

表8 加工食品の鉱物抽出量

No.	試料番号	試料名	性状	試料量 (SLW、 g)	総試料 使用量 (g)	MC (g)	鉱物+ MC (g)	試料 量 (m g)	総鉱物 量 (A、 mg)	鉱物抽 出量 A/SLW (mg/g)
62	61-08-RD- MT-001-N	バジリコ ドレッシング	液状	100.42	704.38	0.89830	0.89854	0.24	1.05	0.001
				203.06		0.91007	0.91026	0.19		
				200.27		0.89249	0.89258	0.09		
				200.63		0.91216	0.91256	0.40		
			水洗廃 棄層			0.89852	0.89865	0.13		
63	62-08-YD- HM-001-N	焼肉のたれ		100.14	301.10	0.89762	0.89777	0.15	有機物 多量	—
				200.96		0.89236	0.89241	0.05	0.05	0.000
		焼肉のたれ アルカリ処理		100.01	200.48	0.93344	0.9335	0.06	0.10	0.000
				100.47		0.93659	0.93663	0.04		
64	63-08-KJ- YK-001-N	コチジャン	半固 形	100.79	402.58	0.91669	0.91896	2.27	7.47	0.019
				100.46		0.89362	0.89882	5.20		
				100.42						
				100.91						
65	64-08-GRG- IM-001-N	おろしニンニ ク		100.48	302.46	0.90059	0.90123	0.64	1.57	0.005
				100.59		0.91395	0.91488	0.93		
				101.39						

前処理操作は、溶解性や操作性から判断し、水に希釈し、ヘキサンによる脱脂処理をした後、水洗を繰り返し不要な物質を除去することとした。この前処理操作によって、「焼肉のたれ」以外では、15mL容遠心管の工程で沈殿物中に鉱物様の有色物質を確認できた。「焼肉のたれ」については、沈殿物は得られるが、鉱物様の有色物質は確認できなかった。

3.2 脱脂-水洗-ナイロンメッシュろ過による鉱物分離

照射試料の鉱物分離操作は、溶媒による試料の分散、溶解性及び操作性から、試料を水希釈した後、ヘキサンによ

る脱脂操作を採用することとした。脱脂後、水層の沈殿物を回収し、水洗を繰り返し水溶性の物質及び鉱物以外の軽い物質（有機物）を除去した。残渣には有姿の沈殿物が確認できるため、沈殿物を通知法の粒状試料の操作と同様にナイロンメッシュ（100メッシュ）でろ過し、メッシュ上の残渣を水洗した。これ以降の操作は、粒状試料の操作方法と同様とした。

加工食品から脱脂-水洗-ナイロンメッシュろ過による鉱物を分離抽出する操作フローを図3に示した。この操作による加工食品の鉱物抽出量を表8に示した。

表9 添加回収試験

No.	試料番号	試料名	性状	鉍物 添加	使用 (g)	M (g)	C (g)	鉍物 + M C (g)	試料量 (mg)	鉍物添 加量 (mg)	回収 率 (%)
58	61-08-BD- MT-001-N	バジ リコ ドレ ッシング	液状	—	100.62	0.91075	0.91099	0.24	—	—	—
				●	100.43	0.93099	0.93187	0.88	10.05	6.4	
59	62-08-YD- HM-001-N	焼肉の たれ		—	100.46	0.89497	0.89507	0.10	—	—	—
				●	100.65	0.88945	0.89101	1.56	10.03	14.6	
				●	100.31	0.89888	0.90030	1.42	10.00	13.2	
60	63-08-KJ- YK-001-N	コチ ジャン	半固 形	—	100.22	0.91501	0.91852	3.51	—	—	—
				●	100.24	0.93260	0.93649	3.89	10.10	3.8	
61	64-08-GRG- IM-001-N	おろし ニンニ ク		—	100.52	0.89061	0.89083	0.22	—	—	—
				●	100.86	0.89268	0.89896	6.28	10.09	60.1	

加工食品4品目のうち、「焼肉のたれ」以外は、1mg以上の沈殿物（鉍物）を分離抽出することができた。

「バジリコドレッシング」は、一回の操作ごとに沈殿物量の差異が大きかったため、脱脂操作で浮遊物を回収し、水洗の廃棄水層を合わせて通知法の粒状試料におけるナイロンメッシュろ過以降の鉍物分離操作を実施したところ、この廃棄する画分において鉍物を分離抽出することができた。バジリコ等浮遊物に鉍物が付着していることが推察された。試料採取時のバジリコ含有量の不均一性に起因する可能性もあるが、浮遊物が多い場合は、浮遊物に付着している鉍物を超音波水浴によって溶媒中に遊離させることが重要であり、場合によっては浮遊物をナイロンメッシュ上で水洗することによって、

鉍物抽出量の増加が期待できるかもしれない。

3.3 添加回収試験

照射試料の鉍物分離と併行して鉍物を用いて添加回収試験を実施した。

添加回収試験用の鉍物は、オレガノから通知法の粒状試験法によって鉍物を分離抽出し、脱水風乾後、塊を崩す程度に粉末化し調製した。風乾した鉍物は、粒径が小さくなるおそれがあるため乳鉢を用いての粉碎は実施しなかった。

試料を水希釈する前に添加回収試験用の鉍物を10mg添加し、照射試料と同様の脱脂-水洗-ナイロンメッシュろ過による鉍物分離操作を実施した。

添加回収試験の結果を表9に示した。液状試料は、約6~15%、半固形試料は

表10 「焼肉のたれ」の追加処理の検討

No.	試料番号	試料名		鉍物添加	アルカリ処理	使用量 (g)	M (g)	C (g)	鉍物 + M C (g)	試料量 (mg)	鉍物添加量 (mg)	回収率 (%)
59	62-08-YD-HM-001-N	焼肉のたれ	アルカリ処理	—	—	100.46	0.89497	0.89507	0.10	—	—	—
				添加-①	抽出前	—	100.65	0.88945	0.89101	1.56	10.03	14.6
				添加-①	抽出前	—	100.31	0.89888	0.90030	1.42	10.00	13.2
				添加-②	SPT前	—	100.05	0.88869	0.89045	1.76	10.00	16.6
				—	—	●	100.09	0.89220	0.89229	0.09	—	—
				添加-③	抽出前	●	100.22	0.90663	0.91164	5.01	10.00	49.2
				添加-④	アルカリ処理前	●	100.84	0.92691	0.93204	5.13	10.00	50.4
備考	添加-① 試料秤量後、抽出前に添加。											
	添加-② (アルカリ処理しない) ナイロンメッシュでろ過後、沈殿物に鉍物を10mg添加 (SPT添加前に鉍物添加) 以降は、粒状試料の分離操作を実施した。											
	添加-③ 試料秤量後、抽出前に添加。ナイロンメッシュろ過後の沈殿物にアルカリ処理を実施。											
	添加-④ ナイロンメッシュろ過後の沈殿物に鉍物添加し、アルカリ処理を実施した。											

約4～60%であり、試料ごとの差異が大きい結果を示した。「おろしニンニク」が最も回収率が良好であり、「バジリコドレッシング」及び「コチジャン」は照射試料の試験で鉍物を回収できたが、添加回収試験では約5%前後の結果であった。

照射試料で鉍物を分離抽出することができなかった「焼肉のたれ」の回収率は平均で約14%であった。この試料に鉍物が含有していないのか、回収率を向上することによって鉍物を回収することができるのか確認した。

