

若干の地質系・統の境の年代

をきめるための資料*

G. D. Afanasiev, G. P. Bagdasaryan, M. A. Garris
& I. H. Khamrabaev

黒田 吉 益 訳

1960年につくられた地質年代表は^{訳註1)}、まだ不十分なもので、個々の地質系統の境をより精確にすること、また、全体として詳細なものにすることが必要である。

1960年の地質年代表は、58の地点のデーターからつくられた。したがって、時代をきめるのに充分なほど、せまい地域でたくさんの地点をとることができなかつた。その地点では、一般的には下の境一下限をたしかめるという方法がとられた。また、年代表に地質学的境も書きこまねばならないが、それが個々の著者の主観でまちまちのものが書き入られているという結果になつた。

いまや世界中の地質年代の研究所で、K-Ar 法による地質年代の測定値がたくさん集積している。しかし、国ごとに計算の基礎となる崩壊コンスタントが違うので、一般の消費者—地質学者がそれを対比するのに困難がある。

したがって、次に引用している数字は、2つの種類のものだけにしてある。1) ソビエトの研究室で使われているコンスタントに基づいたもの。2) アメリカ合衆国で使われているコンスタントに基づいたもの。

疑いもなく、崩壊コンスタントを統一する時期にきており、国際的な地質学的機関がそれを行なうことが必要である。

また、K-Ar 法と Rb-Sr 法や U-Pb 法とで平行して測定された資料についてみると、Rb-Sr 法や U-Pb 法の数字は多くの場合、もしソビエトで使われているコンスタント ($\lambda_k=0.557 \cdot 10^{-10} \text{ year}^{-1}$; $\lambda_\beta=4.72 \cdot 10^{-10} \cdot \text{year}^{-1}$) から計算すると、K-Ar 法による数値より大きくなることを述べておく必要がある。

新 生 代 の 基 準 点

鮮 新 世 と 洪 積 世 の 境

ソビエト科学アカデミーの IGEM では、コーカサスの若い火成岩類の研究が続けられてい

訳註1) 1960年の地質年代表は、ソビエト科学アカデミーの地質年代測定委員会が作ったものであるが、その他、全ソビエト地質研究所(日本などの地質調査所に相当する ВСЕГЕИ)で作つたもの(1961年)もある。地質年代測定委員会はすでに数冊の測定データ集を出版しているので御存知の方も多いと思う。G. D. アファナシエフはアカデミー准会員で D. S. コルジンスキーと同じく ИГЕМ (IGEM=鉱床学・岩石学・鉱物学・地球化学研究所。以下 IGEM とあるのはこの研究所のこと)に属している。さいきんの Isotope Geology 方面のリーダーの一人である。

* G. D. Афанасьев, Г. П. Багдасарян, М. А. Гаррис, И. Х. Хамрабаев (1963) : Материалы к обоснованию возраста рубежей между некоторыми геологическими системами и эпохами, Известия Академии Наук СССР, Серия геологическая, No. 11, p. 7—31

る。そして、次のような火成岩に対して 200~300 万年という値がえられている。

a) トウイルヌイアウズの斑状花崗岩はユラ系に進入している。このゾーンの東の延長のジ
ングースの花崗斑岩はヴェルフネ・チェゲメムの熔岩台地のイグニンプライトや熔岩中に貫入
している。

b) ナリチク地方ではイグニンプライトや熔岩がアプシエロン階^{訳注2)}をおおっており、噴
火口の岩相を示す流紋岩の噴出物によつて貫かれている。

第 1 表 分析 データ (IGEM)

No.	鉱物および岩石	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	時 代 (×100 万年)
1	トウイルヌイアウズのエリジュルティンスク 花崗岩の K-Na 長石	2.67	0.00031	3.5±0.5
1a	エリジュルティンスク花崗岩の黒雲母	4.42	0.00030	2.5±0.5
2	カメンク河の噴出凝灰岩中の黒雲母	6.39	0.00081	3.7±0.6
3	バクサン河、ザユコフの流紋岩	3.72	0.00048	3.2±0.5

第 三 紀

第三紀の目盛として噴出岩類と海緑石を利用することができるが、それは地質学的な年代決
定にたいへん都合がよい。

Sarmatian—ザカルパチヤのベレゴイ市の北部のアルドー山のザトィシヤンスク 採石場から
の流紋岩質の真珠岩のサンプル。その下にある凝灰岩は *Cardium inopinatum* をふくむもので、
その中に *Cibicides bodenensis* で特徴づけられるドロプラトフスカヤ層が入る。

Tortonian—中部。ザカルパチヤ地方のプイシュコフ村コバチユスク採石場からのガラス質、
砂質、流紋岩~石英安山岩質凝灰岩。分析した凝灰岩は *Globigerina bulloides* をもつソロト
ヴインスカヤ層の上にあり、*Cyclamina* をもつミヤチェフスカヤ層でおおわれている。この2
つの層の指準化石は *Pectenelini* である。

第 2 表 分析 データ (IGEM)

No.	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	年 代 (×100万年)
4	2.82	0.00153	14.5±2
5	2.94	0.00234	20.5±2

Ti—輝石をもつ新鮮な玄武岩 OAR. アレクサンドリヤへの途中、カイロから 12km のとこ
ろ。エジプトの地質学者のデータによると、後始新世~先中新世の玄武岩である。

K=0.74%, Ar=0.0007 mm³/gr, 時代 25±×100万年 (IGEM)。

テキサスの流紋岩質凝灰岩のサニデインは、J. EVERNDEN et al. (1961) のデータによ
ると 35×100 万年を示し、漸新世と始新世との境をあらわしている。

訳注2) カスピ海沿岸地域の後期鮮新世の地層を名付けたものであるが、その後第四系下部へ
もあたるときにきめられている。現在なお、討議が行なわれているもよう。

ユラ紀の基準点

N. I. ポレバヤ (1960) のデータによると、モスコ州のエゴリエフのユラ系上部の海緑石は 136×100 万年を示している。

EVERNDEN et al. (1961) のデータによると、オベルファリツの海緑石は Oxfordian のもので、 142×100 万年を示している。また、Collovia の海緑石は 145×100 万年を示している。

IGEM にあるバイオス^{訳注3)} (グルジヤ) の輝石輝緑岩は 165×100 万年である。ダゲスタンのバイオスの斜長石斑岩は 158×100 万年である。フィルソフによるとクリミヤのバイオスの輝緑岩は 165×100 万年である。

アルメニヤ共和国アカデミーの IGN の研究室のデータによると、アラヴェルドスキー鉱床地域の堆積—噴出岩および地下火山岩類は層位的に短い時代にかざられている。

下部に subvolcanic な地層があり、また、しばしばそれによつて貫かれている変成岩層は下部ユラ系 (Sinemourian, プリンスパッハ^{訳注4)}, ドメル^{訳注5)}) であるが、一部 Aalenian にもかかつてい。ロクスキー マッシュフにおけるこれらの階の存在は、グルジヤの地質学者達によつて動物相からたしかめられている。(A. N. ジャネリズ, I. R. カハズゼ, V. I. ゼサシェヴィリ, P. D. ガムクレリーズ) subvolcanic rocks や石英—斜長石斑岩の上限は生層序学的に Bathonian であることがたしかめられている。V. F. プチェリンツェフは V. G. グルシエフのコレクションから, *Mectryona marshi* Sew., *Gervilina acuta* Sow., *Lima contrathy* Redl. その他をみつけている。

これらのすべての事実から角斑岩の時代は Aalen—バイオスと上部バイオス—Bathonian の間ときめられる。

G. P. バグダサルヤンは後期バイオスを $163 \pm 6 \times 100$ 万年, 前期バイオスと Bathonian の境を $159 \pm 4 \times 100$ 万年と提案した。

第 3 表 バイオスの Subvolcanic および噴出岩類の時代

	サンプル No.	岩石および産地	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	時代 (×100万年)	実験室
1	4053	石英・斜長斑岩, アフトリスコエ鉱床	1.73	0.0112	165±7	アルメニヤ
2	4054	同上, 同上	2.41	0.0152	163±3	
3	GK-440r	角斑岩, ウチュキリス河	1.78	0.0128	163±2	
4	GK-440d	同上, 3層のうちの中層	1.96	0.0118	155±3	
5	58/60	輝石斑岩 Subvolcanic, ブズィブ河	1.58	0.0103	164	IGEM

これらのデータは M. M. ルビンシュタインによるアブハズスキー花崗岩の時代とむじゆんしている。彼は後期バイオスのアブハズキー侵入岩体 (コーカサス) は Bathonian と考えた。M. M. ルビンシュタインによれば中期ユラの最後は $170 \sim 175 \times 100$ 万年である。M. M. ルビンシュタインによれば、この境はケラスリとグミストの黒雲母による資料で、1960年の表に採用されている。

バイオスから理論的にみちびかれたバイオスと Bathonian の境の 160×100 万年という値は、M. M. ルビンシュタインのデータと一致しない。彼は中期ユラ—Bathonian は $170 \sim 175 \times 100$

訳注3) 中部ユラ系中層。Bathonian と Aalenian の間にソビエトでつくられているもの。

訳注4) ユラ系下部から4番目の層。ドイツで命名。

訳注5) ユラ系下部下から5番目の層。アルプスが標式地。

万年としている。グミストとケラスリのマッシフの黒雲母からえられた170~175×100万年というこの数字もまだ少ないとすると、この侵入岩体を後期ユラ紀と考える地質学者がいることと一致している。

M. S. エリスタフはその専報(1960)の中で、ケラスリ花崗岩を後期ユラ紀にしている。

アブハジの地質を指導している地質学者達(G. R. チュホツ, S. S. ブキヤ, V. L. アレバドズ)はケラスリ花崗岩とグミスティンスキー花崗岩の時代を後バイオス, 前 Neocomian としている。このことの副次的な証拠として、IGEM においてグミストとケラスリの侵入岩の黒雲母からえられた140~148×100万年の数字があげられている。その黒雲母は、あらかじめ125°Cで脱水してあつたものである。

ユラ紀と三疊紀との境は地質学的に確かな地点がない。R. E. Folinsbee によれば Guichon 花崗岩は Carnic の地層に進入し、バイオスに不整合におおわれている。その年代は195×100万年で、それは三疊紀後期を示すわけであろうが、それをきめた黒雲母のKの量が少ない(3.32%)ので、その年代はあやしいであろう。

