

短 報

群馬県南東部八王子丘陵周辺に分布する凝灰岩類のフィッシュントラック年代

野村正弘¹・大平寛人²・三田照芳³

¹駿河台大学メディア情報学部:〒357-8555 埼玉県飯能市阿須698
(nomura@surugadai.ac.jp)

²島根大学総合理工学研究科地球資源環境学領域:〒690-8504 島根県松江市西川津町1060

³富岡市立西中学校:〒370-2453 群馬県富岡市宮崎20

要旨: 群馬県南東部の八王子丘陵とその周辺に分布する凝灰岩類5試料について、フィッシュントラック法で年代測定を行った。その結果、これまで絶対年代の報告がなかった馬見岡凝灰岩の年代が明らかとなった。また、藪塚層3試料の年代値はほぼ同様な値を示した。上位に累重するとされている緑町層よりも若い年代を示すことから、緑町層よりも藪塚層が上位に位置することが示唆された。金山溶結凝灰岩の試料からは既報告の年代値よりも古い値が得られたが、 χ^2 検定値が低いため今回は参考値としておく。

キーワード: フィッシュントラック年代, 藪塚層, 馬見岡凝灰岩, 金山溶結凝灰岩

Fission track ages of the tuffs around the Hachioji Hills,
southeast Gunma Prefecture, central Japan.

NOMURA Masahiro¹, OHIRA Hiroto² and MITA Terufusa³

¹Faculty of Media and Information resources, Surugadai University: 698, Azu, Hanno, Saitama 357-8555, Japan
(nomura@surugadai.ac.jp)

²Department of Geoscience, Graduate School of Science and Engineering, Shimane University: 1060, Nishikawazu-machi, Matsue, Shimane 690-8504, Japan

³Tomika city Nishi junior high school: 20, Miyazaki, Tomioka, Gunma 370-2453, Japan

Abstract: Fission track dating of five tuffs distributed along the Hachioji Hills and its surrounding area in the southeastern part of Gunma Prefecture was researched. As a result, the age of the Mamioka Tuff which had never been reported using radiometric age was clarified. The age values of 3 samples of the Yabuzuka Formation were almost similar. It is suggested that the Yabuzuka Formation is over the Midorimachi Formation because it shows the younger age than the Midorimachi Formation, which was reported to be covered the Yabuzuka Formation. The Kanayama Welded Tuff was older than the age value reported so far, but because the χ^2 test value is low, it is a reference value.

Key words: Fission track age, Yabuzuka Formation, Mamioka Tuff, Kanayama Welded Tuff

はじめに

群馬県南東部に位置する八王子丘陵地域には、足尾帯の基盤岩類～新第三系が分布している。地質学的な検討は、河合・山田(1960)、須藤ほか(1976)、高橋ほか(1991b)、飯島・吉川(1994)などがあるが、層位学的相違がみられる。また、一部の海成層(緑町層)から化石が産出するため、年代的な議論が行われている(野村ほか, 2003; 高橋・柳沢, 2003)。一方、馬見岡凝灰岩や新里凝灰岩からも化石が産出することが報告されている(大森ほか, 1976)が、

軟体動物化石は年代幅が大きく、詳細な年代決定には至っていない。そこで、本地域の凝灰岩類について、フィッシュントラック法で年代測定を行ったので報告する。

試 料

馬見岡凝灰岩 MT-1 は、みどり市西鹿田の天神山北方400 mの丘陵崖から採集した。できるだけ異質粒子を含まない軽石質部を選択した。

藪塚層 YF-1 は、太田市藪塚町の藪塚温泉街北東300m

の石切り場跡で採集した乳白色軽石凝灰岩である。藪塚層 YF-2 は、太田市藪塚町の白鬚神社北方 300m の露頭で採集した黄色軽石凝灰岩である。藪塚層 YF-3 は、太田市菅塩町の菅塩沼東方 200m の露頭で、石切り場跡で採集した黄色軽石凝灰岩である。

金山溶結凝灰岩 KW-1 は、桐生市広沢町の初山峠北方 100m の県道 332 号線わきの露頭から採集した灰白色溶結凝灰岩である。これらの採集位置を地質図中に示した (Fig.1)。

フィッシュントラック年代測定

今回のフィッシュントラック年代測定は、ジルコンの結晶内部面を用いた外部ディテクター法 (ED1 法: Gleadow, 1981) で行なった。概要は以下の通りである。