3.4 「焼肉のたれ」の追加処理の検討

実試料の試験で鉍物を回収することができなかった「焼肉のたれ」については回収率を向上させることで、1mg以上の鉍物を得ることが期待できるため、追加処

理を検討した。

「焼肉のたれ」について、鉍物の回収率が低下する原因を推定するため鉍物の添加位置を変えて回収率の変化を確認することとした。検討の結果を表10に示した。

抽出前に鉍物を添加した場合、回収率は平均で約14%であった。これと同様の操作手順で、SPT添加前に鉍物を添加した場合の回収率は約17%であった。SPT処理の前後で回収率にはほぼ差がないことから、SPT処理過程で鉍物を沈殿物として回収できていないことが原因と考えられた。鉍物がSPTによる比重分離する過程で軽い有機物とともに廃棄画分へ移行してしまっている可能性があったため、有機物から鉍物を遊離させて溶媒中に分散させられれば、回収率が向上すること

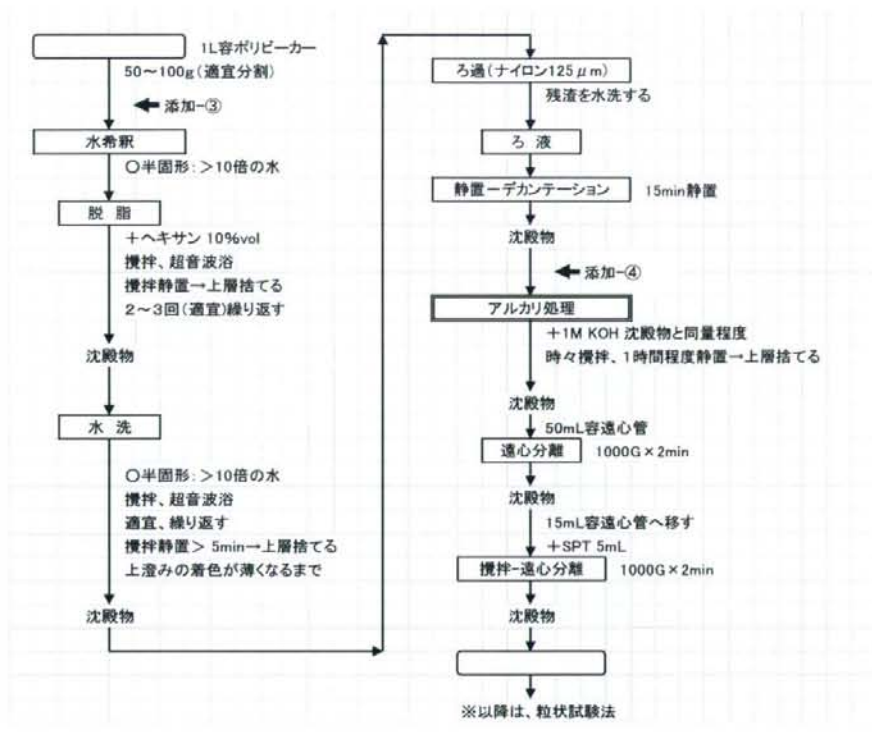


図4 アルカリ処理の操作フロー

が期待できた。そこで、鉍物をアルカリ分解によって有機物から遊離させる方法を検討した。「焼肉のたれ」は、ナイロンメッシュろ過後、静置し上澄みをデカンテーションで捨てると、沈殿物は100～200mL程度となった。そこに、1M KOHを沈殿物と同量（200mL程度）加え、時々攪拌しながら1時間静置した。操作フロー方法を図4に示した。静置中にポリビーカーの底を観察していると、30分程度で鉍物様の有色沈

表11 加工食品のTL測定結果の概要

	数量	照射水準	非照射水準	鉍物回収 不可	1mg以上 鉍物回収	照射 判定	非照射 判定
加工食品	4	4	0		3	3	0

殿物が現れた。回収率は、検討前の約14%からアルカリ分解によって約50%を示し、約3倍回収率が向上した。アルカリ処理試料は、抽出前とアルカリ処理前の添加位置の違いに対して、回収率に大きな差はなかった。

「焼肉のたれ」は、アルカリ処理によって鉍物回収量の向上の効果を期待したが、鉍物を1mg以上得ることができなかった(表8)。

沈殿物に有機物が多く含まれている状態でSPT溶液による比重分離を行うと鉍物の回収率が著しく低下する可能性がある。本検討によって、アルカリ処理によって、沈殿物の有機物を分解し、鉍物を溶媒へ遊離させ、鉍物の回収率を向上させる効果がある可能性が示された。

4. TL測定結果

TL測定方法及び品質管理の記録は、II. 野菜編と同様である。

加工食品のTL測定結果の概要を表11に示した。加工食品4品目のうち3品目で1mg以上の沈殿物(鉍物)を回収することができた。「焼肉のたれ」は、アルカリ処理を実施したが鉍物を1mg以上得ることができなかった。TL測定の結果は、鉍物が回収できた3品目で放射線照射を検知した。

試験結果の詳細を別紙に示した。

- ・試験結果一覧
- ・鉍物量一覧

別紙(略)

生鮮野菜 試料調製記録

試験結果一覧

鉍物量一覧

TLD日常点検表

天秤作業点検表

TLD-100測定記録

香辛料、その2次加工品及び乾燥野菜、並びに生鮮野菜等を用いる
放射線照射食品検知法 (TL法) の実用性検証研究 (2)

研究協力者 加藤 毅 財団法人 日本食品分析センター

尾作 浩司 財団法人 日本食品分析センター

要旨

香辛料, 乾燥野菜, 生鮮野菜, マカ加工品及び加工食品 (計 65 品目) について最新通知法 (食安発第 1211002 号) によって放射線照射食品検知法 (TL法) の試験を行った。その結果, 魷物を採集出来なかった乾燥野菜 17 品目及び加工食品のチリソース 2 品目を除き 46 品目について判定が可能であった。

試料

・香辛料 (照射済み)

- 1) 黒胡椒 YELLOW (マレーシア産)
- 2) 黒胡椒 MG-1 (インド産)
- 3) 黒胡椒 ベトナムスペシャル (ベトナム産)
- 4) パプリカ末 P (スペイン産)
- 5) ジンジャーホール (インド産)
- 6) ターメリックフィンガー (中国産)
- 7) ターメリックフィンガー マドラスラージ (インド産)
- 8) ジンジャーホール 雲南 (中国産)
- 9) フェスグリーンク (インド産)
- 10) コリアンダー (インド産)
- 11) 白胡椒 GREEN (マレーシア産)
- 12) コリアンダー (モロッコ産)

・乾燥野菜 (非照射)

- 1) キャベツ
- 2) 白菜
- 3) コーン
- 4) 野沢菜
- 5) リンゴ
- 6) イチゴ
- 7) 梅
- 8) グリーンピース
- 9) 豆腐
- 10) ほうれん草 P

- 11) にんじん P
 - 12) カボチャ P
 - 13) レンコン P
 - 14) ゴボウ P
 - 15) 小松菜 P
 - 16) 紫芋 P
 - 17) スイートコーン P
 - 18) ゆず P
 - 19) 発芽米 P
 - 20) 黒米 P
 - 21) ほうれん草 F
 - 22) 青しそ F
 - 23) 識ネギ F
 - 24) 大根菜 F
 - 25) にら F
 - 26) キャベツ F
 - 27) にんじん F
 - 28) ゴボウ F
 - 29) 大根 F
 - 30) タマネギ F
 - 31) トマト F
 - 32) カボチャ S
 - 33) ゆず S
 - 34) わさび FD
- マカ工品
- 1) マカ