三疊系の基準点と二疊紀と三疊紀の境

本当に三疊紀層の時代をあらわす信頼のおける年代決定のデータはない。

カザフ鉱産資源研究所のデータによれば、ケンテバイスキー層(Totarian)の上についでいるキシュキン市の subvolcanic な斑岩からの黒雲母の年代は平均304×100万年である。また、下部二疊系の上に不整合にのるコクトビンスキー層(T₁₋₂?^{訳注6)})を貫く花崗斑岩からの黒雲母は296×100万年を示している。後期二疊紀~前期三疊紀の酸性噴出岩の岩石全体によると253×100万年である。

三疊紀や三疊紀と二疊紀との境については、北部コーカサスの閃緑岩・閃長岩の小侵入岩体の年代がたいへん興味深い。

ヤトイルグバルトの閃緑岩と花崗岩の地質学的位置ははつきりわかっている。とくに、その上限ははつきりしている。V. N. ロビンソンの論文に、侵入岩体と三疊紀層との関係を明らかにした地質図がある。

三疊系に關係して、V. N. ロビンソンは次のように書いている。三疊系下部の地層はヤトイルグバルト山によくあらわれている。そこでは、最下部の石灰質岩層にスキフス階^{訳注7)}を示す示準化石が発見されている。ここでは、古い結晶片岩やそれを貫いている閃緑岩の上に基底礫岩が直接のついで。その基底礫岩は片麻岩・角閃岩・閃緑岩・その他の結晶質岩石の礫をもっている。その厚さは変わりやすく、その上部はヤトイルグバルト山の主峰を形成している層状の灰色砂岩に移りかわる。砂岩は上部にゆくと、徐々にしかし早急に石灰岩層にかわる。それはうすい下部の石灰岩層である。その上に、うすい頁岩質の層と互層する灰色層状の石灰岩層がのる。

この層の中には菊石類や pelecipod が見つかっているが、その中にはスキフス階の示準化石がたしかめられている。Pseudosageceras multilobatum Noetl., また、Mukoceras, Flemingites, Hedestroemia, Nonnites などの代表的な科もある。この最初の3つはスキフス階を特徴づけるものである。pelecipod の中には Pseudomonotis (Claraia) aurita Hauer があるがこれは下部三疊系の典型的なタイプである。

Z. P. エデイガリヤンは西北コーカサスの下部三疊系の岩層についての研究の中で、次のように書いている。基底層の発達する場所は3つに大別することができる; a) ニキチン峡谷, チョールノ河およびベスコス河上流; b) ヤトイルグバルト山; c) ボリシヨイ山およびマールイートハチ山。

訳注6) T₁₋₂ は三疊系下部, 中部の意。以下同じ意味。

訳注7) 三疊系下部層。

基底三疊紀層の陸生源層の発達する第2の地域はヤトイルグバルト山とアルモフカ山の地域に分布する。ここでは古い結晶片岩層とそれを貫く侵入岩類の上を覆っている。その厚さはヤトイルグバルト山で60mに達する。

この部分の陸生源層は暗緑色の粗い角礫岩層ではじまるが、それはすぐ下にある塩基性侵入岩のまつたく円磨されていない岩塊からなり、これの細かいかけらでセメントされている。その厚さは25mである。それには多分、古い風化層がある。それは上部にゆくにつれて礫岩にうつりかわる。礫岩には下部の侵入岩類や石英片岩・緑色片岩・片麻岩のやや丸くなつた礫がふくまれている。礫の淘汰と丸味の度合はたいへん悪い。丸味の度合は平均83.3%であるが、礫岩の上部では約50%である。礫は均質な砂でセメントされている。

礫岩は上部にゆくにつれて、礫岩のレンズをふくむ粗粒の石灰質砂岩と緑灰色の雲母をふくむ砂岩の互層になる(19)。

ヤトイルグバルト山の先スキフス階の閃緑岩および閃長岩から角閃石—黒雲母などがえられている。

第4表 北西コーカサスの先前期三疊紀の侵入岩類の時代

No.	産地	岩石および鉱物	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	時代 (×100万年)
1	ヤトイルグバルト	閃緑岩の角閃石—黒雲母	0.59	0.0060	250±3
2	〃	同上の長石	2.81	0.0280	250±7
3	〃	花崗岩の長石	2.61	0.0261	248±5
4	ザカン山	閃長岩の角閃石—黒雲母	1.06	0.0111	240±3
5	〃	同上の長石	5.81	0.0587	250±10

これからわかるように、三疊紀のスキフス層は厚い基底礫岩で始まる。三疊紀の下限は250×100万年よりも若くなければならない。FolinsbeeのGuichonの底盤についてのデータも考え合わせると、三疊紀の下限は235×100万年と想定される。

以下にみるように、この数値はより古い地質系統の時代とも矛盾しない。

二 疊 系

上述のカザフスタンのあいまいに二疊紀または三疊紀に入れてある数字をのぞいて、他に二疊紀のものについては次のようなデータがある。

北部コーカサスのペレドボイ山脈北亜帯では、二疊紀層は浸食されたいろいろの時代の地層(変成した中下部古生層や中部石炭系の堆積層など)の表面についでいる。二疊紀層は赤色の礫岩とその上についでいる凝灰質堆積岩層からなっている。火山源岩層には流紋岩のかけらがみられる。礫岩には花崗岩の円礫がある。凝灰質堆積岩層に流紋岩のドーム状岩体が貫入している。火山岩層の上に後期二疊紀始めの動物相をもつた石灰岩がついでいる(マーラヤ・ラーバ河の左岸にそつたセクション)上部にゆくにつれて、下部三疊系の基底礫岩層とその上についでいるスキフス階の石灰岩層(T₁)がでてくる。地質図と動物相の記載はV. N. ロビンソン(35)の研究にでている。

第5表にあげた酸性マグマのいろいろの岩相の活動は、一定の構造帯にかぎられており、特殊な鉱化作用を伴っている。下部二疊系の礫岩中の礫の花崗岩の年代は、黒雲母によれば288

×100 万年であることは重要である。このことは、北部コーカサスのこの構造帯の二疊紀の噴出岩層の年代を岩石できめた値が本当らしいことを示している。

第 5 表 北部コーカサスの二疊紀の噴出岩相の時代

No.	場所・岩石・鉱物	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	時代 (×100万年)	研究所
1	クタンに近いマーラヤ・ラバ河, 流紋岩のドーム	2.11	0.0197	230	I G E M
2	同上	3.54	0.0362	252	〃
3	インドイシュ河, アラスカ岩	3.92		240	〃
4	ポリショイ・ラバ河, クリボイ橋近くの花崗斑岩	3.34		257	〃
5	P ₁ の礫岩の花崗岩礫の黒雲母	4.06	0.0478	288	

IGEM の研究室ではサクソニヤの下部二疊系の流紋岩 (ボーリングのコア) の時代をきめた。

a) ラウズィック湖, バレンドルフ・ボーリングの下部二疊系の流紋岩 (No. 481)。K=3.28%, Ar⁴⁰=0.0302 mm³/gr, 時代=230±7×100 万年。

b) 下部二疊系の流紋岩 (コディツアから 3 km の地質図で <<Leisniger Quarzporphyr>> となつてゐるもの, No. 4842)。K=5.18%, Ar⁴⁰=0.0562 mm³/gr, 時代=260±6×100 万年。

直接、二疊紀を示す数字に、下部二疊系のサフマリヤンの海緑石の 274×100 万年というのがある (18)。中部カザフスタンのカルダルスキー層の粗面石英安山岩について、カザフスタン科学アカデミーの年代決定研究室では、前期二疊紀、または、多分後期石炭紀の 310×100 万年の値をえている。

あらゆるデータを合わせて考えると、二疊紀の下限は 270~275×100 万年よりも古くはないといえる。

外国の文けんにも、イギリス、中部ヨーロッパのヘルシニヤ期の侵入岩類についての年代決定のデータがたくさんある。Dartmoor や Cornwall の侵入岩体の地質学的位置はそれほど明らかではないが、多くの意見は、後下部 Moscovian—先上部二疊系ということになつてゐる。その地質時代は石炭系上部—下部二疊系になる (第 6 表)。

第 6 表 いろいろの研究者による Dartmoor, Cornwall の花崗岩の時代

	K-Ar 法			Rb-Sr 法	
	Kulp, Lambert and others 1960	Lambert and others 1961	Evernden and others 1961	Kulp, Lambert and others 1960	Lambert and others 1961
Dartmoor	282±5	282±5	265	277±5	285±8
Cornwall	261±15	261±5	—	—	270±5

ウズベク科学アカデミーの地質研究所の火成岩体の地球化学および絶対年代研究室は石炭紀と二疊紀の境の基点としてコイタシュスキー岩体などのデータを使用した。

スラティンスキー底盤の突出部の 1 つであるコイタシュスキー花崗岩体は中部石炭系上部を貫いている (M. N. ソロビエフによれば Moscovian のカシルスキー層)。上部石炭系—下部二疊系の細分できないモラッセの中にコイタシュスキーと似た花崗岩礫をふくんでいる。

新鮮な花崗岩の黒雲母の資料は IGEM (1961) で同位元素稀釈法で年代決定され、同時にウズベク科学アカデミーの地質研究所でもくりかえして行なわれた (第7表)。

第7表 コイタシュスキー花崗岩の黒雲母の年代 (×100 万年)

IGEM(1961)	IGANU(訳注8)(1962)	IGANU(訳注8)(1963)	IGANU(訳注8)(1963)
260	266	266.4	275

スラティンスク底盤の他の部分の岩体からも、似たような数値がでてくる。テムルーコブクス……270, ウストスキー……266, アクタウスキー……272×100 万年など。

稀金属元素の鉍化作用を伴う多くの花崗岩類は二疊紀と考えられる。とくに7-岩体 (中部カザフスタン) はそのような侵入岩体と考えられるが、その雲母の年代は IGEM のデータによれば、黒雲母—264±3, 白雲母—270±4, プロトリシヤ雲母—256±5×100 万年である。

コーカサスのヘルシニヤ期の花崗岩 (両雲母花崗岩) の時代は 270~280×100 万年である。ヘルシニヤ期の火成活動の終つた時期は 250~260×100 万年である (第9および第10回絶対年代決定委員会の報告を参照)。

イギリスのヘルシニヤ期の花崗岩の岩石学的特徴、地球化学的および鉍化作用の特徴からして、ソ連各地 (コーカサス, ウラル, 中央アジアなど) のヘルシニヤ期の黒雲母花崗岩を Dartmoor 花崗岩に対比することは適当であるが、Cornwall 花崗岩は優白質のアラスカ岩質花崗岩に対比する方がよいであろう。

