

Dating (同位元素年令測定) とくにわが国の場合

その3~4億年問題~

野 沢 保

① “4億年” dating が提起した新しい問題

これは新しい問題である。これまで dating はおもに地質学ですでに問題になっている問題について利用されてきた。飛騨変成岩 領家・阿武隈変成岩 三波川結晶片岩のように その変成時代が論争されているものや あるいは 多くの白亜紀花崗岩類のように 貫入時代が推定されているものについて 年令が測定されてきた。

ところが 最近 dating でおもしろい問題がおきた。それは 4億年前後の年令を示す変成岩と深成岩が 日本列島の数ヶ所で見出されたことである。日本列島では 4億年のむかしという 大きな造山運動の初頭と考えられ 深成作用や変成作用は まったく予想されていない時代であった。

“4億年岩石”は 日本列島の歴史のなかで 地質学がこれまであまり関心をはらわなかった部分について dating が提起した新しい問題である。

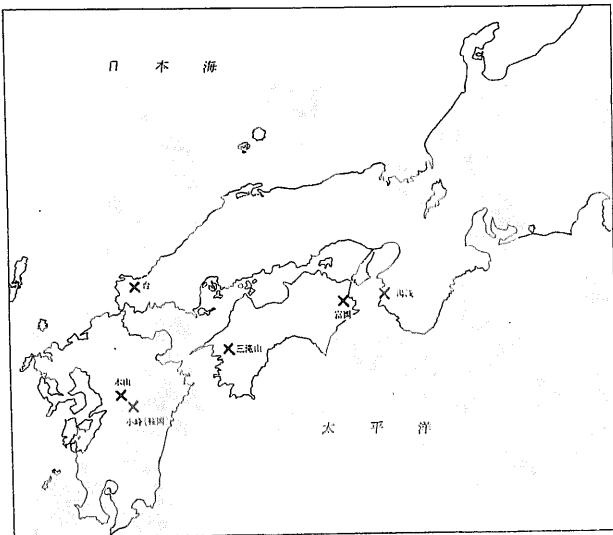
まずデータをあげよう。

② “4億年岩石” とその dating

(a-1) 木山 変成岩 : Miller et al. 1963

産地: 熊本県上益城郡益城町木山

地質: 下部白亜紀御船層群におおわれる孤立岩体。 glaucophane schist facies および epidote amphibolite facies に属する。 三波川結晶片岩の延長と考える人



第1図 4億年岩石の分布

もいた

試料: 泥質片岩 (白雲母緑泥石曹長石柘榴石石英片岩) のなかの白雲母

dating: K-A 法

試料番号	K ₂ O %	大気アルゴン混入率%	年令10 ⁶ 年
SB 61012718	6.50	20.2	308±23
	6.50	4.3	333±24
SB 61012722	6.11	9.4	337±25
	6.11	0.4	297±22

(a-2) 木山 変成岩 : 早瀬その他 1967

産地: 地質 試料は a-1 に同じ

dating: Rb-Sr 法

年令 429.10⁶年

〔注〕

K-A 法では 平均344m.y.(10年)になり Rb-Sr 法の 429m.y. とかなりくいちがう 理由はたしかでないが K-A年令は 他の方にくらべて 一般に若い年令が測定される傾向があるので 本稿では Rb-Sr年令も考慮して“4億年岩石”としてとりあつかう

(b) 美禰市産花崗岩質岩石: 河野その他. 1966

産地: 山口県豊浦郡豊田町西市台

地質: 下部~中部二疊紀台層群 および上部三疊紀美禰層群 と断層で接する蛇紋岩があり その中の包有岩状の塊状岩体 ほぼ 長門構造帯の北端にあたる

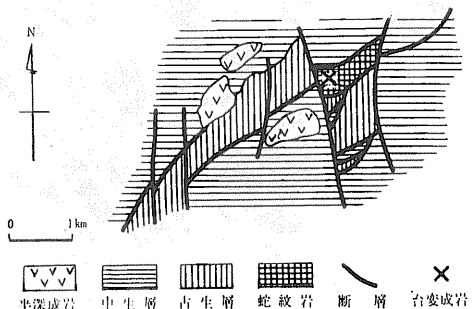
試料: 片麻状含柘榴石白雲母花崗閃緑岩のなかの白雲母

dating: K-A 法

試料番号	K ₂ O %	空気補正值%	年令 10 ⁶ 年
197	5.82	2.13	424

〔注〕

(i) 早瀬一氏の私信によると Rb-Sr 法でも 本岩は



第2図 台変成岩付近地質図 (原河野など 1966 を簡略化した)