・生鮮野菜

- 1) しいたけ (0.125kGy 照射)
- 2) しょうが (0.125kGy 照射)
- 3) 大根 (0.125kGy 照射)
- 4) タマネギ (0.125kGy 照射)
- 5) ネギ (太) (0.125kGy 照射)
- 6) ほうれん草 (0.125kGy 照射)
- 7) レタス (0.125kGy 照射)
- 8) レンコン (0.125kGy 照射)
- 9) ネギ (細) (0.125kGy 照射)
- 10) じゃがいも (40-50Gy 照射)

・加工食品

- 1) ホットチリソース (非照射)
- 2) イエローカレーペースト (非照射)
- 3) キムチの素 (非照射)
- 4) カレー粉 (非照射)
- 5) ホットチリソース (5kGy 照射)
- 6) イエローカレーペースト (5kGy 照射)
- 7) キムチの素 (5kGy 照射)
- 8) カレー粉 2 (5kGy 照射)

B-b. TL 測定手順

B-b- i) 装置及び測定 (使用) 条件

熱ルミネセンス測定装置: ナノグレー製 TL-2000

試料室雰囲気: 窒素ガス, 流量: 2L/分

昇温: 開始温度 70°C, 終了温度 490°C

昇温スピード: 6°C/秒

照射施設: 原子燃料工業 (株) 熊取照射工場

電子線: 10MeV

超音波浴

恒温槽: 50 ± 5°C

遠心分離器 運転条件: 1000G, 2分間

電子天秤: 0.01mg まで測定できるもの

遠沈管: 15ml 容, 50ml 容

B-b- ii) 試薬・試液など

・ポリタングステン酸ナトリウム溶液: (比重 2.0) (以下, 「SPT」という) ポリタングステン酸ナトリウム (Na₆ [HW₁₂ O₄₀] x H₂ O) 250g を水 150mL に加えて溶かす。

・1mol/L 塩酸塩酸 (35 ~ 37%, 試薬特級): 8.8mL を水に加え 100mL にする。

・1mol/L アンモニア水: アンモニア水 (28%, 試薬特級) 6.8mL を水に加え 100mL にする。

・アセトン: 試薬特級

・水: イオン交換水

・鉱物分離用ナイロンメッシュ: 目開き 125 μm

・試料皿: ステンレス製底面が TL 測定装置の加熱板に密着するステンレス製のもの (内径: 6mm, 高さ: 約 2mm, 重さ: 約 107mg ± 10%, 底の厚さ: 0.193 ~ 0.200mm)。

B-b- iii) 試料の調製

通知法にある粒状及び粉末検体の操作方法に従った。処理方法に変更が必要なものに関しては「C. 研究結果」及び「D. まとめ」に変更した内容を示した。各検体の処理方法を表-1 に示した。

表-1 各検体の鉱物分離方法

検体	方法
香辛料 粒状 (No. 4 以外)	(1-1) 粒状検体
香辛料 粉末 (No. 4)	(1-2) 粉末検体
乾燥野菜 (No. 10 ~ 20 以外)	(1-3) 粒状検体
乾燥野菜 粉末 (No. 10 ~ 20)	(1-2) 粉末検体
マカ加工品	(1-1) 粉末検体 小型粉砕機で微粉末化したものについて試験した。
生鮮野菜	(1-1) 粒状検体 表-2 に試験部位を示した。
加工食品 (No. 4 及び 8)	(1-2) 粉末検体
加工食品 (No. 4 及び 8 以外)	(1-1) 粒状検体

B-b-(1) 鉱物の分離

B-b-(1-1) 鉱物の分離 (粒状検体の場合)

検体約 100g (SLW, g) を 300 ~ 1000mL のピーカーに入れ, 検体が十分浸る程度の水 200 ~ 500mL を加え, 超音波浴を用いて 15 分間処理する。超音波処理後の懸濁液をナイロンメッシュでろ過し, 別の 500 ~ 1000mL ピーカーでろ液を受ける。次いで, ナイロンメッシュ上の残渣を水で洗い, 洗液をろ液と合わせる。ナイロンメッシュ上の残渣を廃棄した後, 超音波処理を行ったピーカーの器壁に残る付着物を水で流しながら, ナイロンメッシュでろ過し, さらにナイロンメッシュ上の残渣を水でよく洗い, 先に得ているろ液及び洗液に合わせる。

合わせたろ液等を 15 分間静置し, 上澄みをデカンテーションで捨て, 沈殿物を残す。デカンテーション後の沈殿物を 50mL の遠沈管に移し,

1000G, 2分間遠心分離する。上清を捨て、15mLの遠沈管に沈殿物を移し、さらに1000G, 2分間遠心分離した後、可能な限り上清を捨て、沈殿物を残す。次いで、SPT 5mLを加え、懸濁させた後、1000G, 2分間遠心分離する。上清を捨て、残った沈殿物を粗試料とする。

B-b-iii-(1-2) 鉍物の分離 (粉末検体の場合)

検体約2~5g(SLW, g)を50mLの遠沈管に採り、SPT 15~30mL加えて軽く攪拌し、溶液中に均一に懸濁させる。さらにSPTを加えて、次の遠心操作で用いる他の遠心管とのバランスを取った後、超音波浴を用いて5分間処理する。1000G, 2分間遠心分離した後、遠心管の底からスポイトで一気にSPT約5mLとともに沈殿物を吸い取り、これを15mLの遠沈管に移す。沈殿物を取り除いた50mL遠沈管の残渣にSPT 5~10mL加えて、浮上物を均一に懸濁させ、さらにSPTを加えて、次の遠心操作で用いる他の遠心管とのバランスを取った後、超音波浴を用いて5分間処理する。超音波処理した遠沈管を前と同様に遠心操作した後、その遠沈管の底からスポイトで一気に沈殿物を吸い取り、先の15mLの遠沈管の懸濁液にあわせる。この懸濁液を1000G, 2分間遠心分離する。

遠心分離した後、上清をスポイトで取り除く。遠沈管の器壁を洗うように水2mLを静かに加え、界面に浮いた有機物をスポイトで除去した後、上層の水を除く。次いで、SPTもスポイトで除き、沈殿物を残し、これを粗試料とする。

B-b-iii-(1-3) 生鮮野菜の鉍物の分離

検体はあらかじめ重量及び寸法を測定し、表-2の試験部位について、粒状検体の方法によって鉍

物の分離操作を行った。検体の試験部位に応じて、検体は適当な大きさに切断して、試験に供した。

B-b-iii-(2) 鉍物の精製

粗試料にSPT 2~5mLを加え、攪拌し、懸濁させた後、1000G, 2分間遠心分離する。SPTをスポイトで除去し、沈殿物を残す。次いで水数mLを加え、攪拌した後、さらに水を加え10mLにする。これを1000G, 2分間遠心分離した後、デカンテーションまたはピペットで水を除き、粗試料の洗浄を行う。この洗浄操作を再度繰り返す。

B-b-iii-(3) 炭酸塩の除去と洗浄

水で洗浄した粗試料に1mol/L塩酸2mLを加え、攪拌した後、15~20分間静置する。1mol/Lアンモニア水約2mLを加え、攪拌して中和した後、水を加えて10mLにする。1000G, 2分間遠心分離した後、上清を捨て、沈殿物を残す。水数mLを加え、沈殿物を懸濁し、さらに水を加え10mLにする。1000G, 2分間遠心分離した後、上清を捨て、沈殿物を残す。さらに水による洗浄操作を再度繰り返す。

