

すりつぶした。健康食品の粒度については各種類の網目のふるいを使用し、マカ、ウコン、キトサンを含むもの目開き 125  $\mu\text{m}$ 、アロエを含むもの目開き 250  $\mu\text{m}$ 、スピリルナを含むもの目開き 63  $\mu\text{m}$  に振り分けた。粉末状にすることで、測定時に試料が移動しにくいようにし、かつ試料挿入に対する信号出力の方向依存性が無視できるようにした。糖類についても同様にふるいを使用し、フルクトース、グルコースは目開き 250  $\mu\text{m}$ 、スクロースは目開き 500  $\mu\text{m}$  とした。

### 7-3 ESR 測定

測定には日本電子(株)製 ESR 測定装置の型式 JM-FE3 (以下 FE-3) を使用した。この装置のマグネット部を写真 7-14 に示す。この FE-3 は Power を 0 ~ 200mW まで任意に調整することが可能である。

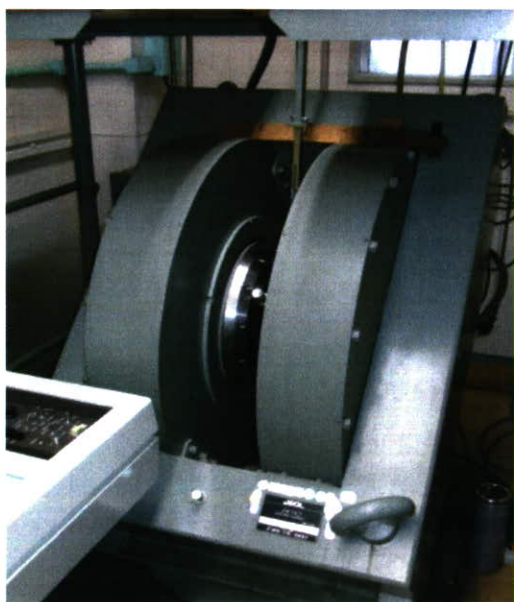


写真 7-14 FE-3 マグネット

今回 ESR 測定の測定パラメータについては Center field = 335.500 m T に、Sweep width =  $5 \times 1.0\text{mT}$ 、Sweep time = 1min、Mod field = 100kHz、Time const=0.03sec に設定し、各試料について最大である照射量 10kGy 照射したものを基準に Moduration width や Amplitude を設定した。また Power も 1 ~ 8mW 操作し各試料に最適になる値に調整した。

また、アナログで設定しているのみの共鳴周波数を今回は写真 7-15 に示す Microwave Counter を接続し正確に求めた。また、正確に g 値を求めるため、観測磁場範囲の Field 幅を正確に把握するため、写真 7-16 に示すガウスメーター NMR Field meter を使用して測定した。



写真 7-15 Microwave Counter



写真 7-16 NMR Field meter

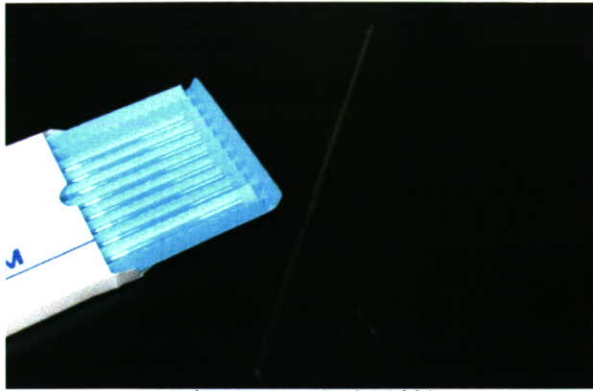


写真 7-17 (試料管)



写真 7-18 デジタルマーカ

写真 7-17 は使用した試料管、日本電子データム(株)製の X-Band 用 No-193 を示す。この試料管は  $\phi$  5 mm で試料測定部 100 mm が石英で残りが PYREX を付け合せたものである。

今回の測定では試料の重量を測定する必要があるため、予め空の状態です料管重量を計測した中に試料を入れ、再度その重量を測定し、試料重量を求めた。

また、同時に使用した写真 7-18 に示すデジタルマーカは一般に使用される MgO に  $Mn^{+2}$  を熱拡散して作られたもので測定試料と同時測定を行い、Mn の 6 本の信号を利用して、磁場校正、g 値、線巾などを正確に測定するものである。

#### 7-4 g 値の測定

各 5 種類の乾燥果実、および健康食品、3 種類の糖類について ESR 測定を実施し、スペクトルから共鳴磁場をもとめ、各試料による吸収線量と g 値の関係、糖類変化を測定した。また、糖のフルクトース (果糖)、グルコース (ブドウ糖)、スクロース (ショ糖) について、粒度による g 値の変化もあわせて測定した。g 値の計算式は式 7-1 の通りである。

$$h \mu = g B T \quad (\text{式 7-1})$$

h : プランク定数

$\mu$  : 周波数

g : g 値

B : ボーア磁子

T : 共鳴磁場



### 7-5 糖類の粒度と g 値の関係

写真 7-19 に示す、フルクトース、グルコース、スクロースの 3 種類について、異なる粒度において測定を実施した。

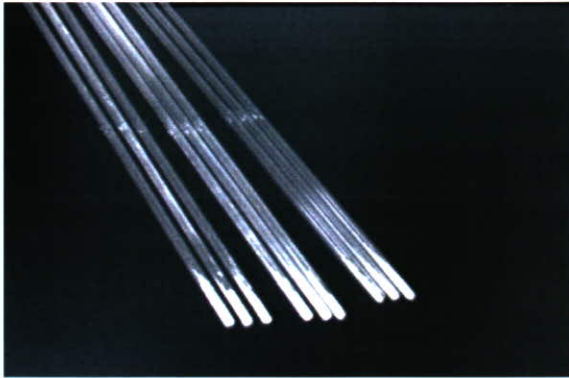


写真 7-19 (右からフルクトース 3 本、スクロース 3 本、グルコース 3 本)

測定には 3 種類の糖類についてメノウ乳鉢を用いてすり潰し、表 7-2 のように各目開きのふるいにかけた。

表 7-2

試料	目開きの種類 ( $\mu\text{m}$ )			
フルクトース	250	500		
グルコース	63	125	250	
スクロース	63	125	250	500

### 7-6 保存時間による信号強度の変化

試料の保存期間は約 1 ヶ月で、シリカゲルや五酸化二リンの入れられたデシケータ中で保存した。今回の試料を保存する目的は  $\gamma$  線照射により生成されたフリーラジカルが時間経過により、どの様に減衰するかを調べることである。そのフリーラジカルは水分が影響するため保存中の湿度管理には十分注意した。

### 鉍物の分離方法 (飽和タンゲステン酸ナトリウム溶液を用いた粉末検体の場合)

検体約 2 ~ 5 g を 50 ml の遠心管に採り、15 ~ 30 ml の飽和タンゲステン酸ナトリウム溶液を加えて懸濁させる。遠心分離の為のバランスを取った後、超音波浴に 5 分入れる。超音波終了後、遠心機 (1000G、2 分) をかけ、50 ml の遠心管の沈殿物を含む飽和タンゲステン酸ナトリウム溶液をパスツールピペット等で吸い取り、15 ml の遠心管に移す。これを 5 ml 程度になるまで繰り返す。

50 ml の遠心管のバランスを取った後、50 ml の遠心管に残っているものを懸濁し、再び超音波浴に 5 分間入れる。遠心分離 (1000G、2 分) を行った後、先程と同様に、沈殿物を含む比重液を吸い取り、先の 15 ml の遠心管に加える。合計 10 ml 程度になるようにし、バランスを取る。

15 ml の遠心管を遠心分離し、比重液と上澄みを捨て、沈殿物を残す。水を加えて懸濁し、約 10 ml にした後、遠心分離 (1000G、2 分) を行い、水洗いする。これを数回繰り返し、水を捨てる。以下、(2) 鉍物の精製操作を行う。これ以降の作業は、通知の (2) 鉍物の精製以降の作業と同じ。

編者注：このパラグラフは何らかの手違い？)

## C. 結果

### 1. 鉱物の回収率を高めるための検討（添加回収実験）

本年度（平成 19 年度）実施した添加回収実験で得られた回収率結果を図 1-1 に示す。この図から、オレガノの回収率が突出していることがわかる。

これらの結果については、試料を入れた袋の洗浄を注意深く行ったことによる回収率の向上、混在している有機物の目視に基づきこの部分を効果的に除くことができるようになったことが実質的な鉱物回収率の向上に作用したためと思われる。（编者注：回収率が異常なので、実験手順におおきな逸脱があると考えられる。）また、表 1-1 は比較のためにまとめた平成 18 年度と 19 年度に得られた各香辛料の平均回収率の結果である。これによると、19 年度はフェヌグリークでは 8%、ブラックペッパーに至っては 26% も回収率が上昇した。パプリカについては、ほぼ横ばいである。一方、ターメリックにおいては、150% も数値が減少していることが分かる。（编者注：昨年の水準が維持できないことから、新規実験者の訓練不足。）

