

- 4) EN 14569 (2004) Foodstuffs - Microbiological screening for irradiated food using LAL/GNB procedure.
- 5) 越川富比古 (2004) 放射線滅菌における微生物試験法 (I) - 細菌の同定における一般的な知識と操作技術 -, *RADIOISOTOPES*, 53, 223-243.
- 6) (社)日本アイソトープ協会甲賀研究所編 (2004) 好気性芽胞形成菌の図鑑, 日本ベクトン・ディキンソン株.
- 7) 越川富比古 (2004) 放射線滅菌における微生物試験法 (II) - BBL クリスタル G P 同定キットによるグラム陽性菌の同定手順 -, *RADIOISOTOPES*, 53, 317-329.
- 8) 廣庭隆行, 山本陽子, 越川富比古 (2004) 放射線滅菌における微生物試験法 (III) - BBL クリスタル G P 同定キットによる芽胞形成菌の同定ソフトの開発 -, *RADIOISOTOPES*, 53, 361-368.
- 9) 越川富比古, 新谷英晴 (1998) バイオバーデン測定の問題点, 防菌防黴誌, 26, 511-520.
- 10) Sri Bagiwati, 渡辺宏, 田村直幸 (1985) 香辛料中の微生物分布と放射線殺菌効果, 食品照射, 20, 第1・2号, 23-26.

# 各種香辛料の吸収線量による発光極大温度及び TL 比の変化と検知結果

研究分担者 (財)放射線利用振興協会 高崎事業所長 棚瀬 正和  
協力研究者 (財)放射線利用振興協会 川島 郁男、須永 博美

## 研究要旨

香辛料の TL 法による検知技術の検討として、試料へ照射された放射線の線量により発光極大温度や TL 比はどのように変化し、また検知結果にどのような影響をあたえるかを調査するとともに、通知に示されている粒状検体の場合の検体量 100 (g) から検知に必要な鉱物が得られるかどうかを確認することを目的とし、市販香辛料など 6 品目を対象として 0.5 ~ 5 (kGy) の線量を照射して検討を行った。実験に用いた品目はアニスシード、ブラックペッパー、フェネル、オールスパイス、タイム、の 5 品目及び乾燥ウーロン茶である。その結果、発光量  $G1$  (nC/mg) の測定ではそれぞれ傾きは異なるが線量とともに発光量がほぼ比例的に増加し、TL 比が大きくなることが確認できた。発光極大温度については未照射試料では 300 (°C) を超えるものが 0.5 (kGy) 照射試料では 180 (°C) ~ 200 (°C) に急激に下降し、それ以上少なくとも線量 5 (kGy) まではその温度変化は少なく、非照射、照射を明確に判別できることが確認できた。しかし、今回実施した実験ではブラックペッパー、オールスパイスなどの試料については採取された鉱物が少なく、また鉱物以外の不純物が含まれていたことも考えられた。精度、再現性の高い結果を得るためには十分な鉱物量が必要で、そのため鉱物抽出が難しい試料については 100 (g) を超える検体量を用いることが望まれるが、それができない場合に通知ではグローカーブにおける S/N 値の評価により照射判定が行える場合もあるとされ、オールスパイスについて評価を試みた。その結果 0.5 (kGy) 照射試料についても十分に検知できることを確認した。

## A. 実験目的

香辛料の TL 法による検知技術の検討として、試料へ照射された  $\gamma$  線の線量により発光極大温度や TL 比はどのように変化し、また検知結果にどのような影響をあたえるかを調査するとともに、通知に示されている粒状検体の場合の検体量 100

(g) から検知に必要な鉱物が得られるかどうかを確認することを目的とし、市販されている香辛料 5 品目及び乾燥ウーロン茶を対象とする検討を行った。

## B. 実験方法

### B.1 試料

実験を行った試料は通知法1)で鉱物抽出が可能であるとされている食品であるアニスシード、ブラックペッパー、フェンネル、オールスパイス、タイム、及びウーロン茶である。これらの試料について0.5 (kGy)、1.0 (kGy)、5.0 (kGy)のコバルト60からのガンマ線照射を行い、未照射試料とともに通知法に定められた方法により鉱物抽出、TL測定と一連の操作を行った。ガンマ線照射は日本原子力研究開発機構高崎研究所の照射施設において行った。

試料は各品目の大袋から通知法で述べられている100gずつをポリエチレン袋に小分けし、それぞれ所定の線量となるガンマ線照射を行った。(ウーロン茶については検体量が少なかつたため非照射試料の準備はしなかつた。)

実験に用いた試料の写真を図1～図6に、そして産地や重量等のデータを表1に示す。照射は線量率1(kGy/h)の位置で0.5(hr)、1(hr)、5(kGy/h)の位置で1(hr)のそれぞれ0.5、1.0、5(kGy)とした。



図1 アニスシード (ホール)



図3 フェンネル (ホール)



図2 ブラックペッパー (ホール)



図4 オールスパイス (ホール)



図5 タイム (ホール)