すでに壊変した ^{238}U 量 (自発トラック密度), もともとジルコン中に存在した ^{238}U 量 (誘発トラック密度), 照射された中性子線量 (標準ガラスに貼り付けたマイカディテ

クターに転写されたトラック密度), 壊変定数から年代を算出する。しかし, 中性子線量の絶対測定の難しさ, 自発核分裂壊変定数が不統一等の問題を回避し, より精度の高い年代を求めるため, 年代標準試料を使用した相対較正法 (ゼータ較正法) が推奨されており (IUGS 勧告; Hurford, 1990a,b), 今回もこの方法を用いた。ゼータ較正法は, 年代既知の標準試料を同一照射場で照射することによりゼータ定数を求め, この定数をもとに年代を計算するものであり, その年代式は以下で表される。

$$T = \frac{1}{\lambda_d} \cdot \ln \left(1 + \lambda_d \cdot \zeta \frac{\rho_s}{\rho_i} \cdot \rho_d \right)$$

ここで, T : 年代値, λ_d : ^{238}U の全壊変定数, ρ_s / ρ_i : 自発トラック密度 / 誘発トラック密度比, ρ_d : 線量ガラスの誘発トラック密度, g : ジオメトリックファクター (結晶外部面の場合は 1, 研磨面 [本測定] の場合は 0.5) である。

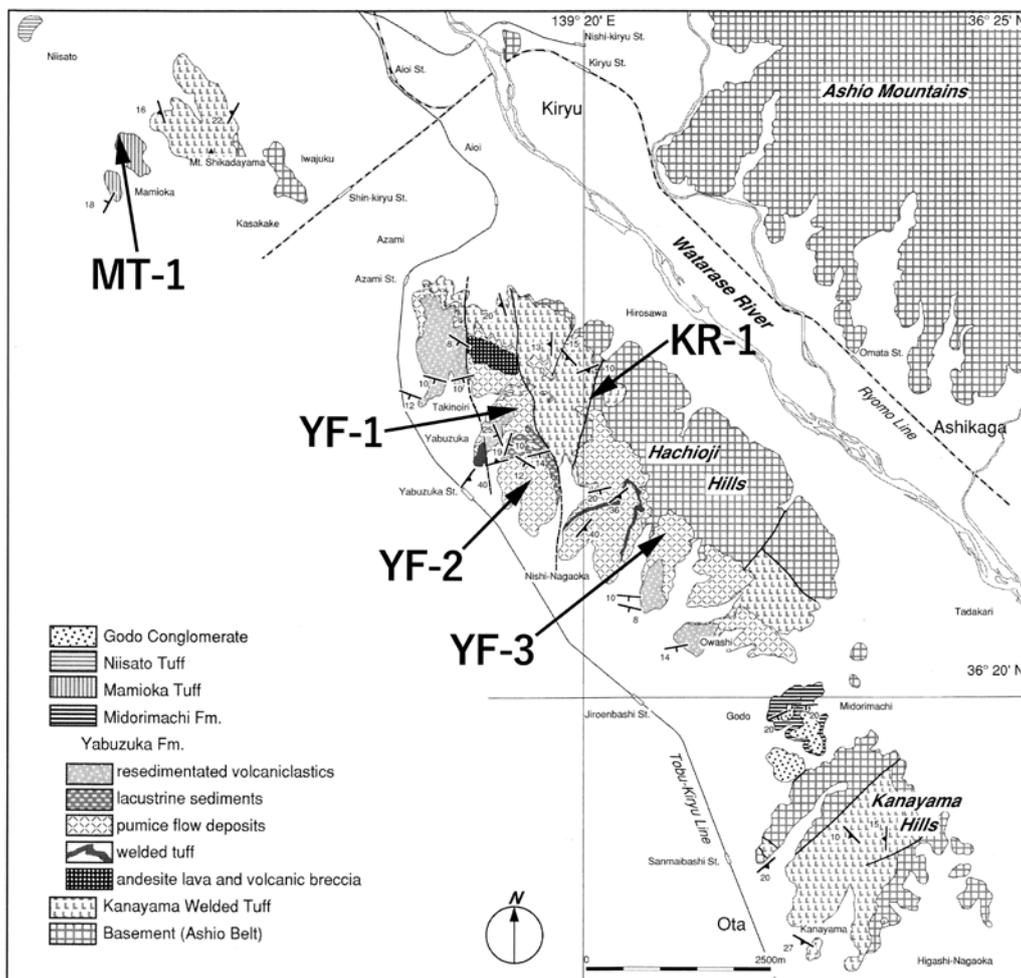


Fig. 1. Sampling points for Fission Track analysis, modified from Takahashi and Yanagisawa (2003).