また、18 年度および 19 年度の各香辛料間の回収率のばらつきを表 1-2 と表 1-3 にそれぞれ示す。

表 1-2 と表 1-3 を比較すると、ブラックペッパー及びパプリカは、変動係数が小さくなり、ばらつきが小さくなっていることがわかる。一方、フェヌグリーク、ターメリックは変動係数が大きくなってしまった。変動係数の増大については、有機物の混入状態が不安定なためと思われる。（编者注：他の試験研究機関のデータから、この機関の技術力に問題があ

ることは明らか）フェヌグリークは、表面状態が平滑なため、添加した砂が付着しにくいことにより、袋へ付着する割合が多いと考えられ、袋の洗浄の方法、程度によって回収率に大きな差が出てしまうものと思われる。

表 1-3 からは、オレガノの平均回収率は異常に多いが、変動係数は他の香辛料と大きな差はないこともわかる。（编者注：オレガノやパプリカの値は異常で、他の機関ではあり得ない値なので、この結論に根拠が無い。）

表 1-1 18 年度及び 19 年度の各香辛料の回収率

試料名	平成 18 年度 平均回収率	平成 19 年度 平均回収率
フェヌグリーク	28.2	36.5
ブラックペッパー	32.1	58.3
パプリカ	219.2	223.5
ターメリック	250.5	100.0
ホワイトペッパー	-	48.7
カエンペッパー	-	73.7
ローレル	-	41.1
黒ゴマ	-	45.5
シナモン	-	49.6
オレガノ	-	1304.5

表 1-2 18 年度の各香辛料間の回収率とばらつき

試料名	平均回収率	標準偏差	CV%
フェヌグリーク	28.2	4.5	16.1
ブラックペッパー	32.1	13.6	42.3
パプリカ	219.2	124.9	57.0
ターメリック	250.5	41.8	16.7

## 2007年度 添加回収実験結果

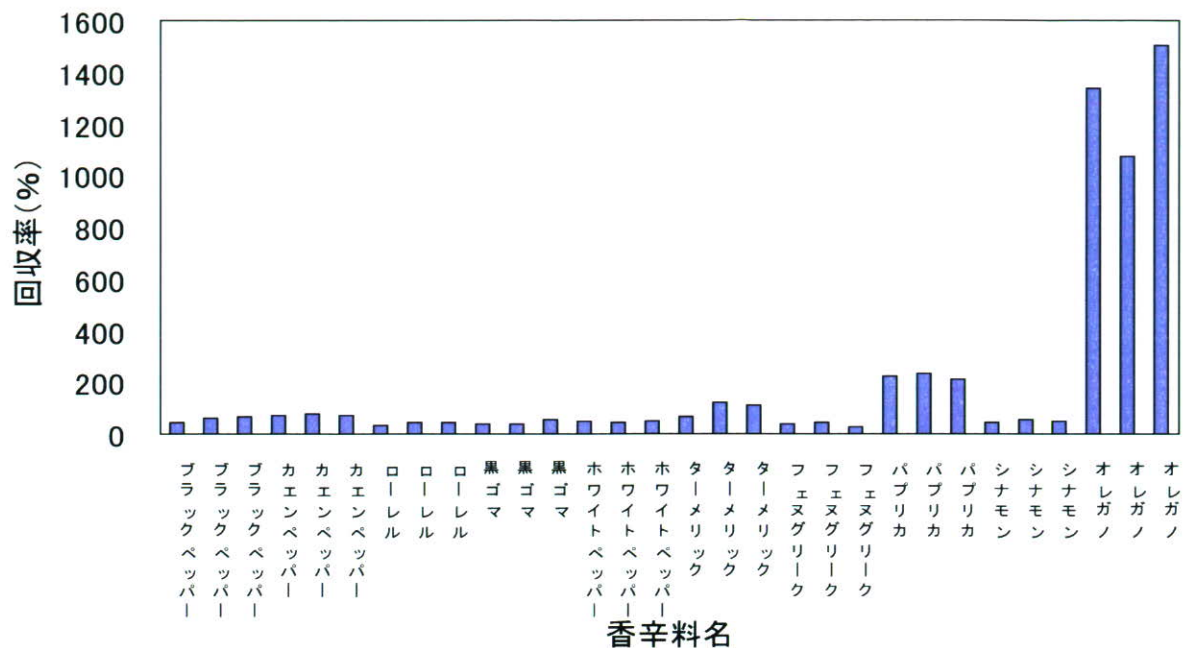


図 1-1 添加回収実験結果

(编者注：この機関は回収率を正しく実験する能力に欠けているので、ここに示されているデータは無意味である。)

表 1-3 19 年度の各香辛料間の回収率とばらつき

19 年度 n = 3	平均回収率 (%)	回収率の 標準偏差	変動係数 (CV%)
フェヌグリーク	36.5	6.9	18.8
ブラックペ パー	58.3	9.2	15.8
パブリカ	223.5	10.2	4.5
ターメリック	100.0	25.3	25.3
ホワイトペ パー	48.7	1.8	3.7
カエンペ ッパー	73.7	3.8	5.2
ローレル	41.1	5.5	13.5
黒ゴマ	45.5	8.1	17.9
シナモン	49.6	3.7	7.4
オレガノ	1304.5	178.1	13.7

## 2. 標準線量照射の精度と再現性の向上

### 2-1 線量率減衰を考慮した試料照射位置の決定

これまでに実施した照射食品に関する照射試験は照射施設に備えられた照射線量率分布図から、1kGy/h のポイントを調べ、その位置で実施していた。そこで平成 18 年度に実施し

た標準照射の線量測定結果を図 2-4 に示す。

平成 18 年度に実施した標準照射試験は 6 月 12 日から 12 月 20 日までの合計 26 回である。各点は各回 2 点の平均値を示し、同図には全測定の平均値及び、その標準偏差 ( $\pm \sigma$ ) を示した。このときの照射方法は、施設に備えられた線量率分布図から標準照射の照射位置を 66cm に決定し照射を開始した。その後、この照射位置については経過時間により 1 回目の補正を第 15 回目試験のとき 64cm にした。更に 2 回目の補正は第 16 回試験 62cm に変更した。この合計 26 回の線量測定結果の平均線量は 0.995kGy であるが、表から照射線量が  $\sigma$  の範囲内である試験は 16 回目以降の試験となっている。そこで、照射線量の精度を上げるためには試料の照射位置を常に補正する方法が必要であることがわかった。そして次のような補正方法を検討した。

