一般論文

ガラスセニ濾紙を用いる尿中の全アルファ放射能 測定法の検討 (第2報)

ガラスセニ濾紙によるアクチノイドの捕集および
収率変動についての考察

赤石 準^{*1}, 服部隆充^{*2}, 福田 洋^{*2}, 矢部 明^{*2}

(1975年9月18日受理)

Examination of the Method for Measurement of Gross Alpha Activity in
Urine Using Glass Fibre Filter Paper (II)

Uptake of Actinoids on Glass Fibre Filter Paper and
Some Investigation of the Fluctuation of the Recovery

Jun AKAISHI,^{*1} Takamitsu HATTORI,^{*2}
Hiroshi FUKUDA^{*2} and Akira YABE^{*2}

It was described in the preceding paper that the recovery of actinoids were sometimes unsatisfactory. In this paper, some experiments on the recovery were carried out. Dependence of pH on adsorption (uptake) with glass fibre filter paper, influence of the presence of ammonium nitrate and calcium magnesium phosphate on the uptake were examined for uranium, neptunium, plutonium and americium. Centrifugation of the solution were also examined. In the case of solution containing calcium magnesium and phosphate, centrifugal experiments revealed that a very small amount of precipitate was formed at pH less than 5.0, and a close relation was found between precipitate formation and uptake or centrifuged out of the actinoids. As the results, it is thought that the actinoids are first coprecipitated with phosphate precipitate, then it is separated by the glass fibre filter paper. The amount of the precipitate may be influenced by the calcium magnesium contents in the sample, or by the conditions of the pH adjustment, and it has an effect on coprecipitation or counting efficiency of the actinoids. Consequently, it seems that some extents of the recovery fluctuation is unavoidable.

I 序 論

第1報¹⁾で述べたように、EAKINS らによって開発されたガラスセニ濾紙を用いる尿の全 α 放射能測定

法^{2,3)}は、ルーチンの方法として従来⁴⁾の方法より優れていると考えられる。しかし収率の変動などの点でさらに検討が必要である。

このため、アクチノイドの中で比較的多く取扱われているウラン、ネプツニウム、プルトニウムおよびアメリシウムについて、ガラスセニ濾紙への吸着の検討を行った。また尿試料について測定を行なう場合、ガラスセニ濾紙へ吸着させる際の溶液中に含まれる硝酸アンモニウム、およびカルシウム・マグネシウムリン酸塩の影響について検討を行ない、第1報に述べた収率変動の原因を考察した。

^{*1} 日本原子力研究所保健物理安全管理部保健物理研究室；
茨城県那珂郡東海村 (〒319-11)
Health Physics Laboratory, Div. of Health Physics and Safety, Japan Atomic Energy Research Institute; Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken.

^{*2} 日本原子力研究所保健物理安全管理部体内放射能課；茨城県那珂郡東海村 (〒319-11)
Bioassay Section, Div. of Health Physics and Safety, Japan Atomic Energy Research Institute; Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken.

II 実験および結果

1. 試薬など

第1報で述べたものと同じく、市販の試薬特級品を用いた。カルシウム・マグネシウムリン酸塩は、次のようにして調製した。すなわち、多数の人から採取した尿にアンモニア水を加えてカルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿を生成させ、分離後、約500°Cで灰化して有機物を分解し、これを1規定硝酸に溶解した。

2. アクチノイドトレーサー溶液

ウラン、ネプツニウム、プルトニウム、アメリカシウムは、第1報で述べたものと同じである。実験に用いたこれらのアクチノイドの濃度は、大体において、 ^{233}U : 10^{-7} , ^{237}Np : 10^{-6} , ^{239}Pu : 10^{-8} , ^{241}Am : 10^{-10} M/l である。