イギリスやソ連各地のヘルシニヤ帯を例にしてみると、岩石学的に似ている花崗岩は侵入の時代も似ていることがわかる。かくて、本質的な花崗岩の時期は後期石炭紀の後期、または石炭紀と二疊紀の境で 280±5×100 万年ということになり、終末の時期は稀金属元素の鉍化作用を伴うアラスカ岩の時期で、260×100 万年という値で地質学的には前期二疊紀となる。

石炭紀およびそのデボン紀との境

EVERDEN et al. (1961) によつて 300×100 万年の値がでている黒雲母をふくむオーストラリアのトスカナイトは後期石炭紀とされている。

マルチャノフスキー層 (キロフ州, ムヒノ村のビヤトカ河) の石灰岩からの海緑石の年代はソビエト科学アカデミー, パシュキール支部の M. A. ガリスによつて、平均 291×100 万年の値を示している。

ナド・マルチャノフスキー層, マルチャノフスキー層, ポド・マルチャノフスキー層からは腕足類, 有孔虫, 珊瑚の豊富な動物化石が記載されている (N. チョチア; 1950, 1955)。このデータによれば、マルチャノフスキー層は中部石炭系——ヴェレイスキーおよびカシルスキー層にあたる。

デェルノフカ村 (ロシア台地) の中部石炭紀層 (VSEGEI(訳注9)のデータ) の海緑石は 308×100 万年の値を示す。この値が 1960 年の表の基準として採用されている。

UFAN(訳注10) のデータによる Viséan の石灰岩と互層する噴出岩は 303×100 万年の時代である (11個の平均)。

訳注8) ウズベク共和国科学アカデミー地質研究所の略。

訳注9) 前述の BCEGEU で全ソビエト地質研究所の略である。これは日本などの地質調査所にあたり、地質地下資源省に属す。

訳注10) よくわからないが、科学アカデミー, ウラル支部か？

スウンドウンスキー岩体 (南部ウラル, チェリヤビンスカヤ州, ベルデインスキー地方) の花崗閃緑岩は先中部 Visean の時代であるが, (V. N. クラスノボイ (1959) による動物化石の研究), その黒雲母は 324×100 万年を示している。(M. A. ガリスのデータ)

同じ岩体の斜長花崗岩の黒雲母は 331×100 万年を示している。

H. Faul のデータによれば, VogeZ 花崗岩 (後 Tournaisian 先 Visean) の黒雲母は Rb—Sr 法により 322×100 万年, K—Ar 法により 329×100 万年の値をもっている。

R. N. ソボレフ (MGU) 訳注11) はサルイーアドィルスキー岩体 (カザフスタン) の斜長花崗岩の黒雲母が 350×100 万年の値を示している。

R. N. ソボレフのデータによれば, 黒雲母花崗岩はジャクスイコンスキー統 ($D_2Gv—D_3Fr$) の噴出一堆積岩層を貫いている。その統の時代は次のような植物化石や魚の化石で定められている。

- Barraudeina dusliana K.,
- Gilboaphyton goldringii K. (Sfur.),
- Gv Lepidodendropsis Kasachanica Senk.,
- Protocephalopteris praecok (Höeg).

- Botrialepsis asiatica,
- Bogdanovia orientalis O. Obr.,
- Fr Lepidodendron theodori Zal.,
- Knoria sp.

花崗岩は石灰岩でおおわれているが, その石灰岩の時代 (C_{1t}) は次のような化石の発見から定められている: *Cyrtospirifer dada* Nal., *Athyris tau* Nal.,

このソクルスキー層準は腕足類の facies である。ボフティンスキー岩体 ($C_2—C_4$) の黒雲母の時代は科学アカデミー IGEM (L. L. シャニン) と科学アカデミー, バシュキール支部 (M. A. ガリス) で定められている (第 8 表)。

R. N. ソボレフと P. F. エメリヤネンコ (41) は, N. S. プヴロフ (1936) が侵入岩によつて貫かれた石炭紀層を記載していることを指摘した。P. L. メルクーロフと A. E. レプキナ (1939) は先デボン紀と後前期石炭紀の花崗岩を区別した。

R. N. ソボレフと P. F. エメリヤネンコはすべての侵入岩体はデボン紀で, 2 つの岩体で

第 8 表 ボフティンスキー岩体 (カザフスタン) の花崗岩の黒雲母の時代

研 究 室	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	時代 (×100万年)
I G E M			
サ ン プ ル 3369	7.27	0.0943	315
〃 3373	7.27	0.0919	306
〃 3383	7.27	0.0891	292
バシュキール支部			
サ ン プ ル 262	6.85	0.0827	292
〃 265	7.08	0.0854	293

訳注11) モスクワ大学

はないと考えた。

著者はアマン・タウとサルイーアドイル岩体は第2のコンプレックスと考える。アマン・タウの花崗質岩石はフランスキ層を貫き接触変成作用なしにトルネーに覆われている。A. B. ペプキン, P. A. メルクローフ, N. S. パヴロフによれば、アマン・タウの花崗質岩石はトルネーより若い、それは接触された石灰岩が珪化されていることで証明されている。

ボフティンスキー岩体のサンプルは IGEM の研究室の研究で、黒雲母にたいへん富んだ岩石であることが明らかにされている。それは、黒雲母のほかに、変成した石英や曹長石化した少量の斜長石をふくみ、螢石などの副成分鉱物にとんでいる。

黒雲母は初生的な岩石と比較して二次的なものという印象がある。黒雲母化作用ははげしく変成した岩石がうけたものである。

IGEM とバシュキール支部と2つの研究室で得たたいへん新鮮な (K=7.27%) 黒雲母の時代は、平均して300×100万年であつた。このことは、黒雲母が後期石炭紀の C₂-C₃ の間に生じた何かの作用で形成されたことを示している。

上述のようなことから、石炭紀の下限のもつともたしからしい値は 330×100 万年と考えられる。

デボン系

デボン紀の後期の年代決定のデータには、中部コーカサスの中部デボン系の中・下部の千枚岩や火山源岩層を貫く半深成岩 (はんれい岩質・花崗閃長岩質) の黒雲母や岩石についてのものがたくさんある。

動物化石で特徴づけられている (8) この千枚岩層は、斜長花崗岩の礫を大量にふくむ礫岩層で覆われている。この礫岩層は、パストウホボイ山やゼレンチク河 (ボゴスロフスキー峡谷) の地域で動物化石からきめられているファメンスキー石灰岩によつておおわれている。岩石からきめられているデボン紀の噴出岩の時代は (第9表の 1, 2, 7), 多分、少し古すぎるようである。

第9表 中部コーカサスの中後期デボン紀の火成岩の時代
(ソビエト科学アカデミー IGEM)

	産地・岩石および鉱物	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	時代 (×100 万年)
1	ボリショイ・ラバ河, 重アルカリ噴出岩	4.0		319
2	同上	2.78	0.1008	327
3	半深成岩の花崗閃長岩の黒雲母	7.10	0.103	338
4	ミネットからの黒雲母	7.25	0.103	342±3
5	はんれい閃長岩	1.72	0.0244	341
6	粗面岩 (subvolcanic)	7.53	0.0956	310
7	はんれい岩 (半深成岩)	1.57	0.0228	345

これらのデータに加えて次のようなデータがある。上部デボン系, Frasnian (レジェンキ村) の海緑石による N. I. ポレバヤ (6), オーストラリアの流紋岩の黒雲母による J. Evernden et al. (52), テネシーの上部デボン系のピッチをふくむ泥板岩の U-Pb 法による J. C. Cobb and J. L. Kulp (50), および同じテネシーの層のベントナイト中の黒雲母による H. Faul (61) などのデータである。

後期デボンのためのウラン-鉛法の数字は (Cobb and Kulp) ソビエトの研究室のコンスタント ($\lambda_k=0.557 \cdot 10^{-11} \text{ year}^{-1}$) で計算しなおすと、上部デボン系のベントナイトの黒雲母の

K-Ar法の数値に近い。

J. Cobb (49) はその後の研究で、スウェーデンのコリマ層とテネシーの上部デボン系における U と Pb^{208} , Pb^{206} の比から Chattanooga の地層の時代は $320 \sim 350 \times 100$ 万年であるという結論をだしている。

また、D. Clark (48) は生層序学の観点から Cobb と Kulp のテネシーの上部デボン系のピッチをふくむ泥板岩の時代について詳細に報告し、デボン紀と石炭紀の境は $340 \sim 335 \times 100$ 万年より古くはないはずであると考えた。問題は U-Pb 法でえられた数字であること、J. L. Kulp の 1961 年の表に引用されているデボン紀と石炭紀の境の 345×100 万年という数値は、対比する場合に、ソビエトで採用されている K の崩壊係数によつて再計算して見る必要があることを強調しておく。

あらゆる外国のデータは、後期デボン紀に $350 \sim 355 \times 100$ 万年という値を与えているが、これは北部コーカサスの D_2-D_3 の先 Famenian 層に貫入している、 340×100 万年の値を示す塩基性および亜アルカリ岩の時代に近い。

下部デボン系およびとくに中部デボン系は年代決定の基準点としてじゅうぶん検討されたものがない。

中期デボン紀として 350×100 万年と決定されたシバイの絹雲母が 1960 年の表に基準点として採用されている。

南部ウラルの先 Eifelian で下部石炭紀とされているマリンスゴーアンドレーエフ侵入岩体の花崗岩の雲母は、373 および 385×100 万年の値を示す。

下部デボン系 (Coblentzian の下部) のベントナイトの黒雲母は、(Smith, Baadsgaard, et al. (71)) によれば、アメリカ式の K-崩壊係数 ($\lambda_K = 0.584 \times 10^{-10} \text{ year}^{-1}$, $\lambda_\beta = 4.72 \times 10^{-10} \text{ year}^{-1}$) で計算すると 2 つの数値がえられる: 1) 370×100 万年, 2) 382×100 万年; 平均は 376×100 万年。ソビエトで採用されている係数で計算すると平均年代は 392×100 万年となる。同じベントナイトのサニディンについての同じ研究者のデータをソビエトの係数で計算し直すと 397×100 万年の時代を示す。また、Coblentzian の下部は Quebec の Gasp ベントナイトの黒雲母とサニディンによれば (71) 400×100 万年の値を示している。したがって、デボンとシルリヤ紀の境は 405×100 万年となる可能性がある。しかし、これらの K-Ar 法の数値はソビエトで採用されている K の崩壊係数によるものである。