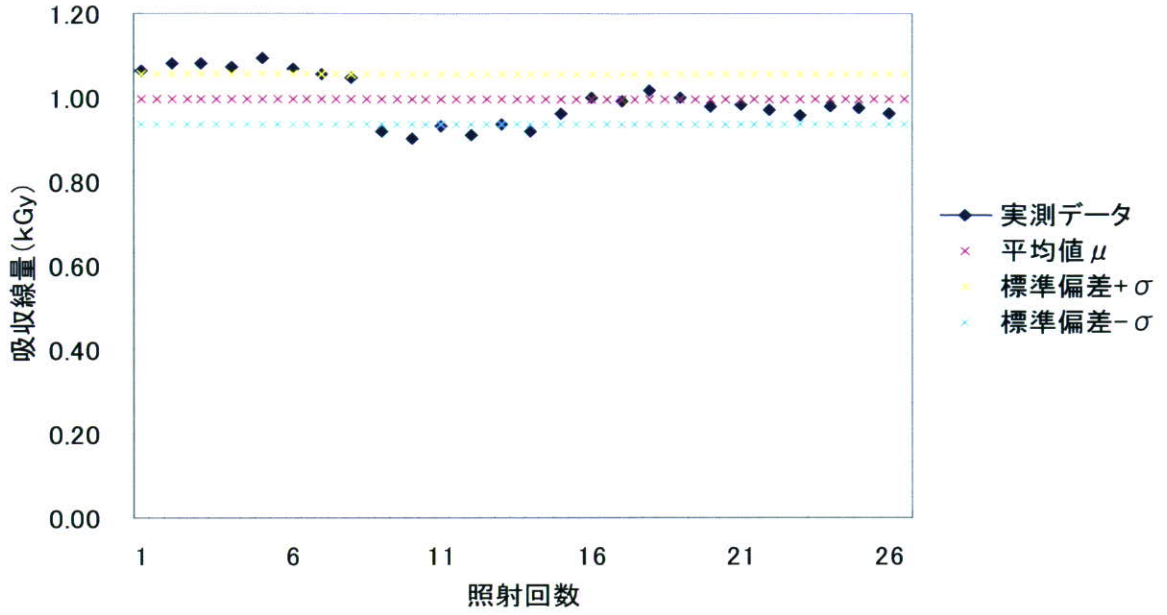


図2-4 平成18年度における標準照射の線量測定結果

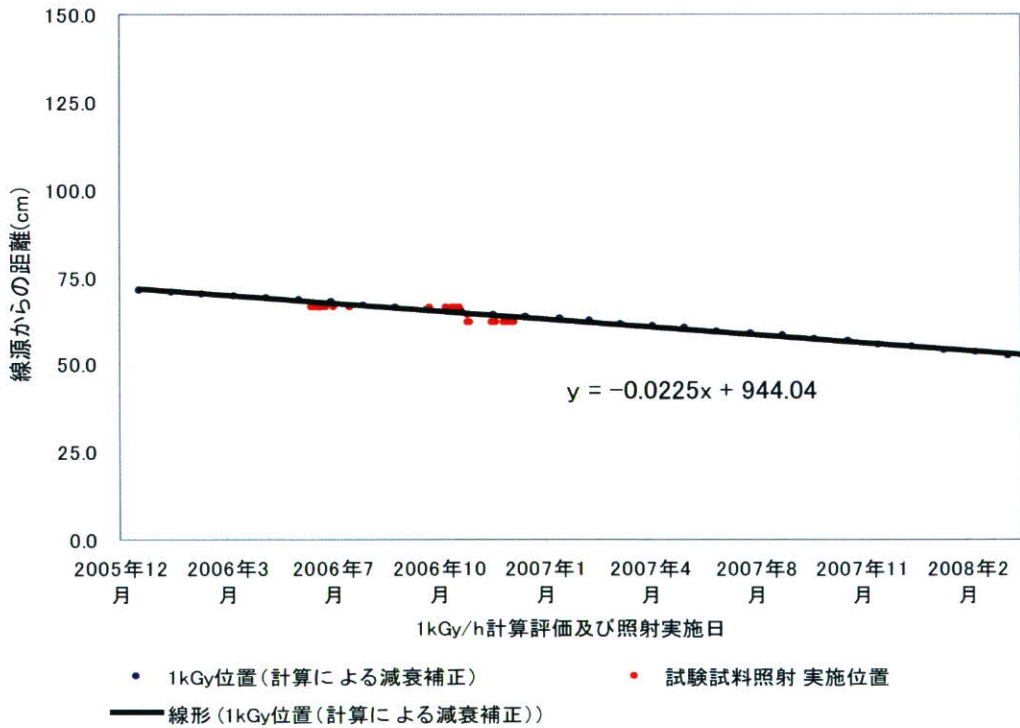


図2-5 1kGy/hを与える線源からの距離と照射日との関係



まず、アラニン線量計による測定で決定した一定期間毎の 1kGy/h となる位置を分布図と比較し、放射能の減衰による分布図の変化に対応した標準照射の位置を求めた。次にその求めた点、平成 17 年 12 月～平成 20 年 12 月までをプロットし、これを近似直線とした。その結果次の式 2-2 が求められた。

$$y = -0.0225x + 944.04 \quad (\text{式 2-2})$$

ここでは y は線源からの距離を x は照射日を示す。そこで平成 18 年度の標準照射の測定結果をプロットしたところ、明らかにこの近似直線から外れていることがわかる (図 2-5)。

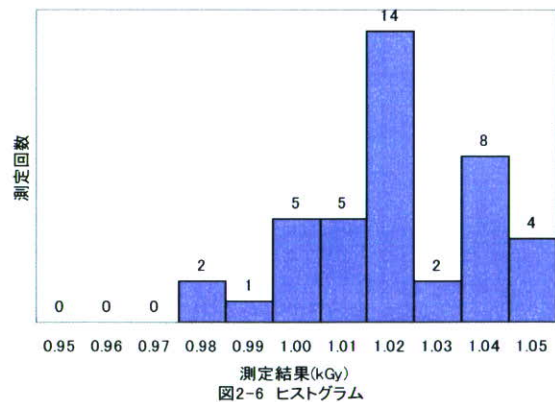
そして、式 2-2 の精度を確認するため、平成 19 年 6 月 27 日に線源からの距離 60.1cm に照射位置を設定し、アラニン線量計を照射した。結果は 1.00kGy/h の結果が得られた。その後、この方法により平成 19 年 6 月 27 日から 2008 年 2 月 6 日の間に 41 回の標準照射を実施した結果は最小値 0.98kGy、最大値 1.05kGy、平均値  $\mu$  1.02kGy、標準偏差  $\sigma$  0.02、CV%1.76 となり、すべて  $\pm 5\%$  以内の結果となった。この結果における度数分布を表 2-1 にヒストグラムを図 2-6 に、更に 41 回の測定結果を図 2-7 にまとめた。

今回の測定結果からいえることは、本来であれば 1.00kGy にあるはずの分布の中心が、1.02kGy 付近に移動している。

このことについて、考えられる原因は、アラニン線量計についても 3% の誤差があるため、この様になったのではないかとと思われる。

表 2-1 測定結果度数分布

測定結果 (kGy)	測定回数
0.95	0
0.96	0
0.97	0
0.98	2
0.99	1
1.00	5
1.01	5
1.02	14
1.03	2
1.04	8
1.05	4
合計測定回数	41
最大値	1.05
最小値	0.98
平均値 $\mu$	1.02
標準偏差 $\sigma$	0.02
CV%	1.76



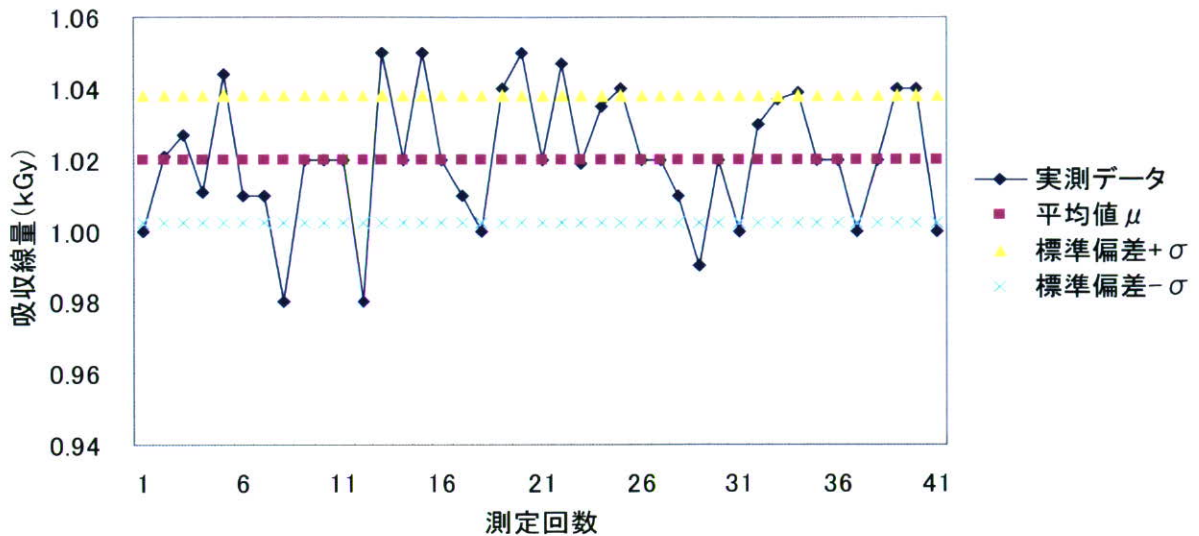


図2-7平成19年度における標準照射の線量測定結果

## 2-2. アラニン線量計の ESR 測定

使用したアラニン線量計は日立電線株式会社製「アミノグレイ」である<sup>4)</sup>(写真 2-1)。このアラニン線量計はアミノ酸の一種であるアラニンを主成分とする線量計であり、放射線の照射によりアラニン結晶中に生じる室温で安定なラジカル量を測定することを利用して、固体の吸収線量計の中では最も高精度といわれている。測定可能な線量範囲は、10Gy から 100kGy であり、10kGy までは応答は線量に比例するが、これ以上の線量範囲では徐々に飽和がみられ直線からズレを生じる。しかしながら 10-10<sup>6</sup>Gy/h の範囲で線量率依存性はみられず、測定精度は線量計校正にともなう不確かさ(±2%)を含んで95%信頼度で±3%である。

アラニン線量計の特徴は、広い線量範囲を高精度で測定できること、照射中の温度等の影響を受けにくく、照射後の安定性が良い、

組成が生体組織と等価であり、読み取り法が非破壊で繰り返し測定が可能である。これらのことから低線量率場における材料の劣化診断を目的とした長時間積算線量測定、放射線治療におけるやや高い線量域(数 Gy)の測定、及びイオンビーム等線質の異なる放射線間の線量比較等にて応用されている。

次に ESR は日本電子(株)製の型式 JES-FR-30S (以下 FR-30) を使用した。この FR-30 (写真 2-2) の主な仕様は下記の通りである。