ほぼ4億年になるそうである

- (ii) 原著者は 本岩を變成岩と考えないで 破碎されて片麻状になった花崗岩と考えている 筆者の寸見では本岩は片麻岩であって 広域變成岩と考える方が妥当のように思われる
なお 本岩を變成岩と考えると“台變成岩”に相当するものであろう

(c) 黒瀬川構造帯の深成岩類

- (i) 小峯花崗岩：河野その他 1965

産地：熊本県上益城郡清和村小峯

地質：？ 産地は宮崎県境に近く 鞍岡に隣接する

試料：中粒紫蘇輝石一角閃石-黒雲母石英閃緑岩の

なかの黒雲母

dating：K-A 法

試料番号	K ₂ O %	空気補正值%	年令10 ⁶ 年
G-362	2.78	2.57	372

- (ii) 三滝火成岩：早瀬 1967

産地：愛媛県東宇和郡川町三滝山

地質：黒瀬川構造帯のなかに 断層ではさみこまれる

試料：花崗岩のなかの黒雲母

dating：Rb-Sr 法

年令：419 10⁶年

- (iii) 三滝火成岩：早瀬 1967

産地：徳島県阿南市富岡

地質 (ii) に同じ

試料：花崗岩のなかの黒雲母

dating：Rb-Sr 法

年令：412 10⁶年

[注]

早瀬——氏の私信によると 同じく黒瀬川構造帯の三滝火成岩と考えられる湯浅(和歌山県有田郡湯浅町)岩体もほぼ4億年の Rb-Sr 年令を示すという

- (d) 飛驒變成帯の變成岩および花崗岩

飛驒變成帯の岩石については 木山や台の場合とちがっ

て 事情はいくらか複雑である

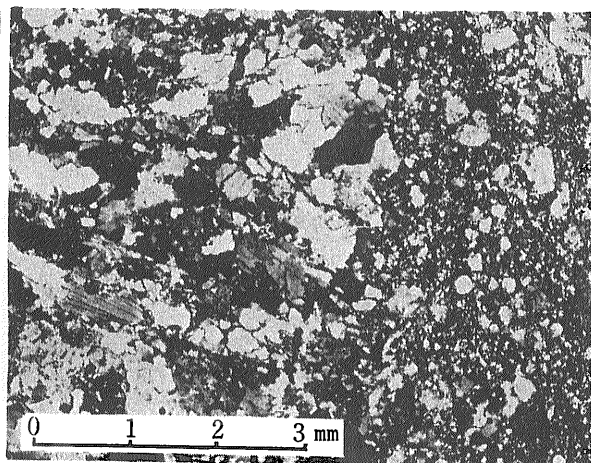
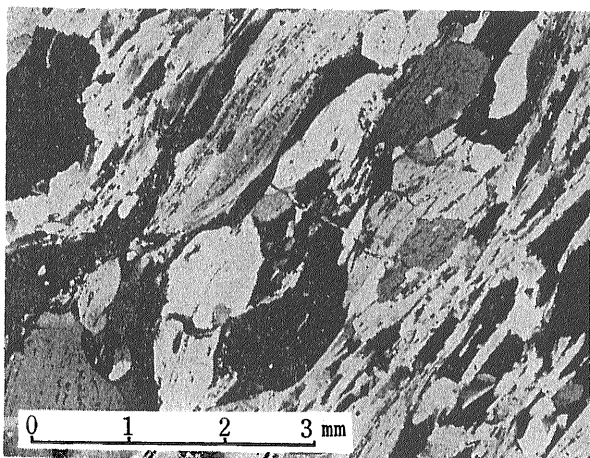
K-A 法では 大本(1964)が角閃石を試料として 350~190m.y.を測定した しかし その他の測定は 黒雲母 白雲母 微斜長石あるいは全岩を試料とするいずれの場合も 日英米各国の5カ所の機関で20個余りの測定が ほとんど180m.y.前後に集中している