イギリスのシルリヤ-デボンの花崗岩について興味あるデータがえられている。それらはヘルシニヤの侵入岩体と似ていて、ウラルやコーカサスそして多分カザフスタンの褶曲地域の相当する侵入岩体とほぼ同時である。

引用された表から明らかなように、ウラルやコーカサスのシルリヤ-デボン紀の侵入岩体の K-Ar 法の年代はイギリスのシルリヤ-デボン紀の侵入岩体の Rb-Sr 法による数値に近い (第10表)。

残念なことには、これらの侵入岩体の地質学的位置 (地質学的境がせまい範囲に入ること) がそれほど明らかでない。

あらゆる場合の数値から考えて、シルリヤ紀とデボン紀の境は $400 \sim 410 \times 100$ 万年の間であるろう。

残念なことに、シルリヤ紀には、1960年の表の基準点として採用されたあいまいな点が 2 つあるだけである。

オールドヴィス系

オールドヴィス系には雲母や海緑石によるたくさんの基準点があるが、それらは前後矛盾したものが多い。ここでは、新しい地点を開発することのほかに、生層序学的データでその地質学的位置を確かめ、年代決定に利用する岩石・鉱物の信頼性を明らかにするという大きな仕事が

第 10 表 イギリス, コーカサス, ウラルのシルリヤーデボン紀の進入
岩体についての年代データ

進 入 岩 体	K—Ar		Rb—Sr		地質学的 位置
	Kulp, Lambert et al. 1960	Lambert, et al. 1961	Kulp, Lambert et al. 1960	Lambert et al. 1961	
イギリス					後シルリヤ ー先後期デ ボン紀後
Shep	408	408	385	397	〃
Critaun	403	407	365	399	〃
Leinster	403	397		405	〃
ウラル					
マリンスコアンドレーエフ (M. A. ガリス)	375	先 Eifelian			
タギロックシュビンスク関長 岩体 (L. N. オブチニユフ)	380	後ルドロフ 訳注12)			
北部コーカサス					
モシチェバヤ峡谷, 接触部の 金雲母	370	先後期デボン			
ボロフスキー, ゼレンディン スキー, ソロトノシユスキー 岩体 (1960年の表)	400—480	後期シルリヤー前期デボン (?)			
ボロフスキー岩体, 粗粒斑状 花崗岩中の黒雲母 (ИГЕМ, 1963)	406	後期シルリヤー前期デボン			

る。

年代決定のある20の地点の中で, もつとも古い値を示すものとして, クリクークドク岩体 (カザフスタン) の花崗閃緑岩と西部ラウズイッキー岩体 (GOR) 訳注13) の花崗岩の 480×100 万年 (IGEM の測定) という値がある。

海緑石による下部オールドヴィス系の年代決定 (Evernden, et al., Folinsbee, VSEGEI, グルジャ共和国科学アカデミー地質研究所) のうちもつとも古いものも 470×100 万年をこえない。したがってオールドヴィス紀の下限は 480~490×100 万年のはんいであろう。

オールドヴィスの上限もあまり明らかではない。中期オールドヴィス紀についてはかなりたしからしい, 層位的にもたしかめられた値がある。それは Alabama の凝灰岩の黒雲母による ~440×100 万年 (52, 61), Tenmosy のベントナイトのジルコンによる 447×100 万年 (72) がある。G. Faul は中部デボン系のベントナイトの黒雲母による 437×100 万年の値が (61), ジルコンによる Tilton などの新しいデータと一致することを示している。クリクークドク岩体 (カザフスタン) の先前期シルリヤ紀の花崗岩の若干の種類のものについて, 黒雲母から 435, 440×100 万年の値が測定されている。

上にのべたデボン—シルリヤ紀の境を 400~410×100 万年とし, 現在の段階でそれを 405×100 万年ときめてしまったようなことから考えてみると, シルリヤ紀とオールドヴィス紀の境は 435×100 万年に近い年代と考えることができる。

カンブリヤ系

L. T. Aldrich et al. (46) によれば, ヴィチトの先後期カンブリヤ紀 (中期カンブリヤ紀) の岩石のジルコンを U—Pb 法で測定した結果は 520×100 万年で, 同じ岩石の黒雲母を

訳注12) シルリヤ系の下から3番目の地層をいう。

訳注13) 不明

Rb—Sr 法で測定したのもも 520×100 万年を示している。これらの数値は、Cobb と Kulp によつて U—Pb 法と Rb—Sr 法によつてえられたコリマ (上部カンブリヤ系) の 500×100 万年という数値とともに、わが国のデータと対比するさいに、ソビエトで採用されているカリウムの崩壊係数を基礎に計算しなおす必要がない、ということを強調しておく。

G. D. アファナシエフの資料によつて、ソビエト科学アカデミー IGEM において、サリヤンヌイ・クリヤージ (塩の丘陵、パキスタン) のカンブリヤ系中のネオポリュソボイ層の中部カンブリヤの下部についての新しい値がえられている。

M. S. クリシュナン (27) とパキスタンの地質学者のデータによれば、サリヤンヌイ・クリヤージの堆積岩層は、インド楕状地の結晶質基盤の上に形成されている。Khevr 駅の近くのセクションからみると、カンブリヤの岩石は弱い変成をうけているが、その中により若い侵入岩体があるということはない。したがつて、それらの岩石中の海緑石や噴出岩 (“アルカリ・トラップ” と名付けられている) は放射性アルゴンをよく保有しているはずである。研究された資料はたいへん新鮮で、風化していずに、サンプルのカリウムの含有量も高い。

ネオポリュソボイ層はいろいろの動物化石を豊富にもつており (27)、おびただしい海緑石をもつた炭酸塩岩石をふくんでいる。ネオポリュソボイ層の下には藤色の砂岩があり、その下に岩塩層があるが、その岩塩層の中にドロマイトや石膏とともに、特徴的な噴出岩層 (厚さ 1 m) がある。その岩質は Mösebach (68) が記載している。

地質学および放射化学的事実からして、Cm₁—Cm₂ の境は 530×100 万年と考えられる。オルドヴィス紀の下限は 480~490×100 万年であろう。

第 11 表 サリヤンヌイ・クリヤージの中部カンブリヤ紀層の時代

	岩石および鉱物	K (%)	Ar ⁴⁰ (mm ³ /gr)	時代 (×100万年)
1	Cm ₂ の下部の岩酸塩岩中の海緑石	5.99	0.1405	530±10
2	岩塩層中の<<アルカリ・トラップ>>	6.95	0.161	530±10

外国とソビエトの地質年代測定データの対比

年代計算のための崩壊係数の値は、測定するものが古生代の古い方であると、大きな影響を与えるであろう。1961年までの文献では、このような問題については充分注意していなかつたようである。かくして、そのようなもので年代決定を行なつたものをもとにして、地質時代の境をきめることは困難である。

この問題と関連して Hog-Ailend (USA, Maine 州) のモナズ石の例を注意してみよう。まづ同一のサンプルをもとに、3人のちがつた研究者が年代決定を行なつているが、かれらは崩壊係数をちがつたものにとつている (もし、誤植がないとするならば)。

J. L. Kulp (57, p. 10) の基準点の中に、Maine 州, Dacknen の後前期デボン紀の花崗岩があげられている。

K—Ar 法, Rb—Sr 法による年代は 360±5×100 万年を示している。そこでは J. L. Kulp は P. M. Harley et al. (53) の 1959 年のデータを引用している。

J. L. Kulp の年代計算には次のようなコンスタントがとられている: K—Ar法は $\lambda_k=0.584 \cdot 10^{-10}$ year⁻¹, $\lambda_\beta=4.72 \cdot 10^{-10}$ year⁻¹, Rb—Sr 法には $\lambda_{Rb}=1.47 \cdot 10^{-11}$ year⁻¹ がとられている。

あるサンプルについて彼らのコンスタントによつてえられた P. M. Harley et al. (53) の数字を IGEM で再計算した。

サンプル 3609 と Me-10 は若干小さい値になつた (362→358 と 357→348)。しかし、これらのちがいは偏差の範囲内に入つてしまう。その論文 (53) でのコンスタント $\lambda_{Rb}=1.39$ による Rb-Sr 法の年代は平均 360×100 万年であるが、IGEM ((L. L. シャニン) における再計算では 387×100 万年であつた。

W. H. Pinson (66) の 1961 年の研究では、 $\lambda_k=0.558$, $\lambda_\beta=5.30$ (もしミスプリントがないとすると) をとつており、それによる K-Ar 法の年代は平均 362×100 万年である。L. L. シャニンの再計算によるとそれは 374×100 万年となるはずである。Pinson のこの論文では Rb-Sr 法の年代は平均 366×100 万年であるが、L. L. シャニンの再計算でも 366×100 万年である ($\lambda_{Rb}=1.47$)。これからもいえるように、一度測定された同一資料の年代は、あとからくりかえし引用されるが、実際は再計算されていない。

1963 年、H. Faul は Maine 州の火成岩についての多量の値をだした。

このときのコンスタント ($\lambda_k=0.585 \cdot 10^{-10}$, $\lambda_\beta=4.72 \cdot 10^{-10}$) による Me-10 のサンプルの年代は平均 360×100 万年であるが、IGEM で再計算したところでは平均 352×100 万年である。

第 12 表 Hog-Ailend のモンゾニ岩の黒雲母の年代

著者, 年, 雑誌	K-Ar			Rb-Sr		
	サンプル 36091 の年代 $\times 100$ 万年					
	コンスタント	著者	IGEM	コンスタント	著者	IGEM
P. M. Harley, A. J. Baucot A. A. Alber, H. Faul, W. H. Pinson, H. W. Fairbairn, Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 70, p. 947~950, 1959	$\lambda_k=0.585$ $\lambda_\beta=5.30$	362	358	$\lambda_{Rb}=1.39$	360	387
		サンプル Me-10				
		353	348			
Geochron. of rock. syst. Ann. N. Y. Acad. Sci. vol. 91, art. 2, 1961 W. H. Pinson, Jr.	$\lambda_k=0.558$ $\lambda_\beta=5.30$	サンプル 3609 362	374	$\lambda_\beta=1.47$	366	366
		サンプル Me-10 353	363			
H. Faul, 1963	$\lambda_k=0.585$ $\lambda_\beta=4.72$	サンプル 360	Me-10 352			