写真 2-1 アミノグレイ



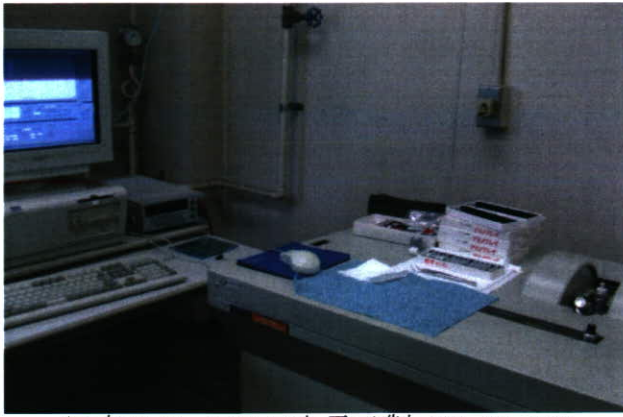


写真 2-2 ESR 日本電子製 JES-FR-30S

基準周波数 8.8 ~ 9.6GHz  
 感 度  $3E+10/0.1mT$  (最大出力 16mW)  
 分 解 能  $10\mu$  以上 (4mm × 43.5mm)  
 磁場安定度 短期  $1E - 6or0.3\mu T$  以上  
 長期  $1E-5$

※数値はFR-30 カタログから

そして、アラニン測定時の設定値は Center field : 337.000mT、Sweep width :  $1.5 \times 10mT$ 、Mod width :  $0.79 \times 1mT$ 、Seep time : 8min、Amplitude :  $2.5 \times 1$ 、Time constant : 0.1sec とした。

このFR-30はマイクロ波の発振回路にガンダイオード発振器を備えマイクロ波出力は4mWと16mWの切り替え式であり、空洞共振器(キャビティ)の磁場変調幅は0.0002 ~ 2mTである。

なお、本装置はアラニン線量計の測定専用に改造されており、試料管を挿入すると線量計が常にキャビティ中心にセットされるようホルダー形状の変更などがされている。

### 3. TL測定器の性能確認及び校正用標準試料の探索

AからGの各試料についてTL測定を行い、得られたスペクトルを図3-1 ~ 3-14に、そして発光量等を表3-1 ~ 3-7示す。A、B、C、Dを比較すると、非照射のAやBは90チャンネル(250°C)付近にピークトップがあるのに対し、照射・アニーリングをしたCやDは60チャンネル(190°C)付近にピークトップが存在する。

また、C、DとE、Fを比較すると、照射・アニーリングした標準岩石試料であるCやDが1山であるのに対し、照射・アニーリングしたカオリンやSiO<sub>2</sub>の試薬であるEやFが2山になっていることが観測できる。さらに、これらは、C、Dに比べ発光量が少ないことも分かる。

TLD素子に代わる試料となる為の条件は、1000 ~ 1500 nC/mg程度の発光でピークが1つであるもの、またその温度及び発光量が安定しているものが望ましい。今回の実験では、この条件を満たすものはないが、この中でJG-1 (B)は発光量が適切で変動係数が小さくTL測定器のモニターとして利用できるものと思われる。また、JG-1 (D)は発光量が大きすぎるがピークが1山であるので、活用できる可能性もある。Dを用いて当協会のTL測定器(Harshaw TLD 3500)の再現性の検討を試みた。図3-15と表3-8はその結果を示す。これによれば、大きなばらつきを示しているが注意深く測定を行うことによりモニターとして利用できる可能性もあると考えられる。

表 3-1 A (非照射・アニーリングなし JF-1) の TL 測定結果

試料の量 (mg)	n C / m g	平均	標準偏差	変動係数 (CV%)
1.07	2434.95	2199.90	636.48	28.93
0.99	2834.85			
0.90	1329.89			

表 3-2 B (非照射・アニーリングなし JG-1) の TL 測定結果

試料の量 (mg)	n C / m g	平均	標準偏差	変動係数 (CV%)
1.01	2639.60	2714.93	94.25	3.47
1.00	2847.82			
1.06	2657.36			

表 3-3 C (照射・アニーリング有り JF-1) の TL 測定結果

試料の量 (mg)	n C / m g	平均	標準偏差	変動係数 (CV%)
0.49	66571.1	62333.60	4237.50	6.80
0.51	58096.1			
0.98	54339.66	55894.90	1555.23	2.78
1.00	57450.13			

表 3-4 D (照射・アニーリング有り JG-1) の TL 測定結果

試料の量 (mg)	n C / m g	平均	標準偏差	変動係数 (CV%)
0.49	39148.84	34872.63	4276.21	12.26
0.45	30596.42			
0.99	25475.92	28487.16	3011.25	10.57
1.00	31498.41			

表 3-5 E (照射・アニーリング有り カオリン) の TL 測定結果

試料の量 (mg)	n C / m g	平均	標準偏差	変動係数 (CV%)
0.51	391.02	349.98	41.04	11.73
0.51	308.94			
1.01	415.31	392.93	22.37	5.69
1.00	370.56			
1.49	312.95	306.86	6.09	1.99
1.48	300.77			

表 3-6 F (照射・アニーリング有り R S I SiO<sub>2</sub>) の TL 測定結果

試料の量 (mg)	n C / m g	平均	標準偏差	変動係数 (CV%)
0.48	986.23	1154.42	168.19	14.57
0.49	1322.61			
1.00	894.38	932.43	38.05	4.08
1.03	970.48			
1.51	1249.81	1064.42	185.38	17.42
1.49	879.04			

表 3-7 G (TLD素子 TL-100 H) の TL 測定結果

試料の量 (mg)	n C / m g	平均	標準偏差	変動係数 (CV%)
24.41	5584.56	5254.01	234.33	4.46
24.47	5068.25			
24.90	5109.21			