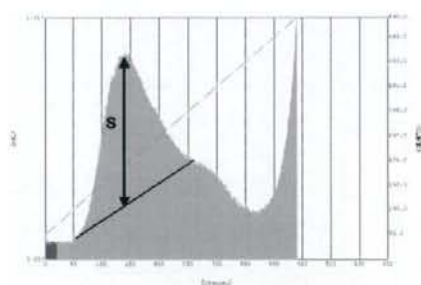


図-1 S/N比①のS及びN

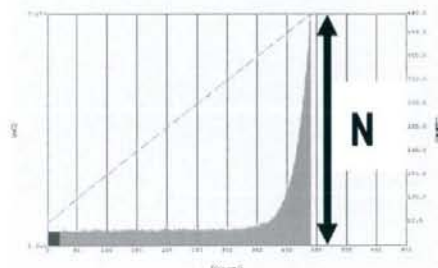


図-2 S/N比②のNSはS/N比①と同じ

表-2 生鮮野菜の試験部位

検体	試験部位
ネギ(太)	土砂の付着部分(全体的に付着していたので、全体を使用した)
タマネギ	外皮及び根部
レタス	茎部及び外葉5枚
大根	葉部及び根部(胚軸含む)の皮
じゃがいも、しょうが	表皮
レンコン	表皮
ほうれん草、ネギ(細)	全体

B-b- iii - (4) 水分除去

沈殿物をアセトン3～5mlに懸濁し1000G, 2分間遠心分離した後, アセトンをバスターピペットを用いて除く。再度アセトン3～5mlを加え, この操作を繰り返す。アセトン洗浄が終了した沈殿物は風乾燥し, 試料とする。

B-b- iii - (5) アニールリング

試料を50℃に保った恒温槽に入れ連続して16時間加熱し, アニールする。アニールリングをした後, 試料の重量(EW, mg)を測定する。

B-b- iii - (6) 測定試料皿への鉱物の搭載

1試料につき, 1個の試料皿の重量DW(mg)を測定し, 蓋つきの容器に入れておく。遠沈管中のアニールリング後の試料に0.2～0.5mlのアセトンを加え, 懸濁し, 1000G, 2分間遠心分離した後, バスターピペットで, 遠沈管のそのわずか上から試料を吸い上げ, 試料がピペットの先端に沈下し, 集まるのを待って, 試料皿に1～2滴落とす。試料皿には1～1.5mg位鉱物を載せることとし, 少ないようであれば, 再度試料を吸い上げ, 滴下を行う。アセトンが揮発した後, 鉱物を載せた試料皿の重量G'1W(mg)を測定する。

B-b- iii - (7) 熱ルミネッセンス(TL)測定

B-b- iii - (7-1) 第一発光の測定

熱ルミネッセンス測定装置の加熱板に試料を載せた試料皿を置き, B-b- i)の測定条件で発光を測定する。この発光量をGlow1(G'1, nC)とする。この発光曲線から発光極大の温度(T1, °C)を記録する。さらに, 加熱板の温度が50℃以下になってから, 直ちに発光を再度測定し, この発光量B1(nC)をバックグラウンドとする。TL測定後, 試料を載せた試料皿の重量を測定する(B1W, mg)。

B-b- iii - (7-2) 標準線量の照射

試料を試料皿ごとに試料が飛散しない容器に梱包して, 標準線量の照射施設に15℃以下で送付する。当該機関において, 標準線量の照射として, 試料に放射線(吸収線量:1kGy)を照射する。当該機関からの返送についても, 15℃以下で行う。標準線量が照射された試料を受領した後, 試料を載せた試料皿の重量(G'2W, mg)を測定する。

B-b- iii - (7-3) アニールリング

試料を遮光して, 50℃に保った恒温槽に入れ,

連続して16時間加熱してアニールを行う。

B-b- iii - (7-4) 第二発光の測定

熱ルミネッセンス測定装置の加熱板に標準線量と同じ条件で発光を測定する。この発光量をGlow2(G'2, nC)とする。この発光曲線から発光極大の温度(T2, °C)を記録する。さらに, 加熱板の温度が50℃以下になってから, 直ちに発光を再度測定し, この発光量B2(nC)をバックグラウンドとする。TL測定後, 試料を載せた試料皿の重量を測定する(B2W, mg)。

S/Nの算出方法は最新通知法に従った。ノイズ(N)については, 発光曲線の開始点及び終了点を求めておき, 発光曲線のバックグラウンドの同一範囲の最大値及び最小値を次式に挿入して求める。

$$N = (\text{最大値} - \text{最小値}) \times 2/5$$

Nの算出に用いる最大値及び最小値を印刷したチャートから目視で求めるのは困難であるため, TL-2000の電子データ(csvファイル)を使用した。csvファイルをマイクロソフトエクセルに読み込み, 関数を用いて最大値及び最小値を求めた。なお, ピーク開始温度と終了温度は, 印刷したチャートから定規を使用して比例計算によりあらかじめ求めた。

TL発光曲線には300～350℃付近にも主ピーク以外の発光ピークが認められる。この発光ピークの終了点までをS/N計算の範囲とした場合には, ピーク終了点は400℃を越えることから, 昇温によりベースラインの上昇する部分がNの算出範囲

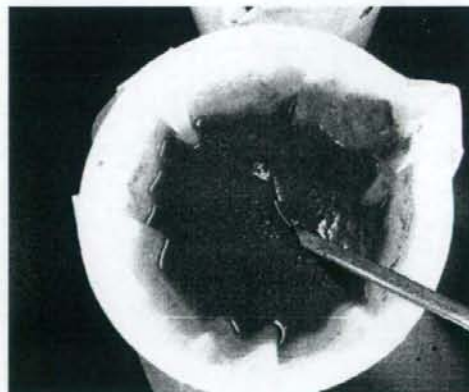


写真-1 梅のナイロンメッシュろ過の様子

に含まれてしまうと考えられた。TL-2000の電子データに記録されている電流値は0からの応答値であるため、ベースラインの上昇に影響されずNを求めることは不可能であった。よって、主ピークと右側の小ピークの谷間を終了点(図-1)としてS/Nを計算した。

なお、シグナル(S)は、主ピーク頂点より真下に線を下ろし、前述のピーク開始点及び終了点の2点を結ぶ直線との交点までの長さより算出した(図-1)。

d. 遠心分離を静置操作に置き換える検討

有機物が比較的多い品目で、遠心分離操作によって有機物が沈殿し、鉱物との分離が困難な場合を想定し、ウコンについて通知法通りの操作と、遠



写真-2 SPT中で有機物が浮く品目の例



写真-3 SPT中で有機物が沈殿する品目の例

表-3 鉱物の分離操作による分類

分類	検体
①	キャベツ、白菜、野沢菜、リンゴ、イチゴ、ほうれん草F、青しそF、ネギF、大根菜F、キャベツF、にんじんF、ゴボウF、大根F、タマネギF、トマトF、わさびFD
②	豆腐、にらF、梅、グリーンピース、ゆずS、カボチャS、コーン

心分離を静置操作に置き換えた操作を実施した。それぞれの操作から得られた鉱物のTL発光量を測定し比較した。静置する時間は、目視で確認しながら、鉱物が完全に沈降したと思われる時間とした。

使用した検体

- ・ターメリックフィンガー(中国産)
- ・ターメリックフィンガー マドラスラージ(インド産)