3. ガラスセシイ濾紙

第1報で用いたものと同じ、東洋濾紙製 GA-100 である。

4. 比較的純粋な水溶液からの U(VI), Np(IV), (V), Pu(IV), (VI), Am(III) のガラスセシイ濾紙への吸着

イオン交換水 20 ml をビーカー (容積 50 ml) にとり、トレーサー溶液 0.1 ml を加える。溶液の pH を (1:1) および 0.5 規定アンモニア水で所定の値に調整し、10 分間放置する。磁製ブフナーロートにセットした直径 2.3 cm のガラスセシイ濾紙に、駒込ピペットを用いて滴下して濾過する (流速約 1 ml/min/cm²)。水 10 ml で、ビーカー、ピペットおよび濾紙を洗浄する。濾紙に吸着されたアクチノイドを 4 規定硝酸 10 ml で溶離 (流速約 1 ml/min/cm²) する。一方、使用したビーカー等は 4 規定硝酸 2 ml で十分に洗浄する。濾液、洗浄水、溶離液および器具の洗浄液のそれぞれについて、0.1 ml 程度の量をマイクロピペットを用いて放射能測定皿に採り、蒸発乾固後 α 放射能を測定した。ガラスセシイ濾紙への吸着率 (A) は、次式により求めた。

$$A = c / (a - b) \times 100 \quad (1)$$

ここで a はトレーサーの添加量 (cpm), b は器具洗浄液中の放射能 (cpm), c は溶離液中の放射能 (cpm) である。なお、本実験における硝酸アンモニウム濃度は、0.005~0.01 M/l である。また実験は、室温 (20~25°C) で行なった。実験結果を Fig. 1 に示す。

この実験における容器壁への吸着 (b) の大きさは、pH および元素、原子価により異なるが、添加量 (a) の数%~十数%であった。

Fig. 1 に示した吸着-pH 曲線は、従来知られている

Fig. 1 Adsorption curves of several actinoids from water ($\text{NH}_4\text{NO}_3 < 0.01 \text{ M}$).

事実と比較して特別な差異はみられなかった。Pu(VI) については、pH 4 までの吸着の増大は Pu(VI) イオンの吸着により増大したものと思われ、pH 4 以上における吸着の減少は、主として Pu(VI) の加水分解によるコロイド生成の影響と思われる。これに対し、Pu(IV) の吸着曲線は、他のアクチノイドの曲線と異なっている。Pu(IV) はコロイドを作る性質が著しく大きく、本実験の濃度では、Pu(IV)-水酸化物の溶解積 10^{-56} 程度という値から考えて、pH 約 2 においてコロイドが生成すると考えられる。pH 2.5~6.5 の範囲でガラスセシイ濾紙に対する吸着率があまり大きくないことは、Pu(IV) が実験溶液に含まれるコロイド状不純物に強く吸着していわゆる疑コロイドを生成し、この疑コロイドのガラスセシイ濾紙への吸着があまり強くないこと、およびこの疑コロイドが濾紙により濾別されないためであろう。Np(V) については、ほとんど吸着が認められなかったが、Np(IV) はかなり低い pH において強く吸着した。これは Np(IV) 水酸化物の溶解積が $10^{-55} \sim 10^{-56}$ であり^{5,6)}、Pu(IV) と同程度にコロイドを生成しやすいことを示している。本実験における Np(IV) の濃度は 10^{-6} M/l 程度であり、Pu(IV) の 10^{-8} M/l に比較してかなり高いために、実験溶液中のコロイド状不純物の影響は Pu(IV) と異なり、小さいと思われる。そしてこのために、大きい吸着率が得られたと考えられる。pH 4 以上における Np(IV) の吸着率の減少は、Np(IV) 濃度 10^{-6} M/l か

ら考えて、吸着性がより弱い Np(IV)-水酸化物の比較的大きい安定なコロイドが生成するためか、あるいはコロイド粒子の荷電がマイナスになるためであろう。

U(VI) については、本実験の濃度 10^{-7} M/l では、pH 5~6 以上でコロイドを生成すると思われる。pH 6~7 までの吸着は、U(VI)-水酸化物のコロイドの吸着と考えられ、また pH 7 以上において吸着が減少するのは、粒子の荷電がマイナスになるためであろう。