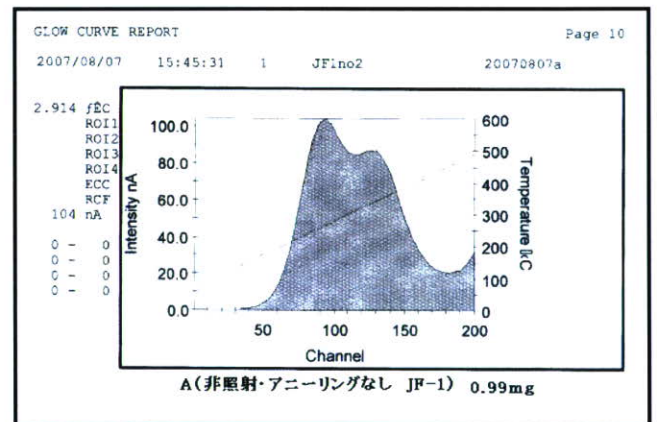


図 3-1 A の 0.99 m g 発光曲線

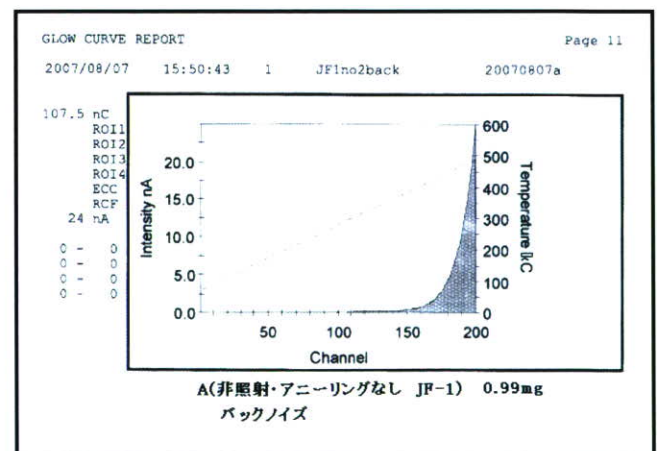


図 3-2 A の 0.99 m g の熱発光による発光曲線



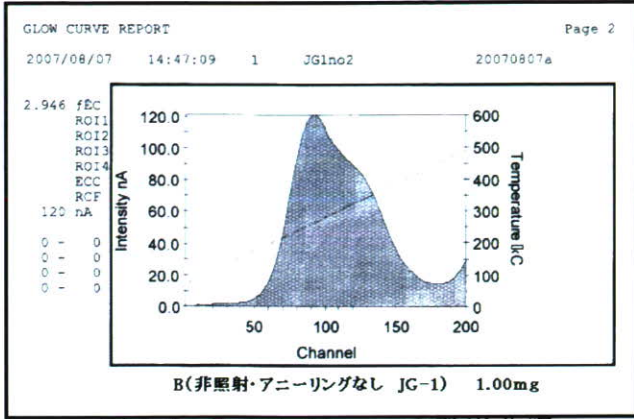


図 3-3 B の 1.00 m g の発光曲線

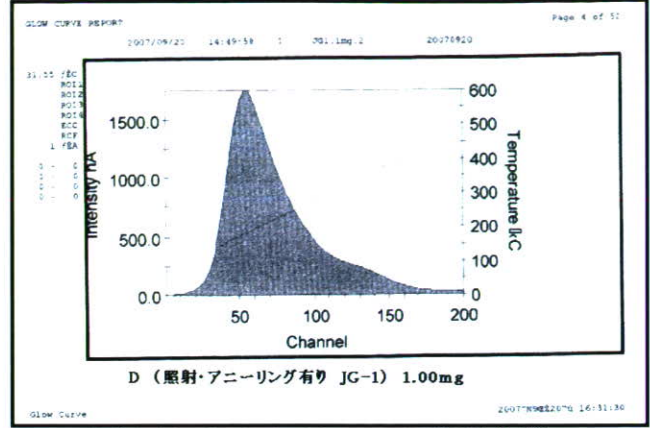


図 3-7 D の 1.00 m g の発光曲線

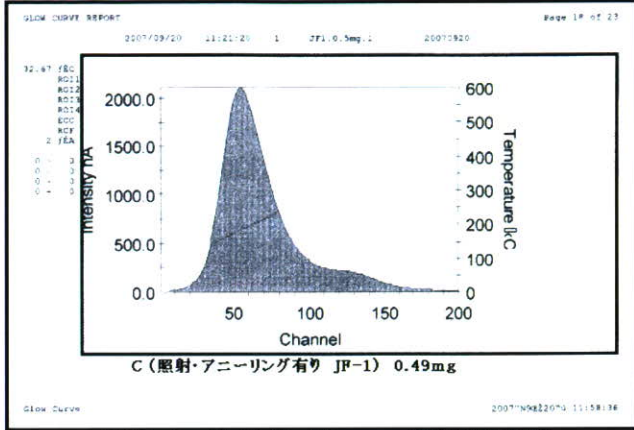


図 3-4 C の 0.49 m g の発光曲線

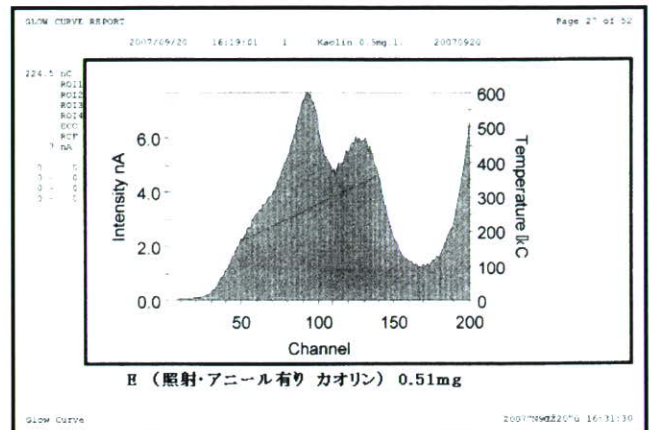


図 3-8 E の 0.51 m g の発光曲線

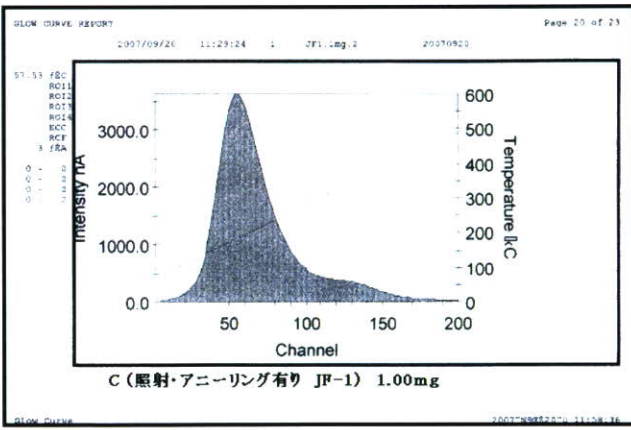


図 3-5 C の 1.00 m g の発光曲線

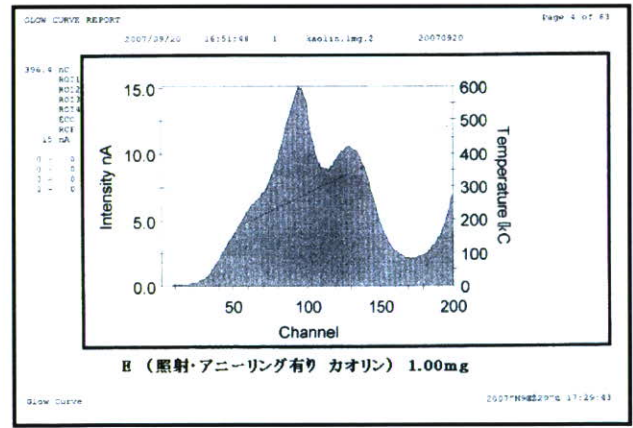


図 3-9 E の 1.00 m g の発光曲線

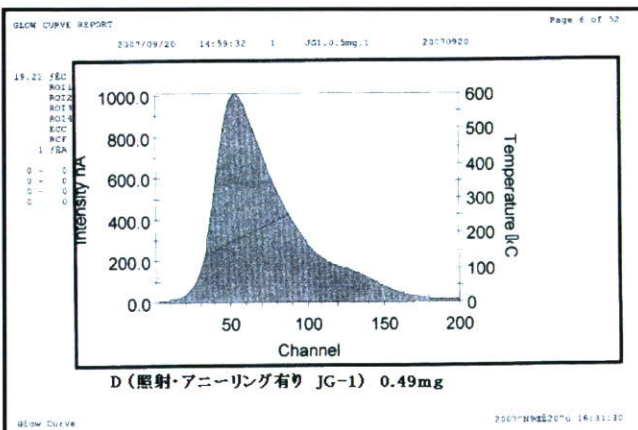


図 3-6 D の 0.49 m g の発光曲線

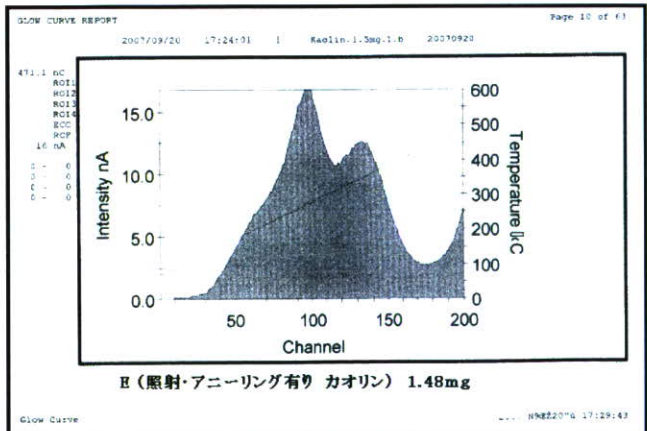


図 3-10 E の 1.48 m g の発光曲線



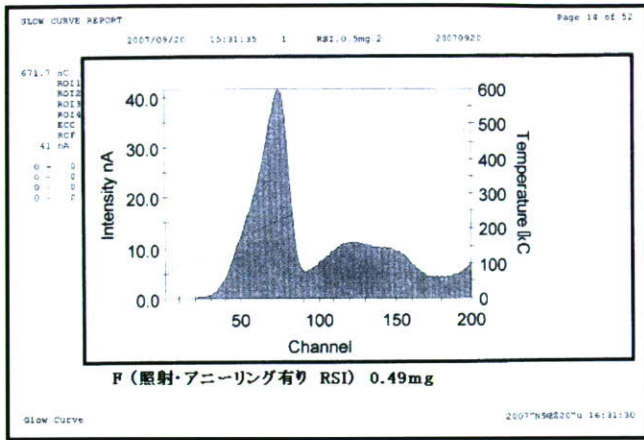


図 3-11 F の 0.49 m g の発光曲線

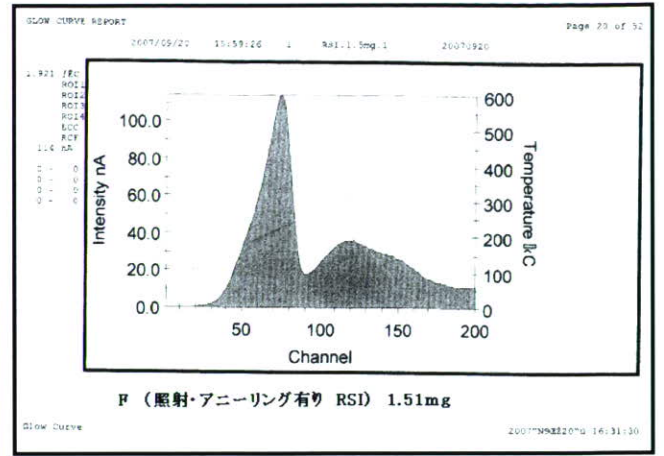


図 3-13 F の 1.51 m g の発光曲線

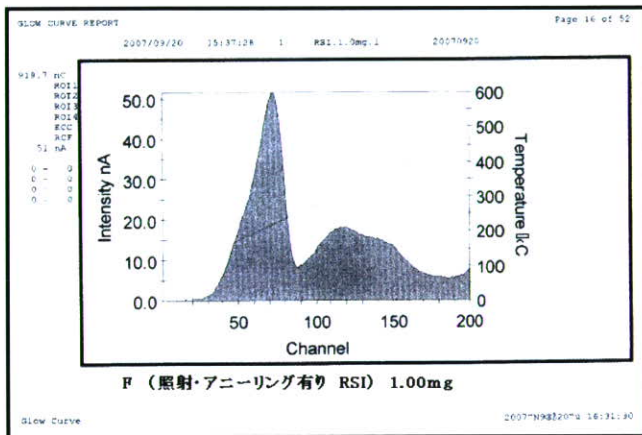


図 3-12 F の 1.00 m g の発光曲線

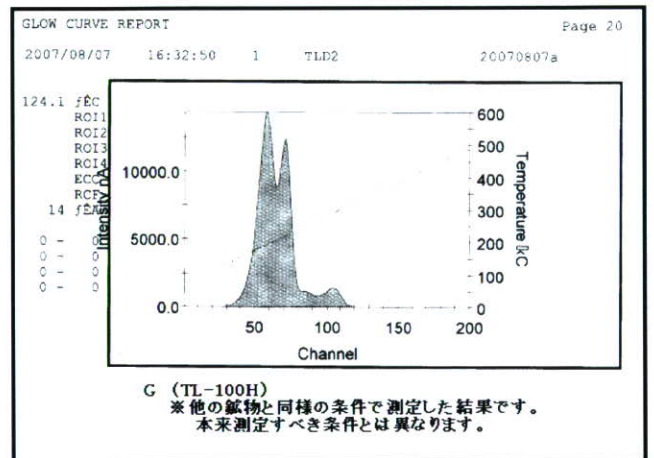


図 3-14 G (TLD 素子) の発光曲線

表 3-8 D の再現性確認時の発光量一覧

	試料の量 (試料量のみ)	TL の読み値 (n C)			n C / m g	平均	標準偏差	変動係 数 (CV%)
		最初の値	バック	差				
1	1.03	50800.00	71.14	50728.86	49251.32	49209.22	5024.18	10.21
2	1.04	55760.00	71.58	55688.42	53546.56			
3	1.04	47830.00	66.80	47763.20	45926.15			
4	1.03	57210.00	66.38	57143.62	55479.24			
5	1.05	56100.00	69.57	56030.43	53362.31			
6	0.98	45480.00	65.47	45414.53	46341.36			
7	0.99	40070.00	55.47	40014.53	40418.72			
8	1.01	55350.00	71.76	55278.24	54730.93			
9	0.95	48280.00	69.09	48210.91	50748.33			
10	1.04	44040.00	61.26	43978.74	42287.25			

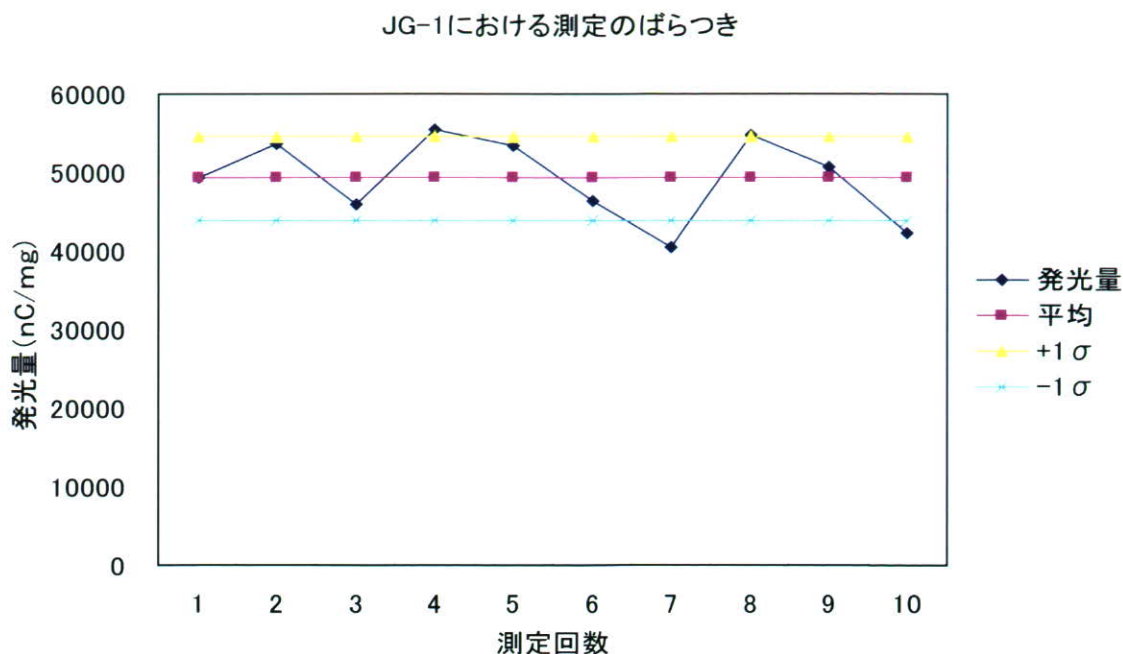