C. 研究結果

C-a. 香辛料

複数回の操作が必要なものもあったが、12品目全てにおいて測定可能な鉱物量が得られた。

C-b. 乾燥野菜

C-b-i) 粉末以外の鉱物の分離

粉末以外の乾燥野菜各品目は鉱物の分離操作によって次のように分類した。

- ① 通知法もしくは通知法に若干の変更を加えることで処理が可能なもの。



写真-4 カボチャSの有機物と鉱物



写真-5 グリーンピースの有機物と鉱物

② 得られる沈殿物に有機物が多く、操作が困難なもの。

①及び②の分類を表-3にまとめた。

C-b-i-(1) 分類①

概ね粒状検体の方法で処理が可能であったが、必要に応じて以下の変更を加えて作業を行った。乾燥野菜の多くは水を加えることで著しく膨張することから、1000mL容ピーカーでも検体100gを処理するには容積が不足するケースが認められた。このため、必要に応じて検体採取量を50gに変更し鉱物分離作業を実施した(表-4)。

なお、イチゴは持ち込まれた検体が少なかつたため30gで鉱物の分離を行った。

また、ナイロンメッシュろ過に関しても、膨張した乾燥野菜を一度にろ過しきれない場合は、数回に分けた。

分類①は、香辛料などの処理と比べると膨張する分、操作が煩雑になったが、処理は可能であった。

表-4 検体採取量

検体	採取量(g)
キャベツ, 白菜, コーン, 野沢菜, リンゴ, 梅, グリーンピース, にんじんF, ゴボウF, 大根F, タマネギF, トマトF, カボチャS, ユズS	100
イチゴ	30
ほうれん草F, 青しそF, ネギF, 大根菜F, にらF, キャベツF, わさびFD	50

C-b-i-(2) 分類②

分類②の品目は、ピーカーから遠心管に移す際に沈殿物が多く遠心分離を数回に分ける必要が生じた。さらに梅に関しては有機物がナイロンメッシュに詰まったため、ろ過に時間がかかった(写真-1)。その際には、メッシュの底部をスパーテルでこすすることで、ゆっくりとだが、ろ過をすることが出来たものの、そのろ液は多くの有機物を含んでいた。

分類②では有機物が多いため、それを除去するための手法としてSPT処理が最も重要な操作と考えられたが、有機物がSPT処理によって沈降してしまうものがあった(表-5及び写真-3)。

表-5 分類②におけるSPT処理の効果

SPT処理によって有機物が浮いた(写真-2)(SPT処理は有効)	梅, 豆腐, にらF
SPT処理によって有機物が浮かないもの	グリーンピース, ゆずS, カボチャS, コーン

梅, 豆腐及びにらFに関しては、SPT処理によって有機物の除去が可能であったが、鉱物を得られたのはにらFのみであった。一方のSPT処理で有機物も沈殿した4品目(グリーンピース, ゆずS, かぼちゃS, コーン)に関しては、有機物を効果的に除去することは困難であった。SPT処理で効果が得られない場合、残された有機物の除去方法は、目視確認により有機物を手作業で取り除く方法である。この方法の成否は、有機物中に鉱物が目視確認できるか否かによった

(表-6参照)。

表-6 鉱物様の物質が目視確認出来たもの

鉱物を確認出来た	グリーンピース, カボチャS
鉱物を確認出来なかった	コーン, ゆずS

鉱物を確認出来た場合は、ピペット操作で有機物を除去した(写真-4及び5)。また、グリーンピース, カボチャSに関しては鉱物が少なかつたため、目視確認による操作性の向上を図るため、

鉍物の分離操作3回分の粗試料を1本の遠沈管に合わせ、鉍物の量を増やして操作を行った。

鉍物を確認出来なかったものについては、SPT操作を繰り返す、水洗浄を繰り返す、遠心分離を静置操作に置き換えるなどの操作によって有機物の除去に努めたが、有効な結果を得ることは出来なかった。

よって、鉍物が確認出来なかったため、コーン及びゆずSからの鉍物の分離は出来なかった。以上の操作によって鉍物が1mg以上捕集出来た乾燥野菜(粉末状のものを除く)を表7に示した。この結果鉍物を1mg以上捕集出来たものは14品目であった。一方、表-7に示した今回最も操作が困難であったコーン及びゆずSを含む6品目については全く鉍物が得られなかった。

表-7 鉍物を1mg以上捕集出来た乾燥野菜

鉍物を1mg以上捕集出来た	白菜、野沢菜、イチゴ、グリーンピース、ほうれん草F、青しそF、ネギF、大根菜F、にらF、キャベツF、ゴボウF、大根F、タマネギF、わさびFD
鉍物を捕集出来たが1mgに満たなかった	キャベツ、カボチャS
鉍物は全く得られなかった	コーン、リンゴ、梅、豆腐、にんじんF、トマトF、ゆずS

C-b-ii) 鉍物分離量の向上

タマネギFは鉍物の分離が可能であったが、その量は少なく0.1mg未満であった。タマネギFを含め粒状検体の方法で処理した乾燥野菜に関しては、水を加えた後、ただちに超音波処理を行っていた。タマネギFは鉍物が分離可能であったことや、乾燥物が固くすぐには膨張しなかったことから、念のため、水を加えて一晩静置し、十分に膨張させた上で、鉍物分離操作を行った。

その結果、タマネギFに関しては大幅に鉍物回収量の向上が見られた(表-8)。

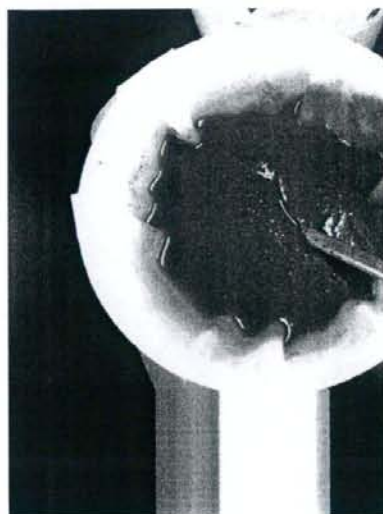


写真-6 ゲル化した例

表-8 タマネギF(100gあたり)からの鉍物捕集量

項目	鉍物捕集量 (mg)
一晩浸漬無し	0.08
	0.09
一晩浸漬有り	0.55
	0.49
	0.40

C-b-iii) 乾燥野菜粉末の鉍物分離

乾燥野菜粉末(以下、「粉末野菜」という。)について粉末検体の方法によって鉍物の分離を試みた。その結果、操作が可能なものと、不可能なものに分類された(表-9)。

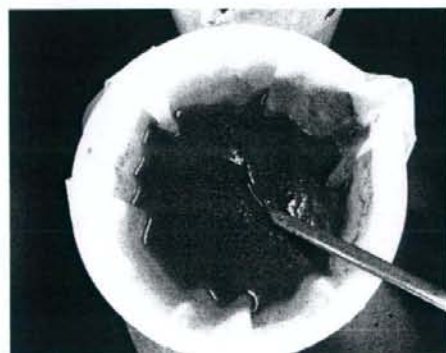


写真-7 野菜粉末にメタノールを加えたところ

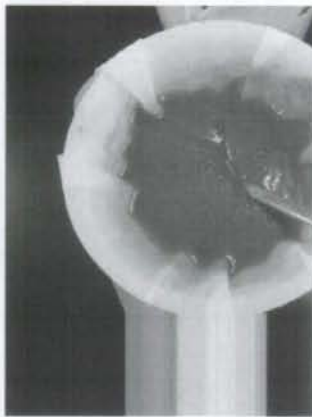


写真-8 デカンテーション 5 回目の例

表-9 粉末野菜の粉末検体の方法への適用

粉末検体の方法で鉍物の分離が可能	ほうれん草P、ゴボウP、小松菜P
粉末検体の方法では鉍物の分離が困難	にんじんP、カボチャP、レンコンP、紫芋P、スイートコーンP、ゆずP、発芽玄米P、黒米P