Am(III) については、本実験の濃度は 10^{-9} M/l であるが、この濃度では pH 4.5 程度で加水分解を始め、pH 7 以上でコロイドを生成することが知られている⁷⁾。したがって pH 5 までの吸着の増大は、主としてイオン吸着によるものであろう。

5. 吸着に対する硝酸アンモニウムの影響

EAKINS らの操作においても同じであるが、一般に尿のような試料は硝酸酸性で取扱われることが多く、このような溶液を塩基により中和して pH をある値に調節する場合には、当然硝酸塩が生成する。このため、これら元素のガラスセニ濾紙への吸着に及ぼす硝酸アンモニウムの影響を調べた。

実験方法は上記 4 と同じ方法であるが、水 20 ml の代りにそれぞれの濃度の硝酸アンモニウム溶液を用いた。なお、吸着時の pH は 5.0 とした。また実験は室温で行なった。この結果を Fig. 2 に示す。

Fig. 2 に示すように、Pu(VI) および Am(III) の吸着は硝酸アンモニウム濃度の増大とともに減少し、この傾向はとくに Am(III) において顕著であった。このことは、Fig. 1 に示した結果と合せ、Am(III) はこの pH では主としてイオン吸着していることを示すものであろう。Pu(VI) についても、イオン吸着によるものの比率がかなり大きいことを示すものと考えられる。一方、Np(IV)、U(VI) については、硝酸アンモニウムの影響はほとんど認められなかった。このことは、これら元素がコロイドを生成して吸着されていることを示すものと考えられる。

6. カルシウム・マグネシウムリン酸塩が共存する場合の捕集率

尿に含まれるアクチノイド元素を分離する場合、EAKINS らの用いた操作のように、分離の第1段階として試料を塩基性にしてカルシウム・マグネシウムのリン酸塩沈殿を生成させ、目的元素をこれに共沈させて分離することは、常套手段として広く採用されている。分離したこの沈殿は灰化され、硝酸溶液としてから次の吸着操作に進むため、ガラスセニ濾紙に吸着させる溶液中には、この沈殿(カルシウムおよびマグネシウム硝酸塩お

Fig. 2 Adsorption curves of several actinoids from solution containing of ammonium nitrate at pH 5.0.

よびリン酸塩となっている)が存在する。これらの影響を調べるため、尿から分離したカルシウム・マグネシウム沈殿の硝酸溶液を含む 0.25 モル、1.0 モル、および 2.0 モルの硝酸アンモニウム溶液について 4 に示した方法により、ガラスセニ濾紙による捕集率を測定した。溶液の pH は 5.0 に調整したが、pH 2~3 までは (1:1) の、それ以降においては 0.5 規定のアンモニア水を使用し、よく攪拌しながら pH 調整を行なった。

この結果を Fig. 3 に示す。硝酸アンモニウム濃度が異なっても、捕集率にはあまり大きい差異がなかったため、Fig. 3 には、測定した 3 つの硝酸アンモニウム濃度における捕集率の範囲を斜線で示した。いずれの硝酸アンモニウム濃度においても、カルシウム・マグネシウム濃度の増大とともに捕集率は増大し、カルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿量として 1~5 mg/ml の範囲では捕集率はほぼ一定であった。Am(III) および Pu(VI) については、硝酸アンモニウム濃度が高い場合には吸着率は著しく低かったが、カルシウム・マグネシウムリン酸塩がある量以上に存在する場合には、Fig. 3 に示したように高い捕集率が得られたことは興味あることである。これについては、あとで考察する。なお、人尿中のカルシウム・マグネシウムの量は、リン酸塩として 0.4~1.5 mg/ml、平均 1 mg/ml 程度である⁸⁾。したがって、この方法で尿中のアクチノイドを捕集する場合には、尿中のカ

Fig. 3 Per cent uptake of several actinoids from solution containing of Ca·Mg phosphate at pH 5.0.