図 3-15 JG-1 (D) の再現性実験結果

#### 4. 新規香辛料についての添加回収実験

今回の回収実験において回収率が200%を超えたのはマジョラムとミントである。いずれも、葉物類である。中でも、ミントは標準偏差、CV%が非常に高い値を示している。これは、香辛料由来の炭酸塩が多量にあり、これをどの程度除去するかに関係しているものと思われる。炭酸塩の存在については抽出過程で塩酸を加えた場合の発泡の様子より想定できる。(編者注：このような説明では理由にならない。なぜなら、炭酸塩があるとすれば、塩酸処理で減量になり、回収率が悪くなるはずである。)

次に回収率の高かったもの(100%を超えたもの)は、アニスシードとクミンシードであった。いずれもセリ科の植物の種子である。

今回の実験結果である各香辛料についての回収率、標準偏差、変動係数を表4-1に示す。また、図4-1は本結果を図示したものである。この中で回収率が高かったものについては香

辛料由来の砂が多かったのか、有機物の分離の精度が悪かったためか判断できない。そこで、各試料につき1回ずつではあるが、砂を添加しない抽出も行った。その結果を表4-2に示す。また表4-1から表4-2の結果を差し引いたものを表4-3に示し、表4-3を図示したものを図4-3に示す。これによって得られた砂は全て香辛料に付着していた砂と考えてよいと言える。また、有機物の分離技術も同様と考えると、有機物が分離できずに残っていたとしても、その割合は、極めて近いと考えられる。この中で、クミンシード、アニスシード、ベイリーブス、フェンネル、スターアニス、クローブスについては鉍物の抽出が比較的容易で有機物の含有が少ないと思われ、由来の鉍物の抽出精度は高いと考えられる。したがって添加回収実験によるこれらの香辛料に対する結果は信頼できるものと思われる。マジョラム、タイム、ミント、タラゴンは抽出において炭酸塩の存在が多いことが感じられ

表 4-1 新規香辛料についての添加回収実験結果

香辛料名	回収した 砂の量	回収できた割合 (%)	回収できた割合 (平均) %	標準偏差	変動係数 (CV%)
アニスシード	21.21	105.9	103.5	16.6	16.0
	24.53	122.5			
	16.42	82.1			
クミンシード	35.40	177.0	156.3	18.7	11.9
	26.36	131.8			
	32.05	160.1			
マジョラム	107.61	537.0	437.6	81.9	18.7
	87.97	439.4			
	67.21	336.4			
タイム	26.77	134.0	97.3	28.0	28.8
	18.34	91.8			
	13.18	66.0			
タラゴン	22.08	110.4	90.6	14.3	15.8
	15.43	77.2			
	16.89	84.3			
ミント	92.84	464.9	211.0	180.3	85.4
	12.78	63.8			
	20.88	104.4			
フェンネル	15.92	79.6	61.0	15.9	26.1
	8.15	40.8			
	12.53	62.6			
スターアニス	10.30	51.5	55.3	6.4	11.5
	12.83	64.2			
	10.02	50.1			
ベイブリース	14.60	73.0	65.3	16.9	25.8
	16.22	81.0			
	8.38	41.9			
クローブス	7.50	37.5	46.1	11.5	25.0
	7.69	38.5			
	12.49	62.5			