ほうれん草P、小松菜P 及びゴボウP を除いて、他の粉末野菜はSPTを加えると、ゲル化したり、粘性が強くなり、鉍物の分離操作を行うのは困難であった(写真-6)。

このため、粉末野菜については、平成20年度TL試験法検討会において、今年度の研究は分析中止となった。しかし、前者の3検体は、やや粘性があるものの、粉末検体の方法に従った処理が可能であったため、操作を続けることとした。

3品目中、1mg以上鉍物が捕集出来たのは、ほうれん草P及び小松菜Pの2品目であった。

Cb iv) 粉末検体に関する確認試験

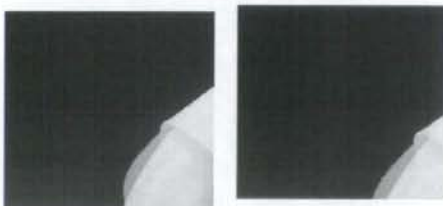


写真-9 沈殿中の鉍物の確認例(にんじんP)
左: 鉍物無添加, 右: 鉍物添加(5mg)

ゲル化してしまう野菜粉末中に鉍物が存在するか否かを確認すべく、次の試験を行った。野菜粉末がSPTによってゲル化したり粘性が強くなるのは、粉末に含まれる糖質の影響ではないかと考えられた。このため、粉末を大量の水で懸濁させることで、糖質などの可溶性有機物の除去を試みた。野菜粉末に直接水を加えると、部分的にダマ状になるため、野菜粉末5gにまずメタノール50mlを加え(写真-7)、十分に懸濁し、ここに水400mlをゆっくりと加えて攪拌した。加えた水は着色し、多くの可溶性有機物が存在していることが推測された。

しばらく静置した後、上澄み液をデカンテーションによって廃棄することで、多くの有機物を除去することが出来たが、50ml容遠沈管に沈殿を移すには、品目によって程度に差はあるものの5回以上のデカンテーション操作が必要であった(写真-8)。

別途、にんじんPに鉍物5mgを添加したものを、併行して操作した。

沈殿物を遠沈管に移したところで、鉍物を添加したにんじんPの遠沈管と比較して、鉍物様の物質の有無を確認した。この結果、本検討において、鉍物(5mg)を添加したにんじんPの遠沈管については鉍物を十分に目視確認可能であったが、他のいずれの野菜粉末については鉍物の存在を確認するには至らなかった(写真-9)。

C-c. 生鮮野菜

生鮮野菜の重量、寸法及び試験部位の重量を表-10に示した。

生鮮野菜に関しては粒上検体の方法によって操作を行い、10品目全てより鉍物を分離することが可能であった。しかし、しいたけのみは検体全量を使用したものの1mg以上の鉍物を得るには至らなかった。

C-d. 加工食品

C-d-i) カレー粉(照射, 非照射)

カレー粉は粉末であったため、粉末検体の方法に従って、鉍物の分離操作の検討を行った。SPTを加える分離操作によって、鉍物様物質のほかに、有機物と思われる沈殿が得られた。カレー粉に関

表-10 生鮮野菜の重量及び寸法

品目	量	個数全重量 (g)	寸法	試験部位	調製方法	試験部位の重量 (g)
しいたけ	9個	A:339	6.0~8.0cm(傘直径)	全体	スライス	全重量と同じ
	7個	B:290	6.5~10cm(傘直径)			
しょうが	1個	450	16×16cm(縦横)	皮	数cm幅で切断	56
	大根	1本	794	34cm(根, 胚軸)	根, 胚軸の皮及び葉部	数cm幅で切断
			29cm(葉)			262
タマネギ	3玉	780	6.8~7.7cm(直径)	外皮, 根部	数cm幅で切断	29
ネギ(太)	2本	304(2本合計)	82cm(葉部~根部)	全体(全体に土が付着のため)	数cm幅で切断	全重量と同じ
			85cm(葉部~根部)			
ほうれん草	1束(9株)	139	29cm(葉~根部)	全体	数cm幅で切断	全重量と同じ
レタス 2玉		A:221	18×30cm(葉~根部)	外側から5枚目までの葉	数cm幅に切断	144
			B:334			
レンコン	1個	226	6.0×10cm(縦横)	皮	輪切り	132
ネギ(細)	1束	136	56cm(葉~根部)	全体	みじん切り	214
	(29本)					
ジャガイモ	1個	132	5.5×8.5cm(縦横)	皮	数cm幅に切断	18

しては、含まれる油状成分が操作に影響することが懸念されていた。SPT 処理によって沈殿した有機物が油状成分であるか確認するため、次操作の水洗浄の過程において、n-ヘキサン、ジエチルエーテル及びアセトンそれぞれを加えて振とうし、有機物の変化を調べた。しかし、いずれの溶媒によっても有機物に顕著な変化は認められなかったため、有機溶媒を除去した。有機物が沈殿していたが鉍物を確認出来たため操作を続行可能であっ

た。通知法操作に従ってアセトン洗浄までを行い、アセトン洗浄時にピペット操作によって残留する有機物を除去した。

したがって、カレー粉に関しては特に粉末検体の方法に修正を加えることなく、鉍物の分離が可能であった。また、鉍物の分離操作は5回行ったが、1mg以上の鉍物を得るには3回以上の操作が必要であった。

C-d ii) イエローカレーペースト(照射, 非照



写真-10 チリソース 非照射 (SPT 溶液中)
左: 無添加, 右: 添加 (5mg)



写真-11 沈降法を参考に鉍物の有無を確認
チリソース (照射) を処理し残渣をろ過したろ紙の表面



写真-12 沈降法を参考に鉍物の有無を確認

射)

イエローカレーペーストは水分を多く含むため、通知法の粒状検体の方法を応用し、鉍物の分離操作の検討を行なった。すなわち、カレーペースト 100g をビーカーに採取し、水 400ml を加えて十分に混合した。混合にはスパーテルを使用し、超音波照射を行わなくても速やかに分散した。これをナイロンメッシュでろ過し、得られたろ液について通知法通りに処理を続けた。

有機物が沈殿していたが、鉍物が確認出来たため処理は可能であった。カレー粉と同様に通知法操作に従ってアセトン洗浄まで行い、アセトン洗浄時にピペット操作によって残留する有機物を除去した。

鉍物の分離操作は 5 回行ったが、1mg 以上の鉍物を得るには 2 回以上の操作が必要であった。なお、カレー粉同様に、油状成分による鉍物分離操作への影響は、今回の検討においては認められなかった。

C-d-iii) キムチの素 (照射, 非照射)

キムチの素は液体を多く含んでいるため、粒状検体の方法を応用し、鉍物の分離操作の検討を行なった。キムチの素 100g をビーカーに採取し、水 400ml を加えて超音波照射下において 15 分間十分に混合した。これをナイロンメッシュでろ過し、得られたろ液について通知法通りに処理を続けた。SPT 処理時に有機物がやや沈殿したが、鉍物が確認出来たため操作は続行可能であった。カレー粉と同様に通知法操作に従ってアセトン洗浄まで行い、アセトン洗浄時にピペット操作によ

て残留する有機物を除去した。

鉍物の分離操作は 5 回行ったが、1mg 以上の鉍物を得るには 3 回以上の操作が必要であった。

C-d-iv) ホットチリソース (照射, 非照射)