The shaded area shows the range of uptake for 0.25, 1.0 and 2.0 M NH_4NO_3 , for uptake of actinoids was not affected significantly by the concentration of the salt.

ルシウム・マグネシウム量が少ない場合を考えても、ガラスセシ濾紙を通す際の溶液量を採取試料量の 1/2 ~ 1/3 とすれば、硝酸アンモニウム濃度にかかわらず、高い収率で捕集することができることになる。

7. ガラスセシ濾紙による捕集についての二、三の実験

EAKINS らは、尿から分離したカルシウム・マグネシウムの沈殿を 500°C で灰化して有機物を除き、これを 1 規定硝酸に溶解したのち、吸着操作へ進んでいる。この場合、1 規定硝酸溶液を 90°C で 20~30 分間加熱し、灰化中にピロリン酸になったリン酸を通常のオルトリン酸に戻す操作を加えないと、ガラスセシ濾紙によるアクチノイドが捕集できないことが EAKINS らによって報告されている。このこと、および第 1 報¹⁾ II, 5 で述べた前処理をしていない尿からの捕集実験の結果、ガラスセシ濾紙で捕集できなかったこと、さらに Fig. 2 に示したように硝酸アンモニウム濃度が高い場合には Pu(VI), Am(III) の吸着が著しく低下したにもかかわらず、Fig. 3 に示したようにカルシウム・マグネシウムリン酸塩が共存する場合には、高い捕集率が得られたことに関連し、次の実験を行なった。

(1) 1 規定硝酸溶液の加熱の有無と捕集率

尿から分離したカルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿を電気炉で約 500°C で灰化し、1 規定硝酸に溶解する。得られた溶液を 2 分し、一方についてはそのまま、他の一方については 95°C で 30 分間加熱する。両試料を水で希釈し、硝酸アンモニウム 0.25 モル、カルシウム・マグネシウムリン酸塩濃度を約 1 mg/ml とし、こ

Table 1 Per cent uptake of U(VI) and Am(III) by glass fibre filter paper from boiled and unboiled urine phosphates solution at pH 5.0 (NH_4NO_3 : 0.25 M).

Element	Treatment	Uptake by the filter	Centrifuged out*
U(VI)	boiled	70	60
	unboiled	~0	5
Am(III)	boiled	93	50
	unboiled	0.2	4

* Losses during centrifuging (3,400rpm, 5min).

Fig. 4 Centrifugation of U(VI) from boiled or unboiled urine phosphates solution.

Arrow indicates the minimum pH value which very small amount of precipitate are first recognized after centrifugation (NH_4NO_3 : 0.25 M Ca·Mg phosphates : 1 mg/ml).

れについて、II, 4 に示した方法により pH 5.0 における U(VI) および Am(III) のガラスセシ濾紙による捕集率を測定した。この結果を Table 1 に示す。なお Table 1 には、次に述べる遠心分離実験で得られた pH 5.0 における遠心分離率を付記した。

次に上と同じ溶液約 40 ml をガラス製遠沈管にとり、pH を所定の値に調節し、10 分間放置後 3,400 rpm で 5 分間遠心分離を行なった。遠心分離後の溶液の放射能を測定し、U(VI) および Am(III) の遠心分離率を求めた。ウラン、アメリシウムとも類似の結果が得られたが、ウランについての結果を Fig. 4 に示す。溶液の pH を高くすると、カルシウム・マグネシウムのリン酸塩沈殿が生成する。このときの pH は、両溶液ともおよそ 8 であった。しかし、pH がより低い場合にも、遠心分離後に非常に微量ではあるが沈殿の生成が認められた。この pH は、加熱を行なった溶液についてはおよそ 5、加熱しない溶液についてはおよそ 7 であった。3,400 rpm、

Table 2 Per cent uptake of U(VI), Pu(VI) and Am(III) by glass fibre filter paper from treated and untreated urine solution at pH 5.0 (NH_4NO_3 : 0.25 M).