これらのいろいろのデータは第12表にまとめてある。1960年に公表された資料をもとにして Hog-Ailend のモンゾニ岩の黒雲母は K-Ar 法でも、Rb-Sr 法でも 360×100 万年の年代であるといわれた。

1963年の H. Faul の研究には、Maine 州の花崗質岩石についての新しいデータがたくさん示されている。その中に、早期デボン紀の数値として、K-Ar 法による 19 個のサンプル (いろいろの岩体) の年代の平均値 390×100 万年と、Rb-Sr 法による 9 個のサンプルの平均値、 370×100 万年がある。

前述の Me-10 (Hog-Ailend) のサンプルをふくむ中期デボン紀の花崗質岩石は、21 個の平均値が K-Ar 法では 360×100 万年、Rb-Sr 法では 337×100 万年である。H. Faul によれば、二疊紀の進入岩は、K-Ar 法 (10サンプル) でも、Rb-Sr 法 (6サンプル) でも同じ年代 $\sim 260 \times 100$ 万年を示す。

ここで、いろいろの著者の表を対比するとき、地質学的境をきめるのに使われた具体的な資料を考慮に入れるべきであり、それは必ずしもなおざりにされているわけではない。かくて、近い将来、外国の表に基礎をおいた数値と、わが国の数値との対比の仕事が行なわれる必要が

第 13 表 若干の地質学的境について (新しいデータによる)
J. L. Kulp (1961年) の表との対比

1960年 地質年代委員会	新しい 提案	提案による 地質時代の 長さ	地 質 時 代	1961年 Kulp の表に よる地質時代 の長さ	1961年 Kulp の 年 代
		70	Cretaceous	75	
140	135		Jurassic Bathonian		141
	160	55	Bajocian Jurassic	49	
185	190		Triassic	50	190
225	230	45	Permian	40	(240)
270	275	55	Carboniferous	65	280
320	330	75	Devonian	60	345
400	405	25	Silurian	20	405
420	430	60	Ordovician	75	425

ある。

第 13 表に個々の地質学的境と J. L. Kulp の 1961 年の表との対比があげてある。

第 13 表からわかるように、白堊紀—ユラ紀、ユラ紀—三疊紀の境は、J. Kulp の数値と一致している。

三疊紀の下限については、J. Kulp は条件つきで 240×100 万年の数値を示しているが、充分信頼のおける基準点がない。しかし、三疊紀の下限は $240 \sim 230 \times 100$ 万年より古いということはないと思われる。というのは、スキフス階の基底礫岩層におおわれるヤトイグバルト (北部コーカサス) の閃緑岩の時代は $245 \sim 250 \times 100$ 万年の範囲に入るからである。

三疊紀の上限を 190×100 万年、下限を 230×100 万年の値をとると、その長さは 40×100 万年となるが、それは Kulp の表 (50×100 万年) よりも確からしい長さであろう。というのは、三疊紀の長さは、地質学的にみて、たとえばユラ紀よりも長いという証拠はないからである。

J. L. Kulp の二疊紀と石炭紀の境はそれほどよい基準点にしたがつていないわけではないが、その値はわれわれが提案した値とあまりちがつていない。C₃-P₁ の境はコイタシコスキー岩体 (ウズベク共和国) の先下部二疊系の花崗岩の時代 (北部コーカサスの下部二疊系の礫岩中の花崗岩礫の黒雲母による)、また、インディギ河 (チマン) の海緑石の時代その他多くのデータに基づいてはつきりきめられている。

J. L. Kulp の表には Dartmoore (イギリス) の花崗岩が石炭紀と二疊紀の境になつていて、これら花崗岩の黒雲母の時代を K—Ar 法、Rb—Sr 法できめたものから、彼は P—C の境を $280 \pm 5 \times 100$ 万年としている。それは J. L. Kulp 自身のデータと他の研究者の資料 (57) ももとにしている。

基準点として、彼は Dartmoore タイプの花崗岩と関係した閃ウラン鉱の U—Pb 法の数値

も示している (57)。

しかし、J. L. Kulp et al. の1960年の論文に、Dartmoore 花崗岩の黒雲母を $\lambda_k=0.584 \cdot 10^{-10} \text{ year}^{-1}$ で計算して 271×100 万年というのを引用している。Rb—Sr 法では 277×100 万年という値をだしている。

R. S. Lambert et al. (60) の最近の研究では、K—Ar 法の数値は 271×100 万年のままになっているが、Rb—Sr 法の方は 285×100 万年になっている。かくして、J. Kulp の採用した P—C の境の年代は R. S. Lambert の1961年の Rb—Sr 法できめられた数値 (285×100 万年) に近いし、1960年 (59) と1961年 (57) の K—Ar 法のデータをソビエトで採用している K^{40} の崩壊係数 $\lambda_k=0.557 \cdot 10^{-10} \text{ year}^{-1}$ で再計算した数値に近い。

かくして、J. Kulp の1961年の表との比較から論じられたように、石炭紀と二疊紀との境は著者が Rb—Sr 法に基づいて考えた 280×100 万年を採用したい。

Kulp の Vogeze 花崗岩の資料から Tournaisian と Visean の境として H. Faul (61) は、3つの黒雲母の Rb—Sr 法による 322×100 万年、K—Ar 法による 329×100 万年を採用した。H. Faul は K—Ar 法については $\lambda_k=0.585$ を、Rb—Sr 法については 1.47 を使用したことが想像される。かくして、Visean は Rb—Sr 法できめた 322×100 万年よりも古くはないであろう。

石炭紀とデボン紀の境は Kulp の表とくらべると 15×100 万年もちがう。

ここで提案した C_1-D_3 の境はより真実に近いであろう。というのは、若干のアメリカの生層序学者の意見によれば、この境は $340 \sim 350 \times 100$ 万年より古くはないということである。

このことについて、J. C. Cobb (49) はチャタングの上部デボン系の粘板岩の時代についての問題において、サンプルの質は悪くないと答えている。しかし、J. Kulp and J. Cobb (50) の研究に、 $Pb^{208} : Pb^{206}$ の比を考え合わせてチャタング層の時代は $320 \sim 350 \times 100$ 万年であろうと考えた。ニューヨーク科学アカデミーの報告で、J. Adams et al. の研究についての討論の中で、J. Kulp (1961, p. 394) は、J. Cobb は U—Pb 法による2つの数値をえた。1つはチャタングの上部デボン系の 340×100 万年で、他の1つはスウェーデンのコリマのカンブリヤ系の 500×100 万年であると述べている。

したがって、ここに提案したデボンと石炭紀の境の 330×100 万年という値は若干古すぎてさえない。

すでに基準点の選定のときに述べたように、デボン紀とシルリヤ紀の境は、一つの値、 405×100 万年という年代がでている。J. L. Kulp の表ではシルリヤ紀の長さは 20×100 万年と評価されており、われわれによつて 25×100 万年と想定されている。シルリヤ紀の下限はより確かめる必要がある。

カンブリヤ系の各部分や、その下にある上部原生界の年代決定のデータから、カンブリヤ紀と原生代との境は 560×100 万年よりも古くはないということは確信をもつていえる。これと関連して、カンブリヤ紀の長さ 70×100 万年は J. Kulp の表よりも真実に近いであろう。彼の表では 100×100 万年に近い。

地質年代代表の基準点についての新しいデータをみると、現在の表は、1960年に年代委員会によつてつくられた表よりも、もつと多くの基準点に基づいていることがわかる。

しかし、表の基礎になっているのは、いままでどおり、K—Ar 法の数字である。もちろん若干のものについては U—Pb 法や Rb—Sr 法の数字が採用されている。

ある鉱物についてえられた数字が信頼できるかどうかは、表をつくるときにおける本質的な問題である。しかし、このことと関係して、若干の基準が放射線学者、地質学者にある。それは、K—Ar 法の適用のとき、黒雲母でえられた数字のみがとるにたるものであるというようなことを意味するものではない。現在、いろいろの方法によつて大量の数値がえられている。あらゆるデータの総和がそれらの鉱物の有用性をきめる基礎になるであろう。これと関連し

て、多くの研究者の中に、台地地域の噴出岩層からのサニディン、堆積岩層からの海緑石についての数値を疑うむきがでてゐる。このために、われわれは地質学的一岩石学的方法で、あとからの変成作用のないことをたしかめる必要がある。

第14表 いろいろの研究室のデータによるカザフスタンの若干の花崗質岩石の岩体の年代

岩 体	V. K. モンチ, A. A. イ ワノフ, I. I. ザミヤテ イン, 1961			A. V. コムレフ他, 1960			I G E M	
	K-Ar 法			K-Ar 法		Pb ²⁰⁸ /Th	K-Ar 法	
	雲母	カリ長石	全岩石	雲母	カリ長石	モナズ石 ブ ラ ン ネ ラ イ ト	雲 母	カリ長石
《後期ヘルシニヤ》 C ₃ -P ₁ ア ク チ ヤ タ ウ				292		292		
				308		328		
						320		
						295		
マ イ タ ス					282	290		
						260		
	280	288	280				284 (黒雲母)	
	277	262	295				316 (外接触部の 花崗岩中の白雲 母)	
バ ト イ ス タ ウ	306	262						
		265						
				320	316	262		270
				310	300	295		
ベ ク タ ウ ・ ア タ				280	246			
					260			
					300			
					290			
				298		270		
ジ ャ ネ ッ ト				295				
				290				
オ ル タ ワ	250					253		
《中期ヘルシニヤ》 C ₂ ア ル シ ャ ル イ	300		292				300	277
	285							
	(366)		277					
南部ジュアンコヌル			花崗閃 緑 岩	360			300	270
							300	
							280	
カルドイルミンスキー				330				
				345				
北部ジュアンコヌル	357							
シ エ ト ス キ ー	370							
コ イ タ ス	247		270					

第 15 表

著者, 年	後期石炭紀			中期石炭紀			前期石炭紀		
	岩体	K-Ar法		岩体	K-Ar法		岩体	K-Ar法	
		黒雲母	岩石		黒雲母	岩石		黒雲母	岩石
K. I. サトバエフ 他, 1963	コルダルス スカヤ層	—	310	ケルゲタス スカヤ層		330	ジュンガル スキー アルタウ	355	
〃	カルドイル ミンスキー 岩体 (15個 の平均)	325	—						
V. E. ゲンドレル G. P. セメノー フ 1962	コルダルス スキー岩体, アダメロ岩 石英閃緑岩	—	334 333 285 277 262						
	西部バザル スキー岩体	329	286						
	ナルインス スキー岩体	326 318							
A. I. イワノフ, V. K. モンチ他 1961				サヤンスキ エ	352 310 320 330		アクリ ラン: M=1 M=3 760a	326 306 306 330	— — — —
				シエトスキ ーコイタス	247 370	276 —			
				アルシャ ルイ	366 300 285	292 277			