Rb-Sr 法では 山口(1967)の isochron age でほぼ 500 m.y. 佐藤など(1967)の黒雲母や全岩を試料とした 1200~600m.y. の測定がある しかし その他は 早瀬(1967)のように K-A 法の場合と同じく 200~180m.y.に集中している 山口はこの 500m.y.は “材料の都合で誤差大きく信頼度はきわめて低い” とのべ 別の地点の試料では 180~200m.y. の Rb-Sr 年令を測定している Pb 法では 山口(1967)によると U²³⁸-Pb²⁰⁶ U²³⁵-Pb²⁰⁷ Pb²⁰⁷-Pb²⁰⁶ 法で detrital zircon を試料として 1500m.y. より古いという測定値から 250m.y. までにわたって数値が分布する

このように 飛驒變成帯の變成岩と深成岩については 4億年に相当する岩石が必ずしもたしかでない 變成岩原岩の堆積物供給源の年令を測定しているかもしれないという問題もふくめて データを整理しなくてはならない 現在 Rb-Sr 法を中心に 集中的な dating がすすめられようとしているので その結果をまつことにして 本稿では一応ふれないでおくことにする

≒4億年岩石の地質学的性質については 次のようにとりまとめることができる。

- (i) いずれも小岩体で 木山變成岩をのぞくと すべて地質学的に既知の著しい構造線にそって分布する
- (ii) 木山變成岩が一部で中生層におおわれ 小峯花崗岩が第四紀層中に孤立している他は すべて 周囲の中古生層とうまくつづかない 知られているかぎりの接触部では “4億年岩石”は 周囲の中古生層と断層関係にあるか あるいは断層関係にある蛇紋岩中の包有岩塊である “4億年岩石”は 木山をのぞくと いずれも周囲の中古生層より下の方からずっと若い時代の構造運動にもなつてもちあげられてきたものらしい



第3図 木山 および 台 變成岩の顕微鏡写真

a. 木山 柎榴石白雲母曹長石石英片岩

(TN 66030701 +ニコール)

b. 台 白雲母斜長石石英片麻岩

(TN 67041807 +ニコール)

写真の右半分はミクロナイト化している

(iii) 変成岩は およそ 100km ほどへたった 2 地点でありながら 白雲母榴石~石英~長石という組み合わせでごくわずかに色のついた黒雲母を少量ふくむ点や比較的粒度の高い点なども共通している
地表では 付近に対応する岩石は見出されていない

③ “4 億年の地史学”

まず 地質年代表で “4 億年” をさがしてみよう (第一表). 表では 405m.y. がシルル紀とデボン紀の境になっている. これは おおよその目安になる. それでは シルル・デボン紀のころ 地球の様子はどんなだったのだろうか.

少し古いのが Stille が世界の造山期をまとめた有名な図をながめてみよう (第 4 図). この図では 4 億年はカレドニア造山運動の終末期にあたる. カレドニア造山運動というのは古生代以後の最初の主要な造山運動でカンブリア紀のはじめからデボン紀までつづくとして

いる. シルル紀以前の含化石地層のない日本ではカ

レドニア造山運動は考えられていなかった.

ところで この Stille の “造山運動が 汎世界的な規模で せまい時期の間に 同時におこる” という法則は現在でも権威を失っていないけれども いろいろ批判もあり どうも Stille のいうほど 汎世界的に厳密になりたないらしい.

同位元素年令で考えてみよう. Gastil (1960) の火成岩・変成岩の年代分布図 (第 5 図) をながめてみるとそれらの年代分布は 必ずしも Stille の表の造山期区分とはあわない. アルプス造山運動に対応する分布の山と アルプス造山運動とバリスカン造山運動の境目に対応する谷は 年令分布によく出ている. その一方 バリスカン造山運動とカレドニアン造山運動の境目に対応する谷は弱く しかもその谷は オルドビス紀あたりまでさかのぼりそうである.

造山運動の同時性が厳密になりたない可能性がある

のなら まず 個々の地域で 造山運動の歴史は考えられなくてはならない. それなら 日本列島の場合 どう考えられているのだろうか.

