- of Meat Research Institutes, MOCKBA (1962).
- 13) 菰田太郎, 白石慶子: 食衛誌, **5**, (4), 336 (1964).
- 14) E. Sawicki, T. W. Stanley, W. C. Elbert: Anal. Chem., **36**, (3), 497 (1964).
- 15) N. Kucharczyk, J. Fohl, J. Vymetal: J. Chromatog., **11**, 55 (1963).
- 16) I. Arro, Eesti NSV Teaduste Akad. Toimetised, Fuusikalis-Mat. ja Tehn. Teaduste seer., **13**, (1), 47 (1963).
- 17) I. I. Domskey, W. Lijinsky, K. Spencer: Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **113**, 110 (1963).
- 18) H. Matsushita, Y. Suzuki, H. Sakabe: Bull. Chem. Soc. Japan, **36**, (10), 1371 (1963).

毛髪放射化分析による個人識別の可能性について

狐塚 寛, 丹羽瀬 鑒, 磯野秀夫 (警察庁科学警察研究所*)

On the Feasibility of Establishing Individuality by Activation Analysis of Human Hair

Hiroshi Kozuka, Takeshi Niwase, Hideo Isono
(National Research Institute of Police Science*)

Neutron activation analysis of hair samples from 10 Japanese persons (5 males and 5 females) was performed to investigate the feasibility of establishing individuality.

Hair samples were irradiated for 5 hours in a thermal neutron flux of 2×10^{12} n/cm². sec. The gross gamma activity and the decay of the activity were determined, and gamma spectrometry was performed with a 256 channel pulse height analyzer without chemical separation. Micro contents of trace elements as Na, Mn, Cu, Br and Au were determined by the spectra.

The patterns of spectra were slightly different each other in micro parts and useful for establishing individuality. The individuality was remarkable at the 0.41 MeV energy peak of gold.

A simple way to individualize samples was to compare the patterns of spectra of samples which had resembling Na contents, as the Na content was correctly determined by the non-destructive method.

(Received January 18, 1966)

放射化分析が微量元素の検出法としてすぐれていることはあらためて論ずるまでもないが、その感度が高いことと非破壊分析が可能なる点から、近時裁判化学への応用がいちじるしい¹⁾²⁾。なかでも毛髪は種々の観点から裁判化学的試料として適しており、水銀、ヒ素などの重金属の生体内へのとりこみの示標として、放射化分析の方法が応用されている³⁾⁴⁾。

一方、毛髪の形態上の差異に着目して個人識別に役立

てようとする試みは古くからなされていたが、形態学的方法には当然限界があり、微量元素を定量しての異同識別も試みられたが⁵⁾、従来の微量化学分析の確認限度では、試薬などからの汚染を完全に防止し、十分な精度をえることは困難であった。カナダの Perkons ら⁶⁾は始めて、個人識別という見地から毛髪の放射化分析を試み、その含有成分ならびに全体のガンマ線スペクトルの波形が、同一個体の部位、月日の経過による変動が小さく、個体差がいちじるしく大きい点から、その有用性を指摘しているが、さらに多数の実験を必要とすると報

* 東京都千代田区三番町 6; 6, Sanban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo.

告している。

著者らは10人の日本人(男女各5人)の毛髪について放射化分析を行ない、1)毛髪のガンマ線総カウント数およびその減衰、2)全体のガンマ線スペクトルの波形の異同、3)本条件で定量可能なNa, Mn, Cu, Br, Auの含有量の個体差について検討し、日本人の場合にも毛髪中微量成分にはかなりの個体差があり、この事実が個人識別の一手段として利用される可能性があることを認めた。

実験方法

1. 試料

10人の日本人(男女各5人)の毛髪を頭の各部位からむらなくえらび、毛根部から約2 cmの部位より切りとり、先端部約2 cmを切り捨て、中性洗剤、水、イオン交換水、アセトンの順によく洗い、乾燥後秤量し、各100mgを検体し、検体ごとにアルミ箔に包み、照射試料とした。

対照試料として、毛髪中に存在が予想され、この程度の条件で定量可能と予測されたNa, Cu, Mn, Br, As, Zn, Hgの既知量を定量用濾紙に吸着させ、アルミ箔に包み、照射試料と同一アルミカプセル中に入れた。

