1029/2018TC005372>).

中田英二・湯川芽衣・八木公史・板谷徹丸・伊藤雅和 (2019) スメクタイト K-Ar 年代測定の意義 . 日本地質学会第 126 年学術大会講演要旨集, R24–P–1.

Song, Y., Chung, D., Choi, S. – J., Kang, I. – M., Park, C., Itaya, T. and Yi, K. (2014) K-Ar illite dating to constrain multiple events in shallow crustal rocks: Implications for the Late Phanerozoic evolution of NE Asia. *Journal of Asian Earth Sciences*, **95**, 313–322.

竹下浩征 (2006) 蒜山地質年代学研究所 10 年間のあゆみ . 地質技術, 創刊準備号 (no. 0), 1–8.

田村 肇・佐藤佳子 (2013) 断層の K-Ar 年代学 . 地質技術, no. 3, 21–25.

東京電力株式会社 (2012) 福島原子力事故調査報告書, 352p.

八木公史 (2015) 蒜山地質年代学研究所における K-Ar 年代測定の業務を振り返る . 地質技術, no. 5, 165–170.

八木公史・板谷徹丸 (2011) 塩酸処理による主要鉱物の K-Ar 年代への影響 . 地質技術, no. 1, 37–43.

Yuguchi, T., Yagi, K., Sasao, E. and Nishiyama, T. (2021) K-Ar geochronology for hydrothermal K-feldspar within plagioclase in a granitic pluton: constraints on timing and thermal condition for hydrothermal alteration. *Heliyon*, **7**, 1–9 (e06750. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06750>).

2025 年 9 月 9 日受付, 2025 年 9 月 17 日受理 .

Engineering Geology of Japan, No. 15, ‘The special issue of 30th anniversary of Hiruzen Institute for Geology and Chronology’, 99–103 (2025)

A review of commercial K-Ar age dating in Hiruzen Institute for Geology and Chronology: Part 2

Koshi Yagi¹⁾ and Taisei Fujiwara¹⁾

¹⁾ Hiruzen Institute for Geology and Chronology, Co., Ltd., 2-5 Nakashima, Naka-ku, Okayama 703-8252, Japan

© 2025 Hiruzen Institute for Geology and Chronology. All rights reserved.