また、ある面では、花崗質岩石からとりだされた黒雲母は、しばしば緑泥石化していたり、パーミキュライト化していたりして、地質学的位置をきめられた岩石を年代測定したときに矛盾した結果を生じることがある。

これと関係して、もし、地質学的、岩石学的にきびしくコントロールされるか、あるいは Rb-Sr 法や U-Pb 法でコントロールされるかとするならば、黒雲母 (少なくとも 6.5~7.0 %のKをふくみ、新鮮なもの) についてのみでなく他の鉱物 (サニディン・海緑石・輝石・角閃石) についても K-Ar 法でえられた数字を利用できるだろう、ということも考えられる。

結論として、カンブリア紀以降の若干の地質学的境について提案した年代測定は、1961年の J. Kulp の表に近いということがいえる。これは、その表の基礎になつているデータの検討のあとに可能になつた。

Rb-Sr 法や U-Pb 法でえられた数字をもつた若干の境は、ソビエトとアメリカにおける K の崩壊係数のちがいで生じた不一致があることが明らかとなつた。Kulp の表において K-Ar 法によつてえられた地質学的境の数字は、ソビエトで採用されているコンスタントで再計算された。アメリカの λ_k , λ_β もソビエトの λ_k , λ_β も完全ではない。かくして、K-Ar 法による真実の年代は、地質年代学者によつて公表されているすべての分析データについて、 λ_k , λ_β の値を実験的に検討したあとで、はじめてえられるであろう。

さいごに、ここに提案した年代と、カザフスタンの資料で年代決定したものが、若干の地

質学的境について食違っている問題を予報的に述べておく。

カザフスタン科学アカデミーのデータによれば、二疊紀の後期が 304×100 万年、 P_1-C_3 の境が 311×100 万年、 C_2-C_3 が 330×100 万年である。また、VSEGEI のデータによれば、 T_1-P_2 の境は 256×100 万年で、われわれが提案したものや J. Kulp の 1961 年の表とひどくちがっている。

K. I. サトパエフ, V. K. モンチ, A. I. イワノフ, T. F. リャピチェフ, T. P. セメノフ (40) の総合的報告には、二疊紀の年代測定について年代学的、地質学的根拠があげてある。

後—中期石炭紀の褶曲よりも若くて、二疊紀であろうと考えられているアルカリ岩のタラスク火成岩体 (アルカリ輝石—擬白榴石—シオンキン岩、閃長岩など) の数 10 のサンプルの黒雲母のデータの平均値として $278 \pm 8 \times 100$ 万年の値を示している。

二疊紀の動物化石をふくむ層の上に不整合にのついている粗面玄武岩を貫く黒雲母—リーベックカイト花崗斑岩 (クイズイルカヤ岩体、アヤグズ河の左岸) の黒雲母の時代に基づいて $296 \pm 15 \times 100$ 万年という数値がでている。

アクチャトフスキー型の稀金属を伴う優白質、アラスカイト質花崗岩の黒雲母 39 個の平均として $293 \pm 15 \times 100$ 万年という値がでている。アクチャータウ、コクテンコル、ジャネット、東部コスラッド、ベクタウアタ、オルタウ、バヤン・アウルなどの進入岩体はこれに相当する。これらの岩体は、下部石炭系の上部の海棲動物化石をもつた層や、中—上部石炭紀の植物化石をもつた火山源岩層を貫いている黒雲母花崗岩や花崗閃緑岩よりも若くて二疊紀と考えられている。第 14 表には後期ヘルシニヤ期の岩体の年代があげてある。第 15 表には石炭紀の各部分に相当する岩体の年代があげてある。

かくして、世界の多くの地域と同様に、カザフスタンでも、ヘルシニヤ期の花崗質岩石の火成活動の中でアラスカイト質でしばしば稀金属などを伴う花崗岩は区分されている。それは地質学的データから二疊紀に入れられている。

カザフスタンでは、アラスカイト質の稀金属を伴う花崗岩は、岩石学的に composite massif の一員の中に入れられている。たとえばバヤン・アウル、ジャネット、オルタウなど (40)。黒雲母による時代決定のためのサンプルの特徴から考えて (L. V. コムレフ, V. K. モンチその他, 21, 23, 24), この花崗岩はアラスカイトではないらしい。アラスカイトから分析用の新鮮な黒雲母を分離することはたいへんむづかしいことである。

たとえば、バヤン・アウル岩体の時代をきめるのに、中粒灰色の花崗岩からの黒雲母を分析した (23)。この黒雲母は 290×100 万年を示している。V. K. モンチによれば、バヤンアウル進入岩体はムルザーチェク山の部分で Famennian 層に接触変成を与えている。

L. V. コムレフ (24) の研究にジャネットの岩体の黒雲母と花崗岩についてのデータがある。残念なことには、第 1 表と本文の間に食違いがあつて、それがどこでも説明されていない。本文では (p. 211), 桃色細粒のアラスカ岩質花崗岩を切る長石—黒雲母脈の黒雲母, No. 100/57 が 260×100 万年の値をもつていてと書いてある。第 1 表ではそのサンプルの時代は 298×100 万年となつている。さらに本文では (p. 211), サンプル 102/57—花崗岩は 260×100 万年の値をもつていて「サンプル 100/57 の黒雲母の時代とよく一致している」と書いてある。第 1 表では 102/57 はたしかに 260×100 万年の値を示している。

このような食違いは著者でなければ解決のしようがない。しかし、あらゆる場合を考えてみても、ジャネットの花崗岩を切る脈の黒雲母の 260×100 万年という値の方が信頼度があるようである。たとえば、ジャネット岩体のモナズ石の時代が Pb—アイソトープ法で (Pb^{208}/Th による) 平均 270×100 万年であることなどからも確かめられる。

オルタウ岩体は中部および下部デボン系の噴出岩層を貫いている。その上限のデータはない。L. V. コムレフによれば、オルタウ岩体は多くの岩相をもつアラスカ岩質花崗岩であるという。その中には、粗粒、中粒、細粒の花崗岩、花崗斑岩、アプライトもある。もつとも多い

のは粗粒および中粒の花崗岩である。その場合《アラスカイト質花崗岩》という名前で解釈されるようなものは不明である。もし、そのようなものがオルタウの複合岩体の中にあるのなら、どのくらいの割合でその中にあるのであろうか？

岩体の南部の粗粒花崗岩の洪積統の礫となっているものからのモナズ石の時代は、 Pb^{208}/Th で 253×100 万年、 Pb^{206}/U で 263×100 万年である。

V. K. モンチ (21) によれば、オルタウのアプライト質花崗岩中のペグマタイト脈の白雲母は平均 250×100 万年である。新鮮な黒雲母をふくむアラスカイト質花崗岩の多相侵入岩体であるオルタウ岩体は、V. K. モンチによれば後期ヘルシニヤ (二疊紀) と考えられる。

L. V. コムレフ, M. S. フィリポフその他 (24) の論文には、ベクタウ花崗岩のアルゴン法による年代測定データがある。それは $246 \sim 316 \times 100$ 万年の値である。3つの黒雲母による年代は 310, 280, 310×100 万年である。

2つの黒雲母サンプル 1/56, 17/56 (24, 第1表) は、それを分離した全岩石よりも小さい値を示している。サルイ・クリジ山の南麓のペグマタイト脈のプロムストランディンの Pb -アイソトープ法による年代は 295×100 万年を示している。

L. V. コムレフによれば、サルイ・クリジ山のペグマタイトに起源をもつ洪積統礫のモナズ石の年代は 262×100 万年 (Pb^{208}/Th による) である。

検討されたデータはカザフスタンのヘルシニヤの火成活動がソビエトの他の地域のものと同様に似ていることを証明している。

稀金属鉱化作用は、モナズ石の Pb -アイソトープ法によれば $270 \sim 280 \times 100$ 万年の年代をもっており、これは他の地域のものと同様に似ている。

しかし、上述の二疊紀の侵入岩体の全岩石および雲母の K - Ar 法による年代はたいへんばらばらである。黒雲母による 320×100 万年のオーダーの年代はアクチャタウ型の複合岩体の活動が石炭紀であることを示している。その岩体は上記のことから考えてみて、アラスカ岩質マグマの一回の侵入の結果生じたものとはとても考えられない。

多くの場合、年代決定された岩体は多相である (たとえば、V. K. モンチクによるバトイスタウ侵入岩、またはジュアンコヌル、ベクタウ-アタ、アルシャルイなど)。その場合、岩体のどの時期のものについて年代決定をしたかが問題となってくる。

ことに、V. K. モンチその他 (21) が黒雲母について $270 \sim 280 \times 100$ 万年および 300×100 万年というデータとともに (アルシャルイ、バトイスタウ)、 366×100 万年 (アルシャルイ) と 357×100 万年 (ジュアンコヌル) という値もだしているとき、 100×100 万年もちがっている値をどう考えるべきか、ということが問題になるであろう。

複雑な多相岩体である後期ヘルシニヤの (優白質、稀金属をふくむ) 花崗岩のようないろいろの時代の花崗質岩石の真の関係をきめることはむづかしいが、カザフスタンの地質学者達によつて石炭紀のいろいろの時代にきめられた花崗質岩石についてのデータをみなおすことは時宜に適つたものである。

K. I. サトパエフ, V. K. モンチその他 (40) の総合的な報告の中で、石炭紀上部は、まず第1にコルダルマキー層の岩石からきめられた 310×100 万年の値があげられていた。次に、カルドイルミンスキー岩体 (コクス, サルイーチャブインその他) の15個の黒雲母の年代の平均である 325×100 万年があげられている。

カルドイルミンスキー複合岩体の花崗質岩石は中部石炭系を貫き、下部二疊系中に礫となつてあらわれる。また、二疊紀のアラスカ岩質花崗岩によつて貫かれる。

V. K. モンチその他 (21) の研究によれば、後期石炭紀の侵入岩類-コルダルスキー複合岩体-の数字に次のようなものをあげている。アダメロ岩は岩石で測定して 334×100 万年、石英閃緑岩は岩石および黒雲母で 285×100 万年、カリ長石で 277×100 万年を示している。