2. 照射

熱中性子束 $2 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ で5時間、炉心照射(東京原子力産業 HTR)を行なった。

3. 測定

照射終了後数時間放置して、短半減期核種を減衰させたのち、各検体をアルミ箔からとりだし、そのままポリエチレン測定ビンに移し、非破壊法で測定を行なった。

全体のガンマ線総カウント数はウェル型シンチレーションカウンター ($1\frac{3}{4}'' \times 2''$ NaI (Tl)) により適時測定し、ガンマ線スペクトルは東芝製 256 チャンネル波高分析器に $1\frac{3}{4}'' \times 2''$ ウェル型 NaI (Tl) シンチレーターを接続して、約5時間後、2日後、1週間後およびその間に必要に応じて適時測定した。

4. 定量

えられたガンマ線スペクトルのピーク面積の積分値を標準試料と比較して、含有核種の定量を行なった。定量にはそれぞれつぎのエネルギー位置のピークを用いた。

^{24}Na	1.38 (MeV)
^{56}Mn	0.85
^{64}Cu	0.51
^{82}Br	0.78
^{198}Au	0.41

実験結果

1. 毛髪の総カウント数およびその減衰

照射後の毛髪のガンマ線総カウント数を経時的に測定すると TABLE I のようになり、一部を図示すると Fig. 1 にみられるような減衰を示した。10検体中総カウント数の最高を示すものと、最低を示すものとを比を経時的にしらべると、照射終了2日後で最高5倍の個体間の開きがあるが、時日の経過につれて開きは減少し、7日以後

TABLE I Decay of Gross Activity of Gamma Rays of Activated Human Hair of 10 Different Individuals

Sample		Days after activation		
		2	7	21
Male	1	1940	768	358
	2	3240	945	421
	3	3120	723	343
	4	2390	708	339
	5	2430	858	381
Female	6	9690	1180	364
	7	2620	821	368
	8	4290	826	342
	9	4740	1050	403
	10	5670	1070	388

Fig. 1 Decay of Gross Activity of Gamma Rays of Activated Human Hair Samples

降では1.25倍程度となり、平衡値に達する。この事実は照射後のNo. 6, 10などに短半減期核種が多く含まれているためと考えられる。

2. ガンマ線スペクトルの波形

Fig. 2, Fig. 3に毛髪ガンマ線スペクトルの例を示した。全検体の波形を図示することは非常にはん雑になるので省略したが、ここには含有Na量が近い値を示し

Fig. 2 γ -Spectra of 3 Hair Samples after Cooling for 5 Hours

Fig. 3 γ -Spectra of 3 Hair Samples after Cooling for 2 Days

TABLE II Microcomposition of Hair of 10 Different Individuals
Micrograms of Element/Gram of Hair and Values of Gold

Sample		Na	Mn	Cu	Br	Au*
Male	1	12.5	3.51	13.2	—	9.22
	2	25.0	3.93	16.1	79.9	3.85
	3	15.6	1.67	22.6	—	0.962
	4	28.1	3.58	18.9	—	11.5
	5	8.32	3.74	12.2	23.3	3.38
Female	6	119	18.7	32.2	182	—
	7	21.8	3.73	9.98	—	14.5
	8	42.6	6.54	19.9	130	100
	9	36.4	7.36	18.8	114	—
	10	37.4	—	24.4	564	—

—: Not determined

*: Values of gold mean the activity ratio to sample 8 which is given as 100.

た3例についての波形を比較した。Fig. 2は5時間後の、Fig. 3は2日後のスペクトルを示したものである。

ガンマ線スペクトルの各ピークのエネルギーと減衰とから決定された核種を図中に示した。なお図中の矢印は、核種の決定は行なえなかったが、全体の波形を比較する場合の特長点となるピークを示したものである。

3. 含有核種の定量

対照試料との比較により含有核種を定量した結果をTABLE IIに示した。Auについては、対照試料の照射を行っていないので、最高を示す検体8の強度を100とする強度示数で表わした。なお、この実験からでは、As, Zn, Hgの定量は行なえなかった。