Element	Treatment	Uptake by the filter	Centrifuged out*
U(VI)	non (raw urine, acidified)	~ 4	~ 3
	wet ashing	—	~73
	coprecipitation (Ca·Mg phosphate)	60—70	70
Pu(VI)	non (raw urine, acidified)	~ 2	~ 5
	wet ashing	—	82
	coprecipitation (Ca·Mg phosphate)	50—60	87
Am(III)	non (raw urine, acidified)	1	~ 1
	wet ashing	—	10
	coprecipitation (Ca·Mg phosphate)	70—80	45

* Losses during centrifuging (3,400 rpm, 5 min).

5分間という遠心分離の条件では、U(VI)、Am(III)とも本実験の濃度においては、それ自体が遠心分離されるような大きなコロイドが生成しないことはよく知られていることである。したがって、本実験において両者が遠心分離されたのは、生成したカルシウム・マグネシウムの沈殿に U(VI)、Am(III) が共沈し、この沈殿が遠心分離されたということ以外には考えられない。

Fig. 4 から分るように、加熱の有無、すなわち溶液中のリン酸がオルトリン酸であるか、ピロリン酸であるかにより、カルシウム・マグネシウムの沈殿生成と pH の関係にかなり大きい相違があることが判明した。Table 1 に示した pH 5.0 におけるガラスセシイによる捕集率と遠沈率の数値は、必ずしも一致していないが、このことは次のように考えられる。すなわち、加熱した場合に、U(VI) については遠沈率とガラスセシイ濾紙による捕集率がほぼ同じであるのは、U(VI) を共沈したカルシウム・マグネシウムリン酸塩がガラスセシイ濾紙により機械的に捕集されており、Am(III) について遠沈率より濾紙による捕集率が高いのは、Am(III) は U(VI) と同様に共沈によるもののほか、ガラスセシイ濾紙への Am(III) 自体の吸着が関与しているのであろう。また、加熱しない場合の共沈率が 4~5% であるのに対し、ガラスセシイ濾紙により捕集される割合が 1% 以下であるのは、Table 1 に示した遠沈率は、遠沈管壁への吸着による溶液中の U(VI)、Am(III) の損失^{*3}を考慮していないためであろう。

(2) 異なった前処理を行なった場合の捕集率

第1報で述べたように、試料にアンモニア水を加えてカルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿を生成させ、この沈殿を処理して吸着を行なった場合の捕集率が高いのに対して、この前処理を行なわずに試料尿を pH 5.0 に調節して捕集した結果、捕集率は著しく低かった。この事実と遠心分離の関係を調べた。

試料としては、(a) 特別な前処理を行なわないもの (試料尿を 0.3 モル硝酸酸性としたもの)、(b) 濃硝酸を加えて湿式灰化し、のち 1 規定硝酸に溶解し、これを 95°C で 30 分加熱したもの、(c) アンモニア水を加えてカルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿を生成させ、この沈殿を灰化後 1 規定硝酸に溶解し、95°C で 30 分加熱したもの、の 3 試料について上記(1)と同様な方法で遠沈率を測定するとともに、pH 5.0 においてガラスセシイ濾紙による捕集率を測定した。溶液中のカルシウム・マグネシウムリン酸塩濃度は約 1 mg/ml、硝酸アンモニウム濃度は約 0.25 モルである。pH 5.0 におけるガラスセシイ濾紙による捕集率を Table 2 に示す。

次に上と同じ溶液約 40 ml をガラス製遠沈管にとり、アンモニア水を加えて pH を所定の値に調節し、10 分間放置後、3,400 rpm で 5 分間遠心分離を行ない、遠沈率を求めた。ウランについての結果を Fig. 5 に示す。なお、アンモニア水を加える際、カルシウム・マグネシウムの沈殿が生成するが、この沈殿が生成し始めた pH は、(a)の前処理をしない試料、および(b)湿式灰化した試料では 7.5~8、カルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿として分離した試料は 6~7 であった。しかし、(b)および(c)の試料については、溶液の pH 3 前後においてチンダル現象が認められ、また、この溶液を遠心分離し

*3 遠沈管壁への吸着量は溶液の pH により異なるが、本実験の条件では数%以内である。

Fig. 5 Centrifugation of U(VI) from treated or untreated urine solution.