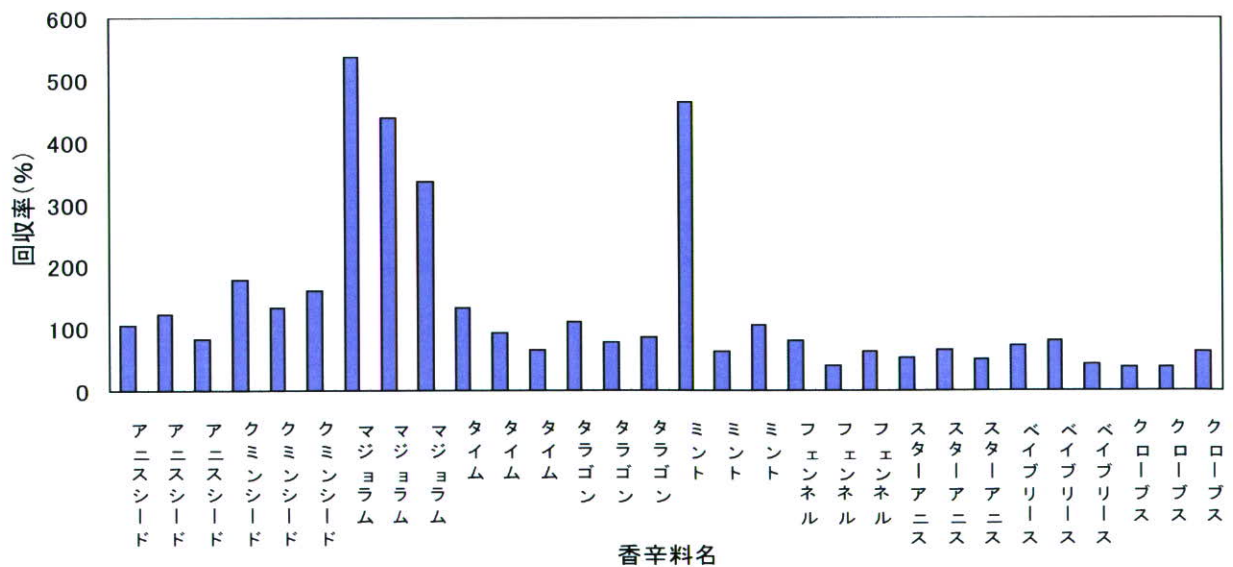


図 4-1 新規香辛料の添加回収実験結果

(編者注：図 1-1 と同様にこの機関は回収率を正しく実験する能力に欠けているので、ここに

示されているデータも無意味である。)



表4-2 各試料のバックグラウンド鉍物量

試料名	バックグラウンドの鉍物量m g
アニスシード	4.53
クミンシード	22.94
マジョラム	51.27
タイム	25.52
タラゴン	14.14
ミント	24.32
フェンネル	1.12
スターアニス	0.90
ベイブリース	2.50
クローブス	0.47

香辛料名	No.	試料量	添加量	回収した砂の量 $\alpha$	砂を添加しなくても回収できる砂の量 $\beta$	$\alpha - \beta$	回収できた割合 (平均) %	標準偏差	CV%
アニスシード	1	100.1	20.03	21.21	4.53	16.68	16.68	3.33	19.96
アニスシード	2	100.1	20.03	24.53	4.53	20.00	*	*	*
アニスシード	3	100.0	20.00	16.42	4.53	11.89	*	*	*
クミンシード	1	100.0	20.00	35.40	22.94	12.46	12.46	3.73	29.95
クミンシード	2	100.0	20.00	26.36	22.94	3.42	*	*	*
クミンシード	3	100.0	20.02	32.05	22.94	9.11	*	*	*
マジョラム	1	100.0	20.04	107.61	51.27	56.34	56.34	16.50	29.28
マジョラム	2	100.0	20.02	87.97	51.27	36.70	*	*	*
マジョラム	3	100.0	19.98	67.21	51.27	15.94	*	*	*
タイム	1	100.0	19.98	26.77	25.52	1.25	1.25	5.60	448.11
タイム	2	100.0	19.98	18.34	25.52	-7.18	*	*	*
タイム	3	100.0	19.98	13.18	25.52	-12.34	*	*	*
タラゴン	1	100.0	20.00	22.08	14.14	7.94	7.94	2.85	35.94
タラゴン	2	100.0	20.00	15.43	14.14	1.29	*	*	*
タラゴン	3	100.0	20.03	16.89	14.14	2.75	*	*	*
ミント	1	100.0	19.97	92.84	24.32	68.52	68.52	35.98	52.52
ミント	2	100.0	20.03	12.78	24.32	-11.54	*	*	*
ミント	3	100.0	20.00	20.88	24.32	-3.44	*	*	*
フェンネル	1	100.0	20.00	15.92	1.12	14.80	14.80	3.18	21.49
フェンネル	2	100.0	20.00	8.15	1.12	7.03	*	*	*
フェンネル	3	100.0	20.01	12.53	1.12	11.41	*	*	*
スターアニス	1	100.9	19.99	10.30	0.90	9.40	9.40	1.26	13.45
スターアニス	2	100.5	19.98	12.83	0.90	11.93	*	*	*
スターアニス	3	100.3	20.02	10.02	0.90	9.12	*	*	*
ベイブリース	1	100.0	20.01	14.60	2.50	12.10	12.10	3.38	27.93
ベイブリース	2	100.0	20.02	16.22	2.50	13.72	*	*	*
ベイブリース	3	100.0	20.00	8.38	2.50	5.88	*	*	*
クローブス	1	100.2	20.00	7.50	0.47	7.03	7.03	2.31	32.84
クローブス	2	100.0	19.99	7.69	0.47	7.22	*	*	*
クローブス	3	100.0	20.00	12.49	0.47	12.02	*	*	*

添加したとき-添加しないときの鉍物量

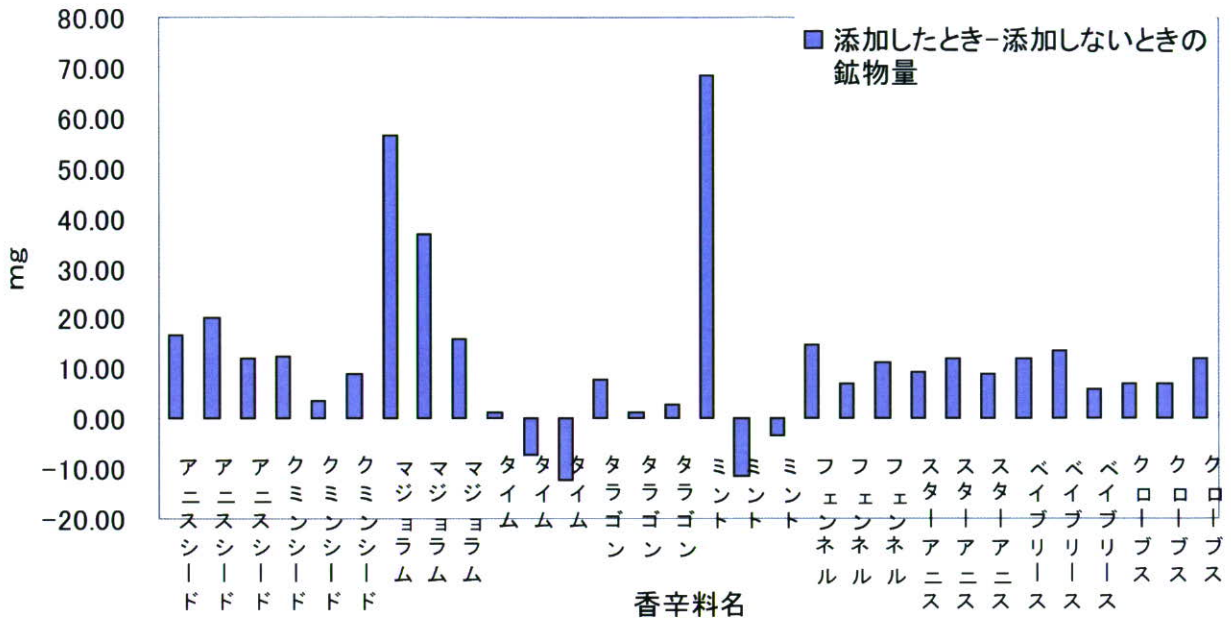


図4-3

た。また、図4-3でマイナスの値を示したものの原因については、現在調査中である。仮に得られた抽出結果を鉍物と解釈した場合には添加回収実験結果は説明し得る範囲と言える。したがって、各香辛料については炭酸塩の存在等を考慮する必要はあるが、これまで

の回収経験に基づくと、適切な回収が行えTL法が適用できる見通しが得られた。(编者注：実験者の中に練習不足のものがあって、そのデータが混じっているようだ。データが安定し無いのは、単に炭酸塩が原因ではないと考えられる。)

## 5. 鉍物分離の比重液の検討

ポリタングステン酸ナトリウム溶液と飽和タングステン酸ナトリウム溶液を用いたパブリカの粉末の添加回収実験結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 比重液の違いと回収率