ホットチリソースはキムチの素同様に液体を多く含んでいるため、粒状検体の方法を応用し、鉍物の分離操作の検討を行った。すなわち、

ホットチリソース 100g をビーカーに採取し、水 400ml を加えて超音波照射下において 15 分間十分に混合した。これをナイロンメッシュでろ過し、得られたろ液について通知法通りに処理を続けたが、キムチの素と異なり、SPT 処理時において、有機物の沈殿以外に鉍物を目視で確認出来なかった (写真-10 左)。

また、にんじん P と同様に鉍物を添加したものと比較して、鉍物様の物質の有無を確認した (写真-10 右)。

さらに、ホットチリソースには鉍物が含まれているか否かを確認するため、鉍物性異物の確認方法である沈降法 (出典: 食品衛生検査指針理化学編) を参考にして鉍物の存在を確認した。

ホットチリソース 100g を水 200ml で希釈し、これにクロロホルム 100ml を加えて振とうし、下層 (クロロホルム層) を分取した。この操作を 3 回繰り返し、得られたクロロホルム層をろ紙でろ過した。ろ紙を風乾した後、表面に鉍物様の物質が存在するか否か観察した。しかし、目視では鉍物を確認出来なかったため、念のため実体顕微鏡でろ紙表面の観察を行った (写真-11 及び 12)。

この結果、ろ紙表面には黒色の微小な物質を数個確認するのみであった。よって、今回検討したホットチリソースにおいては、TL を測定するのに十分な量の鉍物は得られないものと考え、試験を中止した。

C-d-i) ~ iv) の結果より、加工食品に関しては、ホットチリソース 2 品目を除く 6 品目の検体で鉍物を捕集することが出来た。

チリソース (照射) に添加したものを処理し残渣をろ過したろ紙の表面

C-e. TL 測定

鉍物を捕集出来た品目について TL 測定を行った。鉍物搭載量について、乾燥野菜に関しては、

グリーンピースのように、鉍物の分離操作の際に有機物との分離が難しかった品目を考えると、測定時に試料重量が急激に減少する可能性があるため、可能な範囲で通知法の上限である1.5mgを搭載することとした。生鮮野菜や加工食品に関しても同様の搭載量とした。しいたけなど鉍物量が1mgに満たない品目に関しても、外観から鉍物様の物質を含むと考えられるものに関しては、念のため測定を行うこととした。香辛料12品目、乾燥野菜17品目、マカ1品目、生鮮野菜10品目及び加工食品6品目についてTL測定を実施した。その結果を表-13～19にまとめた。

C-e-i) 香辛料及びマカ

13品目全ての検体においてTL1の発光極大温度はTLD100の10回平均値(231℃、標準偏差1.5)に29を足した温度(260℃)よりも低くかった。また、TL比に関しても0.1を上回った。

C-e-ii) 乾燥野菜

TL測定を行った17品目は測定結果より次のように分類された。

① TL1の発光極大温度はTLD100の10回平均値



写真-13 水洗作業中
遠心分離前は鉍物と有機物の区別が可能



写真-14 水洗作業中
遠心分離後は区別がつかない

(231℃、標準偏差1.5)に29を足した温度(260℃)よりも高く、TL比は0.1未満。

② TL1の発光極大温度はTLD100の10回平均値(231℃、標準偏差1.5)に29を足した温度(260℃)よりも低く、TL比は0.1以上。

①及び②の分類を表-11に示した。

表-11 乾燥野菜のTL測定結果の分類

①	白菜、野沢菜、イチゴ、ほうれん草P、小松菜P、ほうれん草F、青しそF、キャベツF、ゴボウF、大根F、タマネギF
②	グリーンピース、ネギF、大根菜F、にらF

なお、カボチャSは②に該当するものの、鉍物を1mg以上測定に供することが出来なかった。また、わさびFDは①に該当するものの、TL測定後



写真-15 静置操作で水洗作業を進めた精製が進み、鉍物が速やかに落下している



写真-16 遠心分離で水洗作業を進めた精製はあまり進んでいない

に鉱物量が0.7mgを下回った。

C-e-iii) 生鮮野菜

TL測定を行った10品目は測定結果より次のように分類された。

① TL1の発光極大温度はTLD100の10回平均値(231℃, 標準偏差1.5)に29を足した温度(260℃)よりも低く, TL比は0.1未満。

② TL1の発光極大温度はTLD100の10回平均値(231℃, 標準偏差1.5)に29を足した温度(260℃)よりも低く, TL比は0.1以上。

①及び②の分類を表-12に示した。

①	大根, レタス
②	しょうが, タマネギ, ねぎ(太), ほうれん草, レンコン, ネギ(細), じゃがいも

なお, しいたけは②に該当するものの, 鉱物を1mg以上測定に供することが出来なかった。

C-e-iv) 加工食品

非照射の3品目に関してはいずれもTL1の発光極大温度はTLD100の10回平均値(231℃, 標準偏

差1.5)に29を足した温度(260℃)よりも高く, かつTL比も0.1未満であった。その一方, 照射の3品目に関しては発光極大温度は260℃よりも低く, TL比は0.1以上であった。

TL測定を行った品目のうち, 試料の搭載量が少なかったもの, あるいは線量が低く信号が低くなるものについて, 照射判定のための発行曲線についてのS/N比が通知法で定める条件(S/N>3)を満たすことを確認するため, 生鮮野菜10品目及び乾燥野菜2品目についてS/N比を算出した。その結果をそれぞれ, 表-20及び21に示した。これらの品目においてもS/N>3の条件は十分に満たされることがわかった。

C-f. 評価可能なS/Nの検討

TL-2000を用いたときの検知可能なS/Nを算出した。ここでは0.125kGy照射した大根(生鮮野菜)より分離した鉱物について搭載量を変更してTL測定を行った。図-2はTL-2000で求めたグローカーブである。鉱物の搭載量により発光ピークの大きさは変化し, それぞれのS/Nは図中に示したように11, 20, 27, 35となった。この結果, S/N>20であれば評価が可能であると判断した。

C-g. 遠心分離を静置操作に置き換えた検討

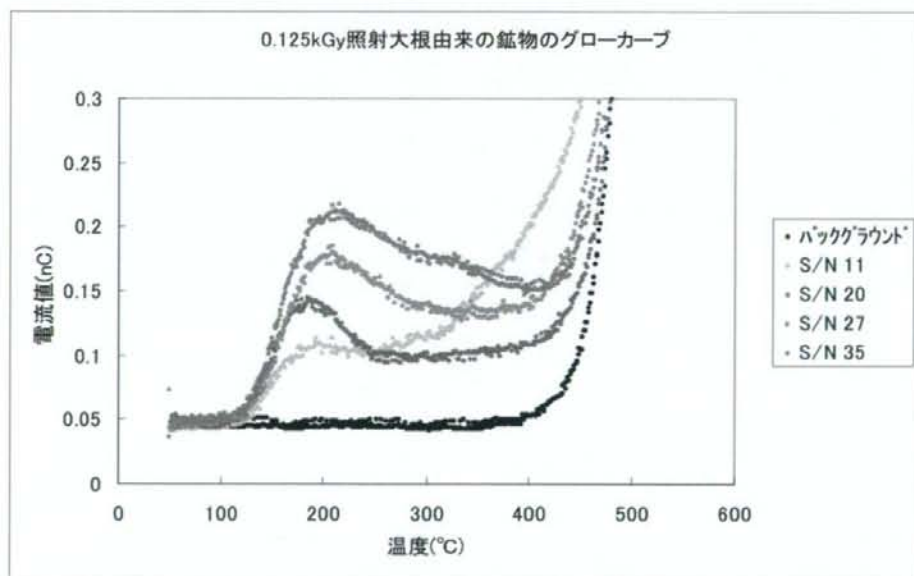


図-2 TL-2000で評価可能なS/Nの検討

ウコン2品目に関して、通知法通りの試験を行った場合と、鉍物の分離操作において遠心分離操作を静置操作に置き換えた場合について試験を行い、その結果を表-22及び23に示した。この結果、いずれの方法についても判定は可能であったものの、静置法の方が明確に強い発光を示した。一方、鉍物捕集量は遠心分離の方が有機物を多く含むため高い収量を示した。なお、ウコンではピーカーから遠沈管に沈殿を移す際には遠心分離が必要であったが、SPT処理以降は静置操作が可能であった(写真-13~16)。