図6 ウーロン茶

表1 試料

No	試料名	試料の状態	産地	使用重量
1	アニスシード	ホール状	スペイン	100 g
2	ブラックペッパー	ホール状	ベトナム	100 g
3	フェンネル	ホール状	インド	100 g
4	オールスパイス	ホール状	産地不明	100 g
5	タイム	ホール状	モロッコ	100 g
6	ウーロン茶	乾燥状態	中国	100 g

### B.2 鉱物の抽出、TL測定

香辛料5種類及びウーロン茶の鉱物抽出はポリエチレン袋に小分けされた100(g)の試料を通知の粒状試料の操作方法に従い実施した。

TL測定にはHarshaw製TL-3500を用い、発光温度校正用にはTLD100素子を用いた。TL測定は香辛料5種類についてはn=1、ウーロン茶についてはn=2で実施した。

### B.3 標準線量照射

試験工程である抽出した鉱物の標準線量照射は高崎研究所コバルト照射施設第1棟、第1照射室において実施した。照射は線量率1(kGy/h)の照射位置で行い、線量は1.00(kGy)とした。線量測定はアラニン線量計「アミノグレイ」により行った。標準線量照射の様子を図7に示す。写真左が試料の鉱物を搭載した試料台である。右の金属網の円筒状の内部に水中からCo-60線源が引き上げられ照射が開始される。





図7 標準線量照射の様子

### C. 実験結果

#### C.1 鉍物の抽出

抽出され、遠沈管に入れられた鉍物は蒸留水による洗浄後、アセトンによる水分除去を行い、埃が入らないように不織布で覆いデシケータに入れ、アセトン臭が無くなるまで乾燥させたのち天秤により鉍物量の測定を行った。

表2は各試料から抽出された鉍物量及びTL測定のための試料皿に搭載された鉍物試料量を示す。抽出された鉍物試料量を重量の多い順にならべるとタイム、ウーロン茶、アニスシード、フェネル、ブラックペッパー、オールスパイスとなる。この鉍物抽出量についてはブラックペッパーなど球状で表面に凹凸の少ないものは少なくなる傾向となった。

しかし、薬物については鉍物の他に有機物などの不純物が採取され易く、抽出作業には注意と経験が必要である。見かけ上抽出量が多くても鉍物が極めて少ない場合もあり、TL測定では発光量が少なくなり、適切な判定は今回できたが不可能となることがある。

表2 各試料における抽出鉍物量及び試料皿搭載量

香辛料	線量 (kGy)	抽出 鉍物 量 [mg]	搭載 量 [mg]
アニスシード	0	5.72	1.36
	0.5	3.9	1.26
	1	3.27	1.37
	5	4.21	1.46
	平均	4.28	1.36
ブラックペッパー	0	0.85	0.83
	0.5	2.25	1.17
	1	2.4	1.11
	5	2.72	1.01
	平均	2.06	1.03
フェネル	0	3.15	1.49
	0.5	3.11	1.27
	1	4.47	1.29
	5	3.19	1.49
	平均	3.48	1.39
オールスパイス	0	1.61	0.44
	0.5	2.05	0.5
	1	2.13	0.79
	5	1.01	0.56
	平均	1.7	0.57
タイム	0	18.07	1.49
	0.5	17.88	1.43
	1	19.15	1.09
	5	31.97	1.28
	平均	21.77	1.32
ウーロン茶	0.5	7.27	1.04
	0.5		1.32
	1	6.12	1.35
	1		1.38
	5	5.38	1.15
5		1.2	
平均	6.26	1.24	

#### C.2 測定皿への搭載試料重量

TL測定のために試料皿へ搭載した試料の重量も表2に示す。通知では試料皿への搭載量は1.0 (mg)程度としており、実験はその基準に従った。しかし、オー

ルスパイスについては搭載に必要な1.0 (mg) の試料が採取できず、今回は基準値より少ない量とした。その他の試料については基準を満たす重量が得られた。

### C.3 TL測定結果

#### C.3.1 発光極大温度

全試料についてのTL測定により得られた一次発光 (Glow1) 及び二次発光 (Glow2) のグローカーブをバックグラウンド (BG) 測定結果とともに図8～図53

に示す。各グローカーブとも非照射試料や0.5 (kGy) 照射試料ではわずかなノイズがあるものの、抽出された鉱物由来の発光が示されていることがわかる。

表3は各試料一次発光の発光極大温度 (T1) をまとめた結果である。また、図54はその結果をグラフで示す。発光極大温度は非照射の場合300～350 (°C)、0.5 (kGy)～5 (kGy) 照射された試料については149～219 (°C) で、線量の増加に伴い若干下がる傾向が見られるも