考 察

実験結果から考察すると、毛髪中含有元素にはかなりの個体差があり、毛髪の放射化分析を行なって個人識別に役立てようとする試みは可能性の高いものと考えられる。

1. 毛髪のガンマ線総カウント数は、照射終了短時日ではかなりの個体差を有し、時日の経過につれて開きは小さくなる。総カウント数での個体差が大きければ、当然含有核種の定量値、全体のガンマ線スペクトルの波形にも大きな差異を生じ、個体差の判定に役立つものと考えられ、Fig. 1などから考察して、照射終了後100時間ぐらいまでのスペクトルの測定は意義があるものと思われる。本実験での試料の照射時間は5時間であるから、一般的に推論して、照射時間の20倍程度の期間スペクトルの推移を追跡する必要がある。

2. 測定初期のガンマ線総カウント数では、女は男に比べて高い値を示すように見える(TABLE I)。この傾向は、Na, Cu, Mnなどの定量値にもみられるが(TABLE II), 男女間に統計的に有意の差があるかどうかを決定するには、さらに多数例の実験を必要とする。

3. ガンマ線スペクトルの波形は、細部において、わずかではあるがはっきりした差異を示す。特に0.41MeVのAuピークは、個体差の一指標として重要である(Fig. 2, Fig. 3)。

4. 含有核種の定量値(TABLE II)から考察しても、Na, Br, Auなどにかかなりの差異が認められる(TABLE II)。1.38MeVのNaのピークは比較的精度よく定量できるので、Naの定量を行なったのち、Na値の近いものについて、全体のガンマ線スペクトルの波形を比較する方法(Fig. 2, Fig. 3)も個人識別の一方法である。

なお、さらに長時間の照射を行なえば、Zn, Hgなどの長半減期核種も充分定量できる筈であり、個人識別の正確度も高まってくる。

5. 本実験では試料100mgを使用した。実際の犯罪事件などの解決には、1本の毛髪(0.5~1 mg)で分析が可能であることが望ましい。本実験条件で各ピークのガンマ線カウントが100~1000 cps程度を示していることから考えると、照射条件(熱中性子束密度、照射時間)、測定条件(冷却時間、計測器)の選択によって、1本の毛髪でも、測定可能な放射能強度がえられることが予想される。

6. 毛髪中の微量元素を定量することは、単に個人識別に役立つだけでなく、多数例の分析結果を集積すれば、いろいろの生化学的あるいは中毒学的な問題を論ずる場合の根拠となる全体のバックグラウンドを明らかにする資料を提供できる。

総 括

日本人毛髪10例(男女各5例)につき、各100mgをとり、中性子放射化分析(2×10^{12} n/cm²·sec)を行ない、非破壊法によりガンマ線総カウント、ガンマ線スペクトルの測定、含有核種の定量を行ない、個体差の有無、程度をしらべ、個人識別の可能性を検討した。

1) 毛髪のガンマ線総カウント数は、照射後短時間で、最高5倍におよぶ個体差があり、のち個体差が徐々に減少する。

2) ガンマ線スペクトルの波形は、微細部分で差異を有し、個人識別に利用できる。とくに、0.41MeVのAuピークは識別の指標として重要である。

3) 本条件でNa, Mn, Cu, Brを定量し、Auの相対比を求めることができたが、これら含有核種の定量値、相対値にもなる個体差が認められた。

4) Naは比較的精度よく測定できるので、Naの定量値の近いもの相互のガンマ線スペクトルの波形を比較するのが、個人識別の一簡便法と考えられる。

本研究にあたり、種々御指導、御助言をいただいた日本原子力研究所ラジオアイソトープ研究所の諸先生方、実験用毛髪試料を提供された方々に深謝する。

文 献

- 1) A.K.Perkons, R.E.Jervis: J. Forensic Science, **7**, 449 (1962).
- 2) D.Gibbons: J. Forensic Science, **8**, 33 (1963).
- 3) B.Sjostrand: Anal. Chem., **36**, 814 (1964).
- 4) S.Forshufvud, H. Smith, W. Wassen: Arch. für Toxikol., **20**, 210 (1964).
- 5) 野沢昭雄: 科学と捜査, **12**, 1 (1959).