$$\zeta = \frac{\exp(\lambda d \cdot T_{\text{std}}) - 1}{\lambda d (\rho_s / \rho_i)_{\text{std}} \cdot \rho d}$$

ここで、 T_{std} ：標準試料の既知年代値、 $(\rho_s / \rho_i)_{\text{std}}$ ：標準試料の自発トラック密度／誘発トラック密度比である。一般に較正定数 ζ は、年代既知の標準試料について、同一の環境下において実験・計測を繰り返し行うことにより決定される。今回 ζ 値として 367.9 ± 4.1 を使用し、上記の年代式にもとづいて年代測定を行った。

鉱物抽出

試料をジョウクラッシャーで粉碎したのち、流水下でふるいを用いて $63\mu\text{m} \sim 250\mu\text{m}$ の粒子を回収した。パンニングによって軽鉱物を廃棄し、重鉱物粒子を濃集した。常温乾燥後、プロモホルム（比重2.78）により比重分離を行った。アイソダイナミックセパレータで磁性鉱物を除去し、再度重液分離を行ない非磁性・重鉱物のみを回収した。この後不純物除去のため46% HF（100℃）で24時間処理し、ジルコンのみを回収した。

エッチングと照射

ジルコンをPFAテフロン樹脂に埋め込み、ダイヤモンドペースト（ $3\mu\text{m}$ および $1\mu\text{m}$ ）にて研磨した。完全な 4π 面を得るために、ジルコン内部の包有物を基準に、深度をチェックしながら研磨した。その後KOH-NaOH共融体（225℃）で52～56時間エッチングを行なった。アルカリを塩酸で完全に中和し、外部検出材である清浄な白雲母を試料に密着させ、線量ガラス（NIST-SRM612）とともにカプセルに詰め照射試料とした。中性子照射は、京都大学原子炉実験所のTc-Pn照射管にて50分間おこなった。放射能が十分に冷却した後、試料に貼り付けてあった白雲母および線量ガラスに貼り付けてあった白雲母を、46% HF（25℃）で12分間および50分間エッチングした。

トラックの計数

トラックの計数は生物顕微鏡 Nikon オプチフォトに対物100倍ドライ・接眼10倍を装着し、総合倍率1,000倍で行った。いずれの試料もエッチング後の結晶表面状態の良好な粒子、すなわちトラックが明瞭に出現しており、トラックのエッチピットが鮮明な粒子について計測を行った。

年代測定結果

表1に年代測定結果を示した。以下に、測定結果につい

て簡単に述べる。

馬見岡凝灰岩 MT-1

除外した粒子はなく36粒子を測定し、 $10.8 \pm 0.3\text{Ma}$ （誤差 1σ ）の年代が得られた。P (χ^2) %の値が5%よりも大きければ問題はないとされるが、今回の測定結果は11.2%であり、まともの良い年代値であることを示している。得られた年代値はこの凝灰岩の噴出年代と考えられる。

藪塚層 YF-1

35粒子中の明らかに古い年代を示す1粒子を除き、得られた年代値は $15.1 \pm 0.6\text{Ma}$ （誤差 1σ ）である。P (χ^2) %の値は29.3%であり、まともの良い年代値であることを示している。得られた年代値はこの凝灰岩の噴出年代と考えられる。

藪塚層 YF-2

49粒子中の明らかに古い年代を示す1粒子を除き、得られた年代値は $15.3 \pm 0.5\text{Ma}$ （誤差 1σ ）である。P (χ^2) %の値は21.5%であり、まともの良い年代値であることを示している。得られた年代値はこの凝灰岩の噴出年代と考えられる。

藪塚層 YF-3

23粒子中の明らかに古い年代を示す3粒子を除き、得られた年代値は $15.4 \pm 0.6\text{Ma}$ （誤差 1σ ）である。P (χ^2) %の値は81.59%であり、非常にまともの良い年代値であることを示している。得られた年代値はこの凝灰岩の噴出年代と考えられる。

金山溶結凝灰岩 KW-1

除外した粒子はなく30粒子を測定し、 $60.3 \pm 2.0\text{Ma}$ （誤差 1σ ）の年代が得られた。P (χ^2) %の値が2.5%と5%よりも小さな値となった。これは、何らかの非ポアソン変動の要因が存在する可能性を示している。この要因としては、ジルコン結晶中のUの不均質性などが考えられる。