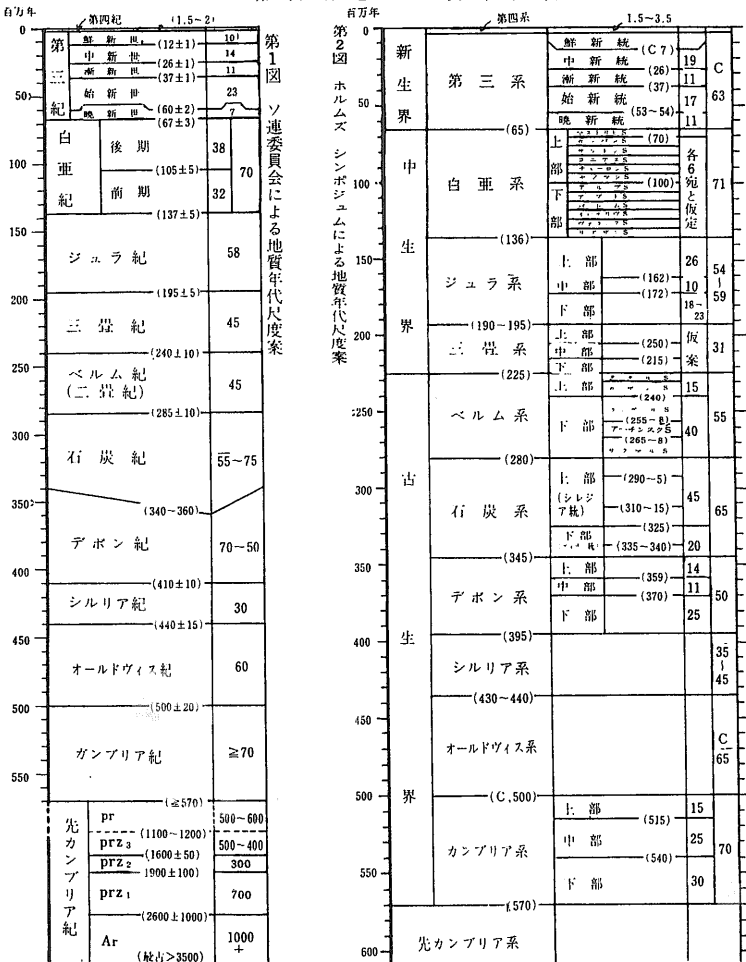
④ 日本列島のあたり 4 億年のむかし

4 億年前の 日本列島がどうなっていたか 地質学の諸権威たちもあまり多くを語っていない. 手がかりになる地質学的事実があまりに少ないからである.

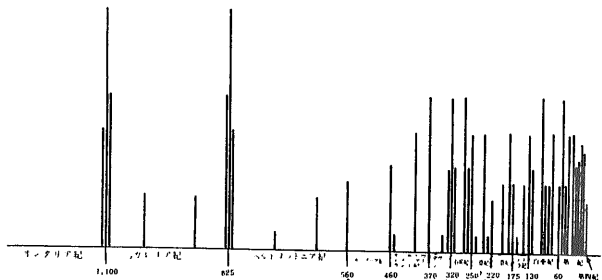
湊・井尻 (1966) は そのころを “安定な大陸をおおう浅い海 薄い地層の堆積” の時代とし “いまをさる 4 億2500万年まえ … 日本 の 背後には 日本海をうずめてひろい大陸が横たわり 現在の日本の位置には 美しいサンゴ礁でくまどられた浅い内海がひろがっていたことが化石や地層の証拠から知られている” という. そしてこの薄い堆積物は 次にはじまる日本のバリスカン造山運動——“安倍族造山” のまえぶれと考えられている.

山下 (1957) は Stille にこだわることなく 日本列島では 二疊紀から三疊紀を中心に著しく盛んな造山運動のあったことに注目して “本州

第 1 表 最近の地質年代表



(松本・1965より)



第4図 おもな造山運動の時期 (H.Stille による)

造山”という名称をつけ そのはじめをシルル紀としている(第2表).

小林(1948)は 日本列島のもっとも古い造山運動において形成される地向斜を“秩父地向斜”とよんだ.

秩父地向斜は 次のように位置づけられている.

「秩父地向斜誕生……オールドビス紀?

地向斜誕生堆積輪廻?

?

(現在判明せる最古の地層) 川内統……ゴトランド紀
(シルル紀に相当)

地向斜内火山活動の頂点……デボン紀

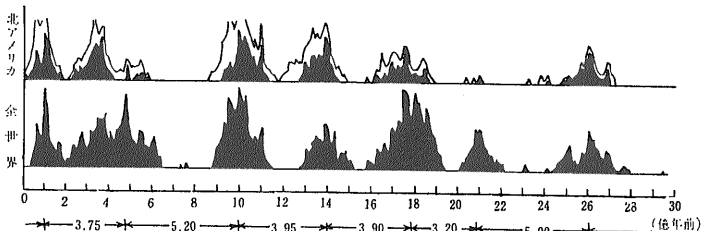
.....」

小林はシルル紀よりいくらか古く地向斜誕生の可能性を考えているようである.