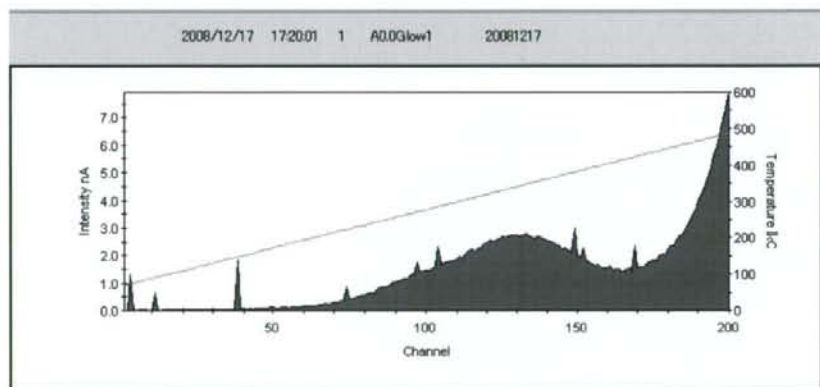


図8 アニスシード (0.0kGy)Glow1

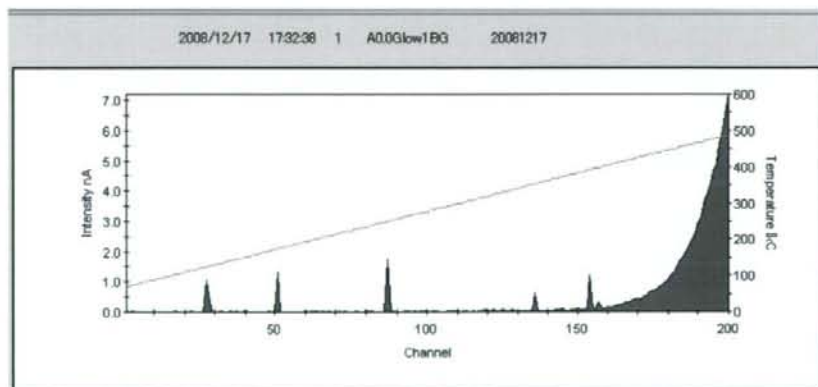


図9 アニスシード (0.0kGy)Glow1BG

のほぼ一定の値となった。

表3では通知で放射線照射されていると判断される要素である発光極大温度 X (°C) 以下である結果については○印を

つけた。今回の測定における照射検知の判断基準となる発光極大温度 X (°C) は TLD100 素子を使用して求め、269.4 (°C) となった。

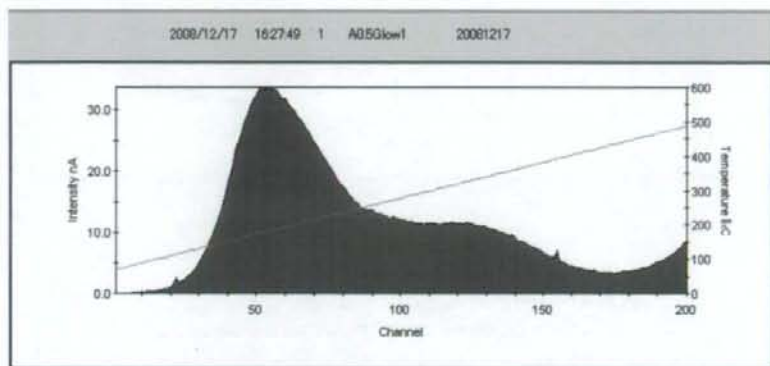


図10 アニスード (0.5kGy) GlowI

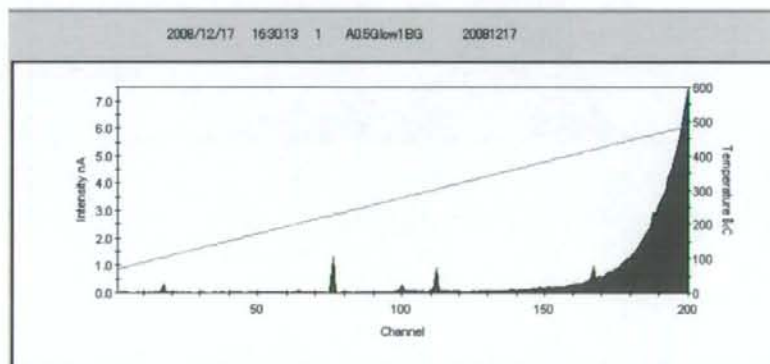


図11 アニスード (0.5kGy) GlowIBG

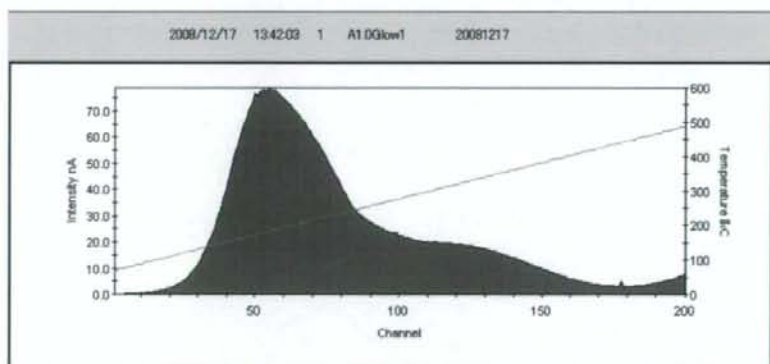


図12 アニスード (1.0kGy) GlowI