この複合岩体は西部バザルスキー岩体に相当するもので、その黒雲母は 326×100 万年を示

す。また、黒雲母で 318, 326×100 万年を示し、岩石で 286×100 万年を示すナルインスキー岩体にも相当する。L. V. コムレフその他 (23) の研究ではカドイルミンスキー帯 (岩体ではない) の花崗質岩石からの黒雲母は 330, 340, 350, 360 および 440×100 万年の値を示している。

K. I. サトパエフその他 (40) の研究では、中期石炭紀の絶対年代測定の基礎としてカレゲタスキー層の 330×100 万年という数値を示している。トパルスキー岩体の花崗閃緑岩はカドイルミンスキー岩体の上部石炭紀の花崗岩によつて貫かれている。ジュンガルスキーアルタイの侵入岩類は下部石炭系を貫いているが、その 7 個の黒雲母のデータの平均として 355×100 万年の値が与えられている。

V. K. モンチその他 (21, p. 42) の研究で、サヤンスキー花崗岩は中期石炭紀にしてあるが、その時代は若干の黒雲母によれば、352, 310, 320, 330×100 万年である。

その研究で (21), シントスキー・コイタスの花崗閃緑岩を中期石炭紀に入れている。1) No. 544 の花崗閃緑岩の全岩石では 276×100 万年, その黒雲母は 247×100 万年である。2) No. 1258 の優白質黒雲母花崗閃緑岩の黒雲母は 370×100 万年を示している。後の数字を考慮に入れながら、V. K. モンチたちは次のように書いている。《えられた 370×100 万年という年代は、以前ジュアンコヌル岩体の他の花崗閃緑岩岩体についてえられたものとよく一致している》かくて、1960 年の L. V. コムレフ (23) のデータが考慮される。そこでは南部ジュアンコヌルの花崗閃緑岩の時代は 360×100 万年にきめられている。シエトスキー・コイタスの表にあげられている 2 つの黒雲母の年代がわかれていること (247 と 370×100 万年) の理由は、本文にも明らかにされてはいない。本文には (p. 44), 370×100 万年の数値は多すぎるのであろうが、これはサヤンの花崗閃緑岩の 352×100 万年と近い値といえる、とのみ書いてある。ソビエト科学アカデミー IGEM の研究室のデータでは、ジュアンコヌル岩体の花崗閃緑岩の雲母の年代は、300, 288, 300, 284×100 万年で、アルカリ長石の年代は 270×100 万年である (同じサンプルの黒雲母は 300×100 万年)。

V. K. モンチその他は (21) はアルシヤルイ岩体を前期または中期石炭紀の侵入岩類にして

いる。
この岩体の花崗岩の黒雲母は 366, 300 および 285×100 万年の値を示し、全岩石は 292 および 277×100 万年を示す。366×100 万年は新鮮な花崗岩を反映するものであるが、285 および 300×100 万年は交代の変質をうけたものであろうと推定している (21, p. 45)。285×100 万年の値を示す B-337 のサンプルは、366×100 万年の値を示す B-39 の黒雲母よりも K に富んでいるにもかかわらず、IGEM の実験室のデータによれば、アルシヤルイ岩体の黒雲母の時代は 300×100 万年 (K=7.07%) で長石は 277×100 万年である。

V. K. モンチその他 (21) はアクソランスキー岩体を早期ヘルシニヤ期 (前期石炭紀) にしている。それは上部デボン系を貫き、後一前期石炭紀の花崗質侵入岩類に貫かれている (21, p. 35)。アクソランスキー岩体の花崗閃緑岩の黒雲母 M-1 は 326×100 万年の年代をもっており、M-3 の黒雲母は 306×100 万年、760 a (花崗岩) は 330×100 万年をもっている。

第 14 表にあげてあるいろいろの岩体についてのデータと第 15 表にあげてある石炭紀の各部分の花崗質岩体の年代のデータとを比較すると、カザフスタンのヘルシニヤ期の火成活動の年代決定の現状がたいへん複雑であるということが理解できる。

黒雲母についての測定結果は、前期石炭紀および後期石炭紀とされている侵入岩類にも 325×100 万年というオーダーの似たような数値になつている。中期石炭紀の侵入岩類についての黒雲母のデータは 2 つのグループの数値を示している。すなわち、縁辺地域では 360 と 300×100 万年 (9 個の数値)、また、370×100 万年 (シエトスキー・コイタス) と 285×100 万年 (アルシヤルイ) である。後期ヘルシニヤ期 (二疊紀) の侵入岩類にしてあるものでは雲母は約 290×100 万年、320×100 万年 (ベクタウ・アタ) と 277×100 万年 (バトイスタウ) の範囲を示し

ている。また、オルタウ岩体は 250×100 万年という値をもっているが、それは花崗岩ではなく、より末期の白雲母脈のものである。

カリ長石による年代と全岩石による年代とは、全体としてかなり安定した値を示すことは興味のあることである。カリ長石の7個の測定値の平均は 270×100 万年で、それは $288 \sim 260 \times 100$ 万年の範囲である。

V. K. モンチその他 (21) が石炭紀のいろいろの部分にした進入岩類は、長石による年代は、二疊紀の長石の時代にたいへん近い値を示している。

二疊紀の進入岩類にかえてみると、そのモナズ石やブランネライトの8個の平均は (Pb^{208}/Th の比による) 277×100 万年であるが、もしアクチヤタウ (コムレフ, 1957) の少しはずれた2つの値、 328 と 330×100 万年を加えて平均すると 287×100 万年という値になる。

これらの平均値 (277 および 287×100 万年) は同じ進入岩体の黒雲母についての値 (290×100 万年) やカリ長石の値 (270×100 万年) に近い。もし、Dartmoore タイプの花崗岩 (J. L. Kulp) と関係した閃ウラン鉱の U—Pb 法の数値やその他のデータを加えると、カザフスタンの優白質進入岩類 (後—中期石炭紀, 先後期二疊紀) の年代はソビエトや西部ヨーロッパの他の似たような進入岩体とそれほど開きがない。石炭紀と二疊紀の境の年代は 275×100 万年という数値がでているからである (1961年の J. L. Kulp の表によれば 280×100 万年)。

上述のいろいろのことから考えても、いろいろの時代があるカザフスタンの火成岩を、個々の岩体の地質学的位置から、また発展の時間的、空間的段階を細分することは、たいへん困難なことであり、補足的な研究が必要である。

かくて、現在では、カザフスタン地方独得の地質年代表について語ることや、カザフスタン地方のデータを地質年代表にくみ入れることは時期尚早である。

カザフスタンの地質年代表の問題を解決するためには、基準点としてえらばれた地域の詳細な地質学的、岩石学的、層位学的研究が必要であり、同時にいくつかの実験室でいろいろの方法で測定することが必要である。

文 献

1. Афанасьев Г. Д. О кайнозойском магматизме Кавказа и о некоторых итогах определения абсолютного возраста кавказских пород К—Аг-методом. Изв. АН АН СССР, сер. геол., No. 6, 1957.
2. Афанасьев Г. Д. Геология магматических комплексов Северного Кавказа и основные черты связанной с ними минерализации. Тр. Ин-та геол. рудн. месторожд., петрогр., минералогии и геохимии АН СССР, вып. 20, 1958.
3. Афанасьев Г. Д. Некоторые геологические результаты исследований абсолютного возраста горных пород. Изв. АН СССР, сер. геол., No. 9, 1959.
4. Афанасьев Г. Д., Абдуллаев Р. Н., Багдасарян Г. П., Кнорре К. Н., Рубинштейн М. М., Студеникова З. В. Итоги геохронологических исследований магматических горных пород Кавказа. В кн. «Междунар. геол. конгр., XXI сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 3» Изд-во АН СССР, 1960.
5. Афанасьев Г. Д., Шанин Л. Л., Гольцман Ю. Б., Носкова В. Г. О реперных пробах для абсолютной геохронологической шкалы и некоторых принципах ее разработки. В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
6. Афанасьев Г. Д., Борисевич И. В., Шанин Л. Л. Оагеологической интерпретации радиологических данных по определению абсолютного возраста горных пород. Изв. АН СССР, сер. геол., No. 1, 1962.

7. Афанасьев Г. Д., Борисевич И. В., Шанин Л. Л. Случаи неравновесных отношений Ag и K в биотитах в связи с созданием геохронологической шкалы в абсолютном летоисчислении. Изв., АН СССР, сер. геол., No. 1, 1963.
8. Афанасьев Г. Д., Лупанова Н. П., Свиридов В. В. О девонском возрасте филлитовых сланцев бассейна р. Уруп (Северный Кавказ). Докл. АН СССР. т. 148, No. 2, 1963.
9. Афанасьев Г. Д., Иванов И. Б., Шанин Л. Л. K—Ag-возраст верхнетретичных изверженных пород. Докл. на XII сес. Комис. по опред. абсол. возраста при ОГГН АН СССР 1963.
10. Афанасьев Г. Д., Беликов Б. П., Воларович М. П., Залесский Б. В. О Физических свойствах некоторых горных пород Индии и Цейлона и их абсолютном возрасте. Докл. на XII сес. Комис. по опред. абсол. возраста ОГГН, 1963.
11. Багдасарян Г. П., Гукасян Р. Х. Исследования по разработке геохронологических реперов к шкале абсолютного геологического времени (по материалам Армянской ССР). Тр. XII сес. Комис. по опред. абсол. возраста ОГГН. 1963.
12. Виноградов А. П., Тугаринов А. И. Некоторые опорные определения абсолютного возраста (к мировой геохронологической шкале). Докл. АН СССР, т. 134, No. 5, 1960.
13. Вялов О. С. и др. Схема стратиграфии миоцена Закарпатья. Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол., т. 37, вып. 5, 1962.
14. Гаррис М. А. Материалы к геохронологической шкале СССР, выраженной в абсолютном летоисчислении. В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
15. Гаррис М. А., Дядин Н. Н., Закирова Ф. С. Предварительная геохронологическая шкала докембрия и палеозоя Южного Урала и восточной части Русской платформы. В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
16. Гаррис М. А. Геохронологическая шкала Урала и основные этапы его развития в докембрии и палеозое (по данным K—Ag-возраста). Докл. на XII сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций ОГГН, 1963.
17. Гендлер В. Е., Семенова Т. П. Геохронологические исследования гранитоидов Тарбагатая по данным аргонового метода. В кн. «Тр. X сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1962.
18. Геохронологическая шкала в абсолютном летоисчислении по данным лабораторий СССР на 1960 г. Изв. АН СССР, сер. геол., No. 10, 1960.
19. Едигарян З. П. Литология нижнетриасовых отложений Северо-Западного Кавказа. В кн. «Геология Центр. и Зап. Кавказа», т. 3. Гостоптехиздат, 1960.
20. Иванов А. И., Ляпичев Г. Ф., Замятин Н. И. Абсолютный возраст анортоклазовых гранит-порфиров из Тениз-Куржункульской мульды (Центр. Казахстан). В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
21. Иванов А. И., Монич В. К., Замятин Н. И. Абсолютный возраст гранитоидных интрузий южной части Центрального Казахстана. Бюлл. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций, вып. IV, 1961.
22. Иванов А. И., Монич В. К., Старов В. И. Абсолютный возраст интрузивных