Arrow indicates the minimum pH value which very small amount of precipitate are first recognized after centrifugation (NH_4NO_3 : 0.25 M, Ca·Mg phosphates: 1 mg/ml).

a: raw urine, b: wet ashed urine, c: Ca·Mg phosphate separated from urine.

た際にきわめて微量ではあるが、遠沈管の底に沈殿が分離されていることが認められた。一方、(a)の試料については pH 7~8 以下においては、このようなことは認められなかった。

Fig. 5 に示したように、pH とカルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿生成の関係は、試料の前処理の有無により大きい差異があることが判明した。なお、Pu(VI)および Am(III) についての結果も、U(VI) の場合と大体において同様であった。

Table 2 に示した結果は、Table 1 に示した結果とはほぼ同様に解釈できる。ただ Pu(VI) について、遠沈率よりガラスセシイ濾紙による捕集率が小さいことは理解できない。第 1 報に述べたように、このような実験では実験溶液中のコロイド状不純物の影響が大きく、通常はこれら不純物を除いて実験を行なう必要がある。しかし、本実験ではコロイド状不純物の除去を行っていないため、プルトニウムについてはこの問題が関係しているのかも知れない。

III 考 察

第 1 報で述べたように、ガラスセシイ濾紙による尿中のアクチノイドの収率は、かなり大きく変動した。収率の測定に用いた試料は、多数の人から採取した尿を合せたものであり、同じ試料について大きい変動が測定されたことは注意すべき問題である。この収率測定において注目すべきことは、pH 5.0 においてガラスセシイ濾紙

で濾過する際、収率の小さかった試料については一般に長時間を要し、また溶離液を蒸発乾固して α 放射能を測定する際、蒸発残渣がかなり多かったことである。EAKINS らは、pH 5.0 においてガラスセシイ濾紙にアクチノイドが捕集されるのは、ガラスセシイ濾紙表面への吸着によるものと考えている。また溶離液中の固形物は、尿 1.5 l を試料とした場合に 0.5 mg 以下であることを述べている⁹⁾。しかし、われわれの実験結果では、尿を試料とした場合あるいは比較的多量のカルシウム・マグネシウムリン酸塩を含む溶液については、 α 計測において自己吸収が問題となる程度以上の量 (数 mg~十数 mg) の固形物が認められた。この固形物は溶液の組成から考えて、カルシウム・マグネシウムリン酸塩以外には考えられない。すなわち、溶液の pH 5.0 において、溶液のカルシウムおよびマグネシウムの一部がリン酸塩沈殿を生成し、これが濾紙に捕集され、硝酸による溶離によって溶解してくるものと考えられる。Fig. 4, 5 に示した遠沈率は、pH 5.0 あるいはそれ以下において沈殿が生成し、これにアクチノイドが共沈したのと考えられる。カルシウム・マグネシウムリン酸塩は、pH 5.0 においては沈殿しないと通常考えられるが、しかし本実験においてもそうであるが、酸性溶液にアルカリを加えて pH を調節する場合には、中和操作中に一時的かつ局部的に高 pH の領域ができ、このため、最終的には沈殿の生成しない pH の溶液を調整する場合でも、いったん生成した沈殿が比較的安定に存在できるような pH であれば、実際には微量ではあるが沈殿が生成してしまうことは一般的に認められることである。