比重液名	添加した砂の量 (mg)	回収できた砂の量 (mg)	回収できた砂の割合 (%)
ポリタングステン酸ナトリウム	4.95	8.9	179.6
飽和タングステン酸ナトリウム 1	5.08	10.9	215.4
飽和タングステン酸ナトリウム 2	4.97	9.6	192.6
飽和タングステン酸ナトリウム 3	5.06	10.7	210.5

この結果は、幾分か飽和タングステン酸ナトリウム溶液を用いた方がポリタングステン酸ナトリウム溶液を用いた場合に比べて大きい値を示している。飽和タングステン酸ナトリウム溶液の場合には比重が 1.5 であり、ポリタングステン酸ナトリウム溶液の 2.0 と比べ低いことにより、有機物の混入が幾分か大きくなってしまったためと考えられる。しかし、その差はわずかであり、抽出を行う場合の支障と考えるほどではない。したがって、ポリタングステン酸ナトリウム溶液の代用として安価な飽和タングステン酸ナトリウムを用いることは可能であると言える。

## 6. TL 法の簡略化についての検討

490℃、16 時間加熱した結果、試料は黒色と灰色が混在している状態になり、酸化が進んだことが想定できる。また、見かけの量も明らかに減っている。試料における重量変化の結果を表 6-1 に示す。この結果、約 97% の重量減少率が認められた。加熱中における発煙については特に認められなかった。しかし、加熱前の重量 50mg がこの加熱により 1～2mg の残量となり、これは、すべてが鉍物と仮定しても、50mg 程度の試料量を TL 測定器に導入する必要があると考えられる。これは現状の TL 測定器では不可能であり、本法による検知は困難であると思われる。

(編者注：本実験で高温アッシングの部分は蓋付きのつぼで行われるように指示したが、遵守されなかった。このような点から本実験の結果は意味を待たない。)

表 6-1

	加熱前 (mg) a	加熱後 (mg) b	重量 a-b (mg)	[a-b]/a (%)
試料 1	50.38	1.71	48.67	96.61
試料 2	50.36	1.48	48.88	97.06
試料 3	50.27	1.56	48.71	96.89



## 7. ESR 法の検討

### 7-1 乾燥果実、健康食品及び糖類について

乾燥果実 5 種類、健康食品 5 種類、糖類 3 種類について g 値とスペクトルの高さ測定を実施した。

g 値の測定は各試料において、未照射と線量 1、2、5、10kGy の値を調べた。そして、測定結果を表 7-1 ~ 7-13 に示す。更に糖類の 3 種類については粒度を変化させ、それぞれの粒度における g 値の変化を調べた。その結果は表 7-14 ~ 7-16 に示す。

ここでの g 値の計算は研究方法 7-4 項、式 7-1 を用いた。そして、スペクトルの高さとは幅は ESR 測定器に付属する計算ソフト、日本電子(株)製 ES-IPRITS Ver1 により評価した。

表 7-2 乾燥果実イチジク

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
202	0	2.004	2.004	0.000	0.003
203	0	2.003			
204	0	2.004			
190	1	2.003	2.003	0.000	0.005
191	1	2.003			
192	1	2.003			
166	2	2.003	2.003	0.000	0.007
167	2	2.003			
168	2	2.003			
92	5	2.003	2.003	0.000	0.005
93	5	2.003			
97	5	2.003			
63	10	2.002	2.002	0.000	0.007
64	10	2.002			
65	10	2.002			

表 7-1 乾燥果実アンズ

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
149	0	2.003	2.003	0.001	0.028
150	0	2.002			
151	0	2.002			
125	1	2.004	2.004	0.000	0.009
126	1	2.004			
127	1	2.004			
137	2	2.003	2.003	0.000	0.018
138	2	2.003			
139	2	2.004			
103	5	2.003	2.003	0.000	0.007
105	5	2.003			
106	5	2.003			
98	10	2.003	2.003	0.001	0.032
100	10	2.004			
101	10	2.003			

表 7-3 乾燥果実ブルーベリー

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
152	0	2.003	2.003	0.000	0.003
153	0	2.002			
154	0	2.002			
128	1	2.004	2.003	0.000	0.003
129	1	2.004			
130	1	2.004			
140	2	2.003	2.003	0.000	0.002
141	2	2.003			
142	2	2.004			
107	5	2.003	2.003	0.000	0.006
109	5	2.003			
110	5	2.003			
94	10	2.003	2.003	0.000	0.003
95	10	2.004			
96	10	2.003			

表 7-4 乾燥果実パイナップル

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
146	0	2.036	2.036	0.000	0.019
147	0	2.036			
148	0	2.037			
119	1	2.007	2.007	0.000	0.001
120	1	2.007			
121	1	2.007			
131	2	2.007	2.007	0.000	0.005
132	2	2.007			
133	2	2.007			
116	5	2.006	2.007	0.000	0.006
117	5	2.007			
118	5	2.007			
54	10	2.007	2.007	0.000	0.004
155	10	2.007			
156	10	2.007			

表 7-6 アロエ含健康食品 (粒度 250  $\mu$  m 目開き)

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
196	0	2.004	2.004	0.000	0.002
197	0	2.003			
198	0	2.004			
181	1	2.004	2.004	0.000	0.003
182	1	2.004			
183	1	2.004			
160	2	2.004	2.004	0.000	0.003
161	2	2.004			
162	2	2.004			
80	5	2.004	2.004	0.000	0.012
81	5	2.003			
82	5	2.004			
49	10	2.004	2.004	0.000	0.000
50	10	2.004			
76	10	2.004			

表 7-5 乾燥果実マンゴー

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
143	0	2.036	2.036	0.000	0.011
144	0	2.036			
145	0	2.036			
122	1	2.007	2.007	0.000	0.022
123	1	2.007			
124	1	2.006			
134	2	2.007	2.007	0.000	0.011
135	2	2.007			
136	2	2.007			
111	5	2.007	2.007	0.000	0.006
112	5	2.007			
115	5	2.006			
51	10	2.007	2.007	0.000	0.014
52	10	2.007			
53	10	2.006			

表 7-7 ウコン含健康食品 (粒度 125  $\mu$  m 目開き)

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
205	0	2.003	2.003	0.000	0.006
206	0	2.003			
207	0	2.003			
184	1	2.003	2.003	0.000	0.003
185	1	2.003			
186	1	2.003			
169	2	2.003	2.003	0.000	0.001
170	2	2.003			
171	2	2.003			
86	5	2.003	2.003	0.000	0.005
87	5	2.003			
88	5	2.003			
57	10	2.003	2.003	0.000	0.001
58	10	2.003			
59	10	2.003			

表 7-8 キトサン含健康食品 (粒度 125  $\mu$  m 目開き)

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
199	0	2.005	2.005	0.000	0.006
200	0	2.005			
201	0	2.005			
178	1	2.005	2.006	0.000	0.003
179	1	2.006			
180	1	2.006			
163	2	2.006			
164	2	2.006	2.006	0.000	0.001
165	2	2.006			
83	5	2.006			
84	5	2.005	2.005	0.000	0.005
85	5	2.006			
77	10	2.005			
78	10	2.005	2.005	0.000	0.001
79	10	2.005			

表 7-10 マカ含健康食品 (粒度 125  $\mu$  m 目開き)

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
193	0	2.004	2.004	0.000	0.007
194	0	2.004			
195	0	2.004			
175	1	2.004	2.004	0.000	0.001
176	1	2.004			
177	1	2.004			
157	2	2.004			
158	2	2.004	2.004	0.000	0.002
159	2	2.004			
67	5	2.004			
68	5	2.004	2.004	0.000	0.010
69	5	2.004			
46	10	2.004			
47	10	2.004	2.004	0.000	0.000
48	10	2.004			

表 7-9 スピリルナ含健康食品 (粒度 63  $\mu$  m 目開き)

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
208	0	2.002	2.002	0.000	0.000
209	0	2.002			
210	0	2.002			
187	1	2.004	2.003	0.001	0.035
188	1	2.002			
189	1	2.002			
172	2	2.002			
173	2	2.002	2.002	0.000	0.005
174	2	2.002			
89	5	2.002			
90	5	2.002	2.002	0.000	0.000
91	5	2.002			
60	10	2.002			
61	10	2.002	2.002	0.000	0.006
62	10	2.002			

表 7-11 グルコース (粒度 250  $\mu$  m 目開き)

No	照射量 (Gy)	g 値	g 値 ( $\mu$ )	g 値 ( $\sigma$ )	g 値 CV%
1	0	2.037	2.037	0.000	0.009
2	0	2.036			
3	0	2.036			
34	1	2.002	2.002	0.000	0.006
35	1	2.002			
36	1	2.002			
37	2	2.002			
38	2	2.002	2.002	0.000	0.006
39	2	2.002			
40	5	2.002			
41	5	2.002	2.002	0.000	0.001
42	5	2.002			
43	10	2.002			
44	10	2.002	2.002	0.000	0.007
45	10	2.002			