いずれにせよ 4億年のころが 日本列島の古生代以後の主要な造山運動の初頭にあたるという見解は 共通している.

ところで 私たちの造山運動についての教科書的な知識では 地向斜の初頭に 地下深所で 広域変成作用がおきたとは考えにくい. 広域変成作用は 造山運動の中心 造山期あるいはそれにつづく後の時期なら理解しやすいような気がする(第6図). もちろん 教科書的な知識にこだわることはない. いまは 合理的に事実が説明され 問題の発展の道すじがきりひらかれればよい.

ちょっと 目先をかえて考えてみよう. 日本列島には シルル紀層以前には直ちに先古生代の基盤岩類があったと考える立場をとってみよう. 先古生代の基盤岩類が 4億年のころに火成岩の進入をうけて再変成作用を経過したのではないだろうか. たしかに 日本のシルル紀層には火山岩がふくまれている. しかし 接触



第5図 火成岩と変成岩の年代分布 (Gastil,1960による)

変成作用とすると 白雲母を主として 黒雲母がほとんどなくてしかも柘榴石をふくむ変成岩ばかりで 高温型の組み合わせの見出されないことや 広域にわたって4億年岩石は数カ所で見出されるのに 接触変成作用をうけないものとの基盤年令を示す岩石が まったく見出されない点などは どうも説明しにくい.

日本列島では 現在 もっとも古い化石をもつ地層はシルル紀であるが すぐ近くの朝鮮半島までカンブリア・オールドビス紀層が分布している. 日本列島でも 現在みられる中上部古生層の下にカンブリア・オールドビス紀層があり カレドニア造山運動を記録し その一部の深成岩や変成岩が上昇して“4億年岩石”になっているとは考えられないだろうか. しかし もしそうなら変成岩より上部にあったはずの未変成のカンブリア・オールドビス紀層が見出されないのはどうしたわけだろうか. 深層試錐をやれば つきあたるのだろうか.

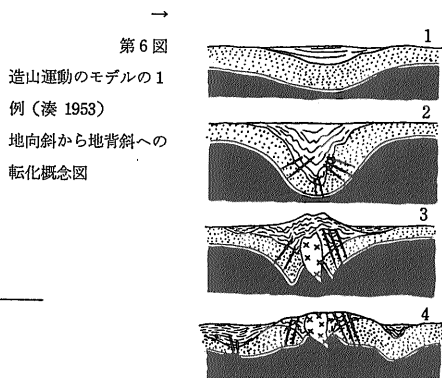
こうしたわけで “4億年問題”は 頭の中で既存の知識をひねっていても ちょっと 手づまりの感がある. しかし あきらめることはない. “立ちどまり”はあるものである. こういう時に思い切った仮設が生まれる.

世界の火成岩・変成岩の年代分布(第5図)をもう一度ながめよう. 世界には 4億年岩石は少なくない. 最近の中国の文献でも 3~4億年の岩石は少なくない. パリスカン造山運動を古生代以後の日本の主要な造山運動とする考え方をもう少し自由に発展させると “4億年岩石”をふくませることができるかもしれない.

何しろ まだデータは少ない. どの可能性もすてきれるものではない.

⑤ “4億年岩石”のこれから

4億年岩石は 現在の少数例では 何ともいえない. しかし4億年岩石は まだまだ発見される可能性はある.



第6図 造山運動のモデルの1例(漢 1953)
地向斜から地背斜への転化概念図

1. 地向斜の誕生
2. 地向斜の深化, 造山時火成活動の発軀
3. 造山時火成活動を契機とする地向斜の地背斜への転化
4. 元の地向斜の完全なる地背斜化と、その前帯における新しい地向斜の誕生

東北日本でも 西南日本でも “時代未詳の変成岩”が数ヶ所で問題になっている。たとえば 山上(K-A 法で300 m.y.) 鶴木 母体 松平あるいは河守などの小岩体の変成岩は 先古生代ともいわれている。そのなかには “4 億年岩石” のふくまれる可能性もあるように思われる。なぜなら これまでの日本の地質学では カンプリア・オルドビス紀層はないと考えていたので シルル紀より古そうな岩石はすべて先古生代と考えるくせがあったからである。

また 西南日本外帯の花崗岩類のなかには 広域変成岩に由来する捕獲岩片が多数とりこまれている。とくに 宮崎県の大崩山花崗岩から白雲母片岩の捕獲岩がみいだされていることは 木山や台の白雲母片岩・片麻岩と考えあわせると注目をひく (Nozawa and Takahashi.