考 察

馬見岡凝灰岩 MT-1 の年代について

福島県東棚倉地域の久保田層中部最下部に挟在するKt-1凝灰岩について、ジルコンのフィッシュントラック年代 $10.7 \pm 0.2\text{Ma}$ と黒雲母のK-Ar年代 $10.6 \pm 0.2\text{Ma}$ が報告されている（Takahashi et al., 2001a）。また、Takahashi

Table 1. Fission Track analytical data of Zircon, ρ = track density; N = Total number of tracks counted; Subscripts: s for spontaneous, i for induced and d for dosimeter; $P(\chi^2)$ = probability of obtaining χ^2 value for ν degree of freedom [where $\nu = \text{No. crystals} - 1$] (Galbraith, 1981).

Sample Name	No. Crys.	No. Crys. rejected	ρ_s (Ns) ($\times 10^6/\text{cm}^2$)	ρ_i (χ^2) ($\times 10^6/\text{cm}^2$)	$P(\chi^2)$ (%)	ρ_d (Nd) ($\times 10^5/\text{cm}^2$)	U (ppm)	Age (Ma) [$\pm 1\sigma$]
MT-1	36	0	1.078 (1769)	3.022 (4959)	11.2	1.6405 (6501)	225	10.8 \pm 0.3
YF-1	35	1	1.005 (1313)	2.129 (2783)	29.3	1.740 (6895)	161.7	15.1 \pm 0.6
YF-2	49	1	1.039 (1961)	2.195 (4242)	21.5	1.766 (6979)	158.5	15.3 \pm 0.5
YF-3	23	3	1.600 (627)	3.314 (1299)	81.59	1.6854 (6679)	259	15.4 \pm 0.6
KW-1	30	0	6.473 (4000)	3.416 (2111)	2.5	1.741 (6901)	254	60.3 \pm 2.0

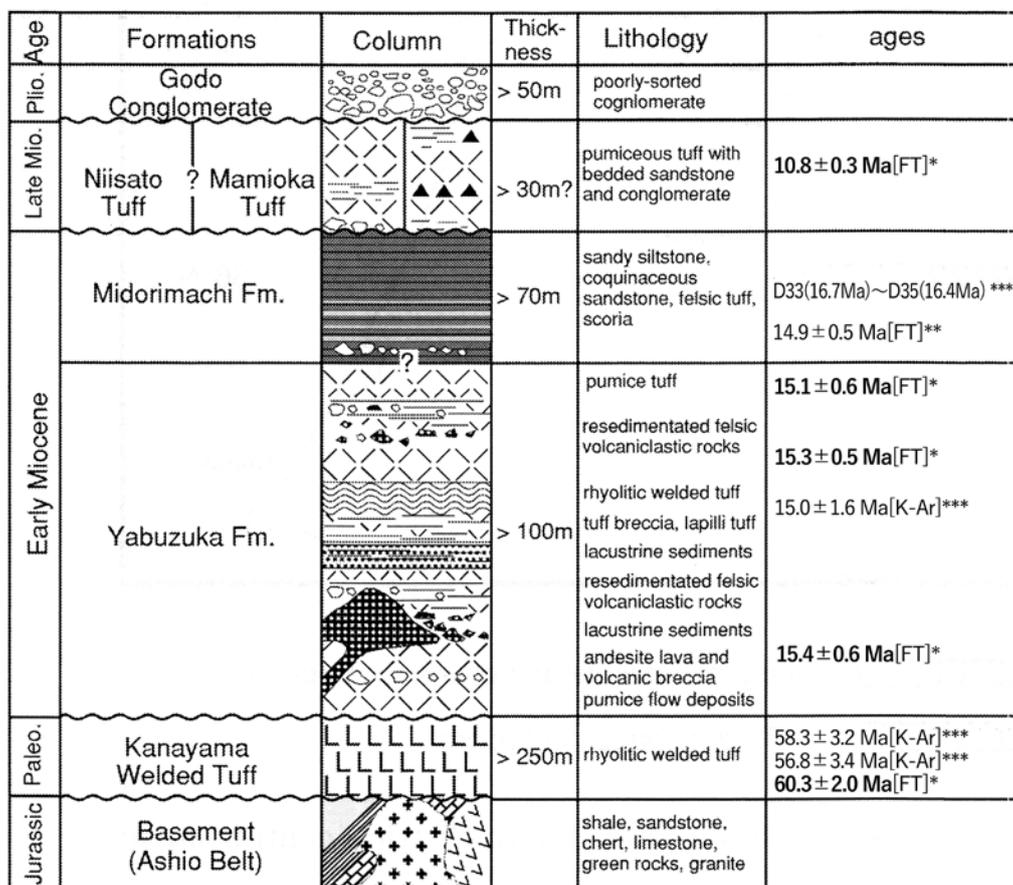
et al. (2001b) は、同層上部の凝灰岩 Kt-7 について、ジルコンのフィッシュトラック年代 10.6 ± 0.3 Ma を報告している。栃木県烏山地域の大金層と田野倉層の境界に挟在する Og61 凝灰岩について、 10.2 ± 0.2 Ma の黒雲母 K-Ar 年代が報告されている (高橋, 1998)。群馬県みなかみ地域の三峰山層上部の黒雲母 K-Ar 年代が 10.5 ± 0.5 Ma と報告されている (高橋ほか, 1991a)。また、糟谷・高橋 (1988) は三峰山層中～上部のフィッシュトラック年代を 10.8