- комплексов Заилийского Алатау и Кандыктаса. В кн. «Тр. XI сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций», 1963.
23. Комлев Л. В., Филиппов М. С., Данилевич С. И., Крюкова Н. Ф., Кучина Г. Н., Михалевская А. Д. Абсолютный возраст группы герцинских гранитовых плутонов Центрального Казахстана. В кн. «Тр. VII сес. комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1960.
24. Комлев Л. В., Филиппов М. С., Данилевич С. И., Крюкова Н. Ф., Кучина Г. Н., Михалевская А. Д. и Савонников В. Г. Возраст гранитной интрузии Бектау-ата в Северном Прибалхашье (Центр. Казахстан). В кн. «Тр. VII сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1960.
25. Комлев Л. В., Данилевич С. И., Иванова К. С., Зыков С. И., Кучина Г. Н., Михалевская А. Д. и Филиппов М. С. О возрасте некоторых редкометалльных гранитных интрузий Центрального Казахстана. Геохимия, No. 8, 1957.
26. Комлев Л. В. Абсолютный возраст гранитных интрузий Центрального и Северного Казахстана и шкала геологического времени. В кн. «Междунар. геол. конгр., XXI сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 3. Опред. абсол. возраста дочетвертичных формаций». Изд-во АН СССР, 1960.
27. Кришнан М. С. Геология Индии и Бирмы. Изд. иностр. лит., 1954.
28. Кропачев С. М. К стратиграфии среднего палеозоя зоны Передового хребта между реками Даут и М. Лаба. В сб. «Геология Центр. и Зап. Кавказа». Гостоптехиздат, 1962.
29. Малеев Е. Ф. О двухъярусном строении Выгорлат-Гутинской вулканогенной гряды (Закарпатье). Докл. АН СССР, т. 148, No. 5, 1963.
30. Овчинников Л. Н. Уральские материалы к абсолютной геохронологической шкале. В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
31. Овчинников Л. Н., Панова М. В., Дунаев В. А. Сопоставление абсолютного возраста палеозойских эффузивов Урала с биостратиграфическими данными В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
32. Овчинников Л. Н., Панова М. В., Шингарева Ф. Л. Абсолютный возраст некоторых геологических образований Венгрии. В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
33. Полевая Н. И. Материалы для составления последокембрийской шкалы абсолютной геохронологии. В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
34. Полевая Н. И., Мурина Г. А., Спринцзон В. Д., Казаков Г. А. Определение абсолютного возраста осадочных и вулканогенных формаций. В кн. «Междунар. геол. конгр., XXI сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 3». Изд-во АН СССР, 1960.
35. Робинсон В. Н. Геохронологический обзор области триаса и палеозоя бассейна рек Лабы и Белой на Северном Кавказе. Тр. Всес. геол. объедин., вып. 226, 1932.
36. Розенкранц А. А., Семенова Т. П., Ковалева В. В. К вопросу об абсолютном возрасте молодых эффузивов Сев.-Вост. Прибалхашья. В кн. «Тр. XI сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1963.

37. Рубинштейн М. М. Об абсолютном возрасте некоторых магматических образований Грузии. В кн. «Тр. V сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1958.
38. Рубинштейн М. М., Гельман О. Я. Необходимость хнификации значения констант радиоактивного распада K^{40} , используемых при расчете абсолютного возраста. Изв. АН СССР, сер. геол., No. 6, 1962.
39. Рубинштейн М. М., Гельман О. Я., Григорьев И. Г., Лашхи Б. А., Узнадзе А. Л., Чиквиадзе Б. Г. К вопросу о составлении абсолютной геохронологической шкалы. В кн. «Тр. IX сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1961.
40. Сатпаев К. И., Монич В. К., Иванов А. И., Ляпичев Т. Ф., Семенова Т. П. Абсолютный возраст некоторых магматических и металлогенических формаций. Изв. АН КазССР, сер. геол., вып. 3 (54), 1963.
41. Соболев Р. Н. и Емельяненко П. Ф. Возраст интрузий гранитоидов Сарысу-Тенизского поднятия. Сов. геология, No. 62, 1957.
42. Студеникова З. В., Кнорре Г. О. О возрасте гранитов Северного Кавказа. Геохимия, No. 7, 1957.
43. Фирсов Л. В. Абсолютная датировка изверженных пород Крыма в качестве реперных образований для байоса. Изв. АН СССР, сер. геол., No. 4, 1963.
44. Хамрабаев И. Х., Аскарлов Ф. А., Магдиев Р. А. Абсолютный возраст некоторых массивов Западного Узбекистана по данным предварительных определений калий-аргоновым методом. В кн. «Тр. XI сес. Комис. по опред. абсол. возраста геол. формаций». Изд-во АН СССР, 1963.
45. Эристави М. С. Нижний мел Кавказа и Крыма. Монография АН ГрузССР, No. 10, 1960.
46. Aldrich L. T., Wetherill G. W., Davis G. L. a. Tilton G. K. Radioactive ages of micas from granitic rocks by the Rb—Sr and K—Ar methods. Trans. Amer. Geophys. Union, vol. 39, 1958.
47. Baadsgaard H., Lipson J. a. Folinsbee R. E. The leakage of radiogenic argon from sanidine, Geochim. et cosmochim. acta, vol. 25, No. 2, 1961.
48. Clark D. L. U—Pb-age determination and upper devonian biostratigraphy. Bull. Geol. Soc. America, vol. 72, No. 1, 1961.
49. Cobb J. C. Dating of black shales. Ann. N. Y. Acad. Sci., vol. 91, 1961.
50. Cobb J. C. a. Kulp J. L. U—Pb-age of the Chattanooga shale. Bul. Geol. Soc. America, vol. 71, No. 2, 1960.
51. Frickson G. P., Kulp J. L. Potassium-argon measurement on the Palisades Sill. New Jersey. Ann. N. Y. Acad. Sci., vol. 91, 1961.
52. Evernden J. F., Curtis O. H., Obradovich J., Kistler R. On the evaluation of glauconite and illite for dating sedimentary rocks by the potassium-argon method. Geochim. et cosmochim. acta, vol. 23, No. 1/2, 1961.
53. Harley P. M., Boucot A. J., Alber A. L., Faul H., Pinson W. H., Jr., Fairbairn H. W. Minimum age of the Lower Devonian slate near Jackman, Main. Bull. Geol. Soc. America, vol. 70, 1959.
54. Holmes A. A revised geological time-scale. Trans. Edinburgh Geol. Soc., vol. 17, No. 3, 1960.

55. Gilletti B. J., Gast P. W. Absolute age of pre-Cambrian rocks in Wyoming and Montana. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 91, 1961.
56. Kulp J. L. The geological time-scale. *Rep. Internat. Geol. Congr., Norden. Ph III. Pre-Quaternary absolute age determination.* Copenhagen, 1960.
57. Kulp J. L. Geological time-scale. *Science*, vol. 133, No. 3459, 1961.
58. Kulp J. L. Potassium-argon dating of volcanic rocks. *Bull. volcanol.*, t. XXVI, 1963.
59. Kulp J. L., Long L. E., Giffin C. E., Mills A. A., Lambert R. St. J., Gilletti B. J. a. Webster R. K. Potassium-argon and rubidium-strontium ages of some granites from Britain and Eire. *Nature*, vol. 185, 1960.
60. Lambert R. St. J. a. Mills A. A. Some critical points for the paleozoic time-scale from British Isles. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 91, 1961.
61. Faul H. Some peleozoic dates in Maine, western Europe and Southern United States. *Ann. Acad. Sci.*, vol. 91, 1961.
62. Faul H. Geological time-scale. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 71, No. 5, 1960.
63. Faul H., Stern T. W., Thomas H. H. a. Elmore P. L. D. Ages of intrusion and metamorphism in the Northern Appalachians. *Amer. J. Sci.*, vol. 261, 1963.
64. Folinsbee R. E., Baadsgaard H. a. Lipson J. Potassium-argon time-scale. *Internat. Geol. Congr., Pt. III. Pre-Quaternary absolute age determination.* Copenhagen, 1960.
65. Folinsbee R. E., Baadsgaard H., Lipson J. Potassium-argon dates of upper Cretaceous ash folls, Alberta, Canada. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 91, 1961.
66. Pinson W. H., Jr. Some points on the geological time-scale from Nova Scotia and New England. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 91, 1961.
67. Plevaya N. I., Murina G. A., Kazakov G. A. Utilization of glauconite in absolute dating. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 91, 1961.
68. Mösebach R. Khewrait vom Khewra gorga. Pakistan, ein neuer Typus kalireicher Effusivgesteine. *Neues Jahrb. Mineral. Abhandl.*, Bd. 89, 1956.
69. Rubinstein M. M. Some critical points of the postcryptozoic geological time-scale. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 91, 1961.
70. Winogradow A. P., Tugarinow A. I., Zhirowa V. V., Jykov S. I., Khorre K. G., Lebedew V. I. Über das Alter der Granite und Erzvorkommen in Sachsen. *Freiberger Forschungsh.*, 57, 1959.
71. Smith D. G., Baadsgaard H., Folinsbee R. E., Lipson J. K/Ar-age of lower Devonian bentonites of Gaspe, Quebec, Canada. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 72, No. 1, 1961.
72. Agams I. A., Osmond J. K., Edwards G., Henle W. Absolute dating of the Middle ordovician. *Nature*, vol. 188, No. 4751, 1960.