1960). その他 直接的ではないが 日本の古生層の礫の故郷は問題となる。先古生代の岩石もあろうし 4 億年岩石もありそうである。出所不明だが あまり遠くから運ばれたのではなさそうな礫は しばしば話題にのぼっている。このような岩石を検討し直して “4 億年岩石” の分布と地質学的 岩石学的性質をたしかめることがまず必要である。

dating に関しては 堆積岩 とくに古生層の年令測定が この問題に重要になりそうである。堆積岩の構成物質のうち 礫や砂粒など未変質の物質を分離してその年令を測定すると 堆積物の供給源の山々の年令がわかる。さらに古流系などの構造解析や 化学成分の変化などから堆積物の供給方向 運搬距離などの見当がつけば いづろ どのあたりに どのような岩石でできた山々がそびえていたかがわらうというものである。

最近では 堆積岩について 堆積の時期そのものを dating の対象にするところも成功している。以前から知られている K-A 法による海緑石年令ばかりでなく Rb-Sr 法も成功している。いずれも 4 億年の地史と古地理の解明に協力するだろう。

少しのデータで 多くを語ることは 有害無益であるという。少し語りすぎたかもしれない。

(筆者は地質部)

文 献

① 早瀬一一・その他 1967: Rb-Sr 法による花崗岩の地質年令測定 地質雑 72巻 2号 p.72

第2表 日本列島時代区分の例(山下1957より)

		山下 1956	牛来正夫 1955	牛来正夫 1952	小林貞一 1941
新 生 代	第四紀	分化時代	分化時代	太八洲ブロック化時代	太八洲シリーズの地殻変動
	第三紀				
中 生 代	白亜紀	広島変動時代	変動大陸時代	東海陸棚時代	秋津造陸 和泉造陸 佐川造山 大島造山 大賀造山 飛騨造陸 豊岳造陸 桃木造陸 滝口造陸 秋吉造山 稲井造陸 笹造陸 薄衣造陸 坂本造陸
	ジュラ紀				
	三疊紀	起地背隆			
		本州造山時代			
古 生 代	二疊紀	本州地背斜時代	造山時代	秩父地背斜時代	
	石炭紀				
	デボン紀		地背斜時代		
	シルリア紀				
先シルリア紀	大陸時代	大陸時代	飛騨大陸時代		

② 早瀬一一 1967: Rb-Sr法による年代資料 変成帯. No. 4 p.23

③ 河野義礼 その他 1966: 山口県美禰市産花崗岩質岩石の K-A年代 岩鋳56巻 4号 p.p.183-186

④ 河野義礼 その他 1966: 本邦産火成岩の K-A dating(V) 岩鋳 56巻 5号 p.p.191-211

⑤ 小林貞一 1948: 日本群島地質構造論 上巻 日黒書店

⑥ 松本達郎 1965: 再び地質系統と地質年代について 科学 35巻 9号 p.p.454-460

⑦ Miller J.A. et al. 1963: K-A ages of micas from the Sonogi, Konoha and Kiyama metamorphic terranes in Kyushu, Japan. Jap. Jour. Geol. Geogr. Vol.34. Nos.2-4. pp. 197-203

⑧ 湊正雄 1953: 地層学 岩波書店

⑨ 湊正雄・井尻正二 1966: 日本列島 岩波書店

⑩ Nozawa T. and Takahashi K. 1960. On the petrochemistry of Shishigawa granodiorite. Bull. Geol Surv. Japan. Vol.11. No.8. pp. 489-502

⑪ Ohmoto, H. 1964: K-A ages of hornblendes of the Hida gneiss complex in central Japan. Proc. Japan Acad. Vol. 40. No.1. pp.36-41.

⑫ 佐藤信次など 1967: Rb-Sr 年代に基づく飛騨変成帯の古期花崗岩 地質雑 73巻 2号 p.72

⑬ 山口勝 1967: 飛騨片麻岩の U-Pb, Rb-Sr 法による年代 地質雑 73巻 2号 p.71

⑭ 山下昇 1957: 中生代 上巻 地団研