微酸性~中性溶液におけるカルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿へのアクチノイドの共沈については、いまだ知られていないが、高い pH においては、アクチノイドは良く共沈することから、このような溶液においてもよく共沈することが考えられる。溶液の pH を 5.0 に調整する操作において、ここで述べたようにカルシウム・マグネシウムがリン酸塩として沈殿するならば、含まれるカルシウム・マグネシウムの量、中和に用いるアンモニア水の濃度および添加の速さ、攪拌などの操作の差異が、沈殿生成量に関係し、これにともなってアクチノイドの共沈あるいは α 計測時の自己吸収に影響を与えて、見かけ上の収率が変動することは容易に理解できる。Fig. 1 に示したように、アクチノイドはカルシウム・マグネシウムが存在しない場合でも、ガラスセシイ濾紙に捕集されることを示している。しかし、カルシウム・マグネシウムが存在する場合には、上述のようにまず共沈によりアクチノイドが沈殿に捕集され、この沈殿が機

械的に濾紙によって捕集されると考えると、Fig. 2, 3 に示した結果は理解できる。また、Fig. 4 に示した加熱しない場合の遠沈率とガラスセシイ濾紙による捕集率の関係、また Fig. 5 に示したように、特別な前処理を行っていない尿についての遠心分離の結果も理解し得る。微酸性～中性溶液におけるアクチノイドのカルシウム・マグネシウムリン酸塩への共沈について、一部はすでに発表¹⁰⁾したが、くわしくは本報に引きつづき発表する予定である。

第1報で述べたように、ガラスセシイ濾紙を用いる EAKINS らの方法は、大きい差はないにしても、従来のビスマス、セリウム共沈法と比較して、多くの点で優れていると考えられる。しかし、アクチノイドの見かけ上の収率は、必ずしも再現性がよくなかった。この原因は、上述のようにアクチノイドのガラスセシイ濾紙への表面吸着ではなく、微量に生成したカルシウム・マグネシウムのリン酸塩沈殿への共沈に原因するからであると考えられる。沈殿の生成量には、試料量、試料中のカルシウム・マグネシウム量および pH 調節の仕方が関係する。試料量をそろえることは全く問題がない。pH を調節する際には、用いるアンモニア水の濃度、添加の速さ、溶液の攪拌を一定にすることが必要であろう。試料中のカルシウム・マグネシウム濃度は、試料により一定でなく、これをそろえることは最もむずかしい。これらについては、カルシウム・マグネシウムリン酸塩へのアクチノイドの共沈とともに、現在検討中である。また、微量のカルシウム・マグネシウムリン酸塩沈殿の捕集には、ガラスセシイ濾紙よりも、メンブランフィルターの

ように孔径の小さいものの方が良いかも知れない。メンブランフィルターによるアクチノイドの捕集について検討した結果、ガラスセシイ濾紙よりも高い効率で捕集できることが判明し、その一部はすでに発表¹¹⁾したが、詳細については本報に引きつづき発表する予定である。

参考文献

- 1) 福田 洋, 服部隆充ほか; 保健物理, **11**, 21 (1976).
- 2) J.D. EAKINS and P.J. GOMM; AERE-R5474, p. 29 (1967).
- 3) *idem*; *Health Phys.*, **14**, 461 (1968).
- 4) 内部被曝管理マニュアル; JAERI-memo 2198, p. 23 (1966).
- 5) A.I. MOSKVIN; *Radiokhimiya*, **13**, 293 (1971); *Soviet Radiochemistry*, **13**, 299 (1971).
- 6) *idem*; *Radiokhimiya*, **13**, 681 (1971); *Soviet Radiochemistry*, **13**, 700 (1971).
- 7) I. YE. STARIK and F.L. GINZBERG; *Radiokhimiya*, **1**, 215 (1960).
- 8) 藤田 稔, 赤石 準, 矢部 明ほか; JAERI-1057, p. 21 (1964).
- 9) J.D. EAKINS and P.J. GOMM; AERE-R5474, p. 49 (1967).
- 10) 赤石 準, 福田 洋, 服部隆充; 日本保健物理学会第 10 回発表会要旨集, P. 50 (1975).
- 11) 服部隆充, 福田 洋, 赤石 準; 同上, P. 51 (1975).