D. まとめ

○ 香辛料、乾燥野菜、生鮮野菜、マカ加工品及び加工食品について鉍物の分離作業及びTL測定を行った。

香辛料、生鮮野菜及びマカについては通知法に従って鉍物の分離が可能であった。加工食品に関しても、今回検討したカレー粉は粉末検体の方法で、カレーペースト及びキムチの素に関しては、粒状検体の方法を応用することで鉍物の分離が可能であった。

乾燥野菜については、検体を水に浸すと膨張してしまうため、採取量の変更やナイロンメッシュろ過の回数を変更する必要が生じた。

一方、多くの粉末状の乾燥野菜はSPTを添加することでゲル化したため、鉍物の分離には至らなかった。乾燥野菜のうち、8品目に関して、鉍物の分離操作中、多くの有機物が沈殿し、中でもコーン、ゆずSは鉍物様物質も認められなかったため、操作は困難であった。なお、タマネギSに関しては水に浸して一晩静置することで鉍物の捕集量が増加した。

○ TL測定については、鉍物を採取出来なかった乾燥野菜17品目及び加工食品のチリソース2品目を除き46品目について最新通知法(食安発第1211002号)によって評価可能であった。あらかじめ放射線を照射した香辛料及び加工食品のほかにも、グリーンピース、ネギF、大根菜F、にらF、かぼちゃS及びマカより放射線の照射を検知した。生鮮野菜に関してはあらかじめ放射線を照射していたものの、吸収線量が低かったためか大根及び

レタスではTL比が0.10未満であった。

○ TL測定時における鉍物搭載量については通知法搭載限度の1.5mgいっぱいまで搭載することによって、判定が可能になったものはいくつか認められた。グリーンピースは鉍物搭載量1mgで測定した場合、測定後に鉍物量が大きく減少し、判定不能に陥った可能性が高い。

○ 鉍物の分離操作における遠心分離を静置操作に置き換えた検討では、今回使用したウコンに関して、静置操作の方が遠心分離よりも明確に強い発光を認めた。このため、ウコンにおいては静置操作を取り入れた操作が効果的に鉍物を精製可能であると考えられた。一方で、通知法通りに行っても判定は可能であったことや、鉍物の収量が静置法では大きく減少することから必要に応じて静置操作を取り入れる対応が望ましいと思われた。

○ 通知法の操作において以下のとおり一部変更を行った。

1) TL測定用の試料皿へ試料を搭載する際に、スパーテルで十分に掻き取れるものに関しては、バスツールピペットではなく、スパーテルを用いて直接試料皿へ搭載することによって、時間の効率化並びにピペット内壁への試料の付着によるロスを軽減する方法を用いた。

2) 通知法では、G²重量(G²W)の測定後にアニーリングとなっている。しかし、G²W測定のため移送容器より出した試料皿をそのまま気流のある恒温器の中へ入れることは他検体とのコンタミの原因を招く可能性があった。このため、密閉容器である移送容器中でアニーリングを行うのが得策と考えられた。しかし、通知法の手順では、一度G²W測定時に容器から取り出した後、アニーリングのため再度格納することとなり、操作の煩雑さと鉍物の減損を招くと予想された。よって、アニーリングの後、G²W測定の順番で試験を行った。

表-13 香辛料(照射済み)の結果

品目	採取量 g	試料量 mg	皿重量 mg	G1' G' IW	TL供G'1 mg	G1 nC	B1'重量 mg	G1 nC	G' W2 mg	G'温度 ℃	G2'重量 mg	B2'重量 mg	G2 nC	温度 ℃	TL比 TL	判定				
																	EW	DW	G' IW	G1
黒胡椒 YELLOW (マレーシア産)	1	103.36	2.78	107.38	108.45	1.07	802.99	108.28	20.74	869	0.9	612.84	108.22	16.05	710	173	検知する			
黒胡椒 MG-1 (インド産)	1	100.63	1.42	107.22	108.31	1.09	20795.25	108.17	30.1	21858	0.95	18066.42	108.15	24.02	19400	178	検知する			
黒胡椒 ベトナム産	1	100.11	2.94	107.45	108.5	1.05	1725.69	108.33	20.94	1937	0.88	1072.02	108.22	13.02	1375	171	検知する			
白胡椒 GREEN (マレーシア産)	4	428.38	1.62	107.5	108.59	1.09	1107.11	108.28	26.5	1385	0.78	640.28	108.27	14.94	812	185	検知する			
パプリカ末 P (インド産)	1	5.08	11.45	107.25	108.34	1.09	35561.24	108.34	30.74	32597	1.09	31347.54	108.31	27.87	29547	171	検知する			
フェスグリーク (インド産)	1	101.69	1.62	107.54	108.67	1.13	43751	108.66	41.26	39027	1.12	49819.39	108.53	31.2	50291	175	検知する			
コリアンダー (モロッコ産)	5	507.18	2.29	107.13	108.22	1.09	2960.52	108.16	29.22	2846	1.03	185	108.08	2424.12	108.08	27.36	2523	172	検知する	
コリアンダー (インド産)	1	103.84	2.61	107.36	108.44	1.08	15890.4	108.37	30.7	15703	1.01	190	108.22	12043.41	108.21	29.87	14134	178	検知する	
ジンジャーホール (雲南(中国産))	1	101.87	2.21	107.87	108.93	1.06	1987.71	108.89	30.93	1918	1.02	1772.28	108.74	23.3	2010	170	0.95	検知する		
ジンジャーホール (インド産)	1	104.23	6.32	107.63	108.77	1.14	138088.99	108.77	78.68	121062	1.14	187	108.67	56042.58	108.67	64.65	53825	176	2.25	検知する
ターメリック (中国産)	1	102.4	12.77	107.36	108.42	1.06	7056.95	108.31	23.7	7403	0.95	4516.72	108.19	17.53	5421	173	1.37	検知する		
ターメリック (インド産)	1	104.38	11.93	107.4	108.67	1.27	32405.44	108.61	26.18	26760	1.21	174	108.59	15207.23	108.6	19.74	12656	161	2.11	検知する

表-14 マカ加工品の結果

品目	鈉 捕集 回数	採 集 量	取 試 量	料 重 量	G1'	TL 供 使 量	G' 1	B1' 重 量	G1	G' 温 度	G2' 重 量	B2' 重 量	G2	温 度	TL 比	判 定				
	(回) g	mg	mg	mg	nC	mg	nC	mg	nC/mg	°C	nC	mg	nC/mg	°C						
	SWL	EW	DW	G' 1W	G1	-	B1W	B1	G1	T1	G' 2W	B2W	G2	T2	TL	検 知				
マカ	2	10.35	2.74	106.81	108.26	1.45	27715.38	108.21	31.54	19774	1.4	194	108.22	17121.21	108.18	34.9	12472	170	1.59	検 知 す る