± 0.7 , 11.3 ± 0.7 Ma と報告している。

以上のことから、 10.8 ± 0.3 Ma の年代を示す馬見岡凝灰岩は、久保田層中部、田野倉層、三峰山層中～上部に年代対比することができる。

藪塚層 YF-1, YF-2, YF-3 の年代について

藪塚層から採集した 3 試料は層位的に異なるが、近接した年代値が得られた。これは、藪塚層が比較的短時間で



* This study, ** Nomura et al.(2003), *** Takahashi et al. (1991b), **** Takahashi and Yanagisawa (2003)

Fig.2. Stratigraphy and Radiometric ages of the Hachioji hill area, modified from Takahashi and Yanagisawa (2003).

形成されたことを意味する。高橋ほか (1991b) は、K-Ar 法で同層中溶結凝灰岩から $15.0 \pm 1.6\text{Ma}$ を報告している。この値とは誤差の範囲でよく一致する。

富岡地域の塩畑堂凝灰岩 $15.5 \pm 0.8\text{Ma}$ (野村・大平, 2002), 比企丘陵地域の T-3 凝灰岩 $15.0 \pm 0.7\text{Ma}$ (高橋・柳沢, 2004), 房総半島鴨川地域の Kn-3 凝灰岩 $15.0 \pm 0.5\text{Ma}$ (Takahashi and Danhara, 1997) に年代対比することができる。

高橋・柳沢 (2003) は藪塚層の上位に累重する緑町層の珪藻化石の分析から、Yanagisawa and Akiba (1998) の NPD3A 帯上部 D33 (16.7Ma) と D35 (16.4Ma) の間とした。今回の年代値は 15.1 ± 0.6 , 15.3 ± 0.5 , $15.4 \pm 0.6\text{Ma}$ であり、誤差を考慮しても矛盾する。また、高橋ほか (1991b) は、藪塚層中の溶結凝灰岩年代 $15.0 \pm 1.6\text{Ma}$ を、誤差が大きく珪藻年代と重なるため年代に基づいて層位関係を明確にできないとした。

今回の年代値はすべて、緑町層の珪藻化石年代よりも若い年代を示し、かつ誤差の範囲でも重ならない。よって、藪塚層と緑町層の層位関係については、さらに検討する可能性が示唆される。

金山溶結凝灰岩 KW-1 の年代について

前述のように P (χ^2) % の値が 2.5% と低いため参考値ではあるが、高橋ほか (1991b) が報告した 1 試料の K-Ar 年代 $58.3 \pm 3.2\text{Ma}$ とは誤差の範囲で重なる。しかし、もう 1 試料の年代 $56.8 \pm 3.4\text{Ma}$ とは誤差の範囲でも重ならず、本研究の方が古い値をとる。この原因は不明であるが、資料数を増し正確な年代値を求めて行く必要がある。

まとめ

1. これまで不明であった馬見岡凝灰岩の年代が $10.8 \pm 0.3\text{Ma}$ を示すことが明らかとなった。東棚倉地域の Kt-1 凝灰岩および Kt-7 凝灰岩、烏山地域の Og61 凝灰岩、水上地域の三峰山層中～上部に年代対比することができる。

2. 藪塚層 3 点の年代値は、既報告の同層中溶結凝灰岩の K-Ar 年代とよく一致する。富岡地域の塩畑堂凝灰岩が狭在する原田篠層、比企丘陵地域の T-3 凝灰岩が狭在する荒川層、房総半島鴨川地域の Kn-3 凝灰岩が狭在する木の根層に対比することができる。しかし、高橋・柳沢 (2003) が藪塚層の上位に累重するとした緑町層の珪藻化石年代よりも若い年代を示す。藪塚層と緑町層の層序関係をさらに検討する必要性を示唆している。

3. 金山溶結凝灰岩の年代値はこれまで報告されている K-Ar 年代値の古いほうの数値は誤差の範囲で重なるが、若いほうの数値とは重ならない。今回は参考値とするが、さらなる検討が必要である。

謝 辞

馬見岡凝灰岩の採集にご協力いただいた飯島静男氏、査読にて有益なご指摘をいただいた産業技術総合研究所の高橋雅紀博士には、記して感謝申し上げます。

引用文献

- Galbraith R. F. (1981): On statistical models for fission track counts. *Mathematical Geology*, 13: 471-478.
- Gleadow, A. J. W. (1981): Fission-track dating methods: what are the alternative?. *Nucl. Tracks.*, 5: 3-14
- Hurfurd, A. J. (1990a): Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by the Fission Track Working Group of the I.U.G. S. Subcommission on Geochronology. *Chem. Geol.*, 80: 171-178.
- Hurfurd, A. J. (1990b): International Union of Geological Sciences Subcommission on Geochronology recommendation for the standardization of fission track dating calibration and data reporting. *Nucl. Tracks Radiat. Meas.*, 17: 233-236.
- 飯島静男・吉川和男 (1994): 藪塚温泉の温泉地質。群馬県温泉協会学術調査研究報告書, 温泉科学, 財団法人群馬県温泉協会, 1-12.
- 糟谷正雄・高橋雅紀 (1988): 群馬県北部月夜野町地域, 中新世凝灰岩の放射年代. *地質雑*, 94: 129-132.
- 河合興三・山田 博 (1960): 群馬県太田・大間々地域の第三系と後期中新世における関東西北部の古地理について. *石技誌*, 25: 10-18.
- 野村正弘・大平寛人 (2002): 群馬県富岡層群中に狭在する中新世原田篠・塩畑堂凝灰岩のフィッシュントラック年代. 群馬県立自然史博物館研究報告, (6): 75-80.
- 野村正弘・石川博行・金子 稔・大平寛人・松丸国照 (2003): 群馬県太田市金山丘陵の中新統から *Miogypsina* の発見とそのフィッシュントラック年代. *地質雑*, 109: 611-614.
- 大森昌衛・中島啓治・田中宏之 (1976): 群馬県東南部の馬見岡凝灰岩から新しく発見された軟体動物化石の古地理学的意義について. *地球科学*, 30: 251-256.
- 須藤定久・田島順子・木崎喜雄 (1976): 群馬県太田一大間々地域の第三紀火砕岩類. *地質学論集*, (13): 241-249.
- 高橋雅紀 (1998): 栃木県烏山地域に分布する中新世荒川層群の複合層序学的研究 (1). 石油技術協会 平成10年度春期講演会要旨集, 48.
- 高橋雅紀・齋藤和男・梅津浩之 (1991a): 群馬県北部水上地域に分布する中新統の地質と年代. *地球科学*, 45: 435-452.
- 高橋雅紀・大友育也・齋藤和男 (1991b): 群馬県金山地域に分布する溶結凝灰岩の K-Ar 年代. *地調月報*, 42: 167-173.
- Takahashi, M. and Danhara, T. (1997): Fission track age of Miocene Kn-3 tuff in central Japan; towards better age-control on magneto-biostratigraphic time scale. *Jour. Geomag. Geoelectr.*, 49: 89-99.
- Takahashi, M., Hayashi, H., Danhara, T., Iwano, H. and Okada, T. (2001a): K-Ar and fission track ages of the Kt-1 Tuff in the Miocene marine

sequence in the Tanagura area, Northeast Japan. *Japan Assoc. Petrol. Technol.*, 66: 311-318.

Takahashi, M., Iwano, H., Yanagisawa, Y. and Hayashi, H. (2001b): Fission track age of the Kt-7 Tuff in the Miocene Kubota Formation in the eastern Tanagura area, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 52: 291-301.

高橋雅紀・柳沢幸夫(2003): 群馬県太田地域, 金山丘陵に分布する海成中新統の珪藻化石層準. 地質雑, 109: 648-660.

高橋雅紀・柳沢幸夫(2004): 埼玉県比企丘陵に分布する中新統の層序—複合年代層序に基づく岩相層序の総括—. 地質雑, 110: 290-308.

Yanagisawa, Y. and Akiba, F., (1998): Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 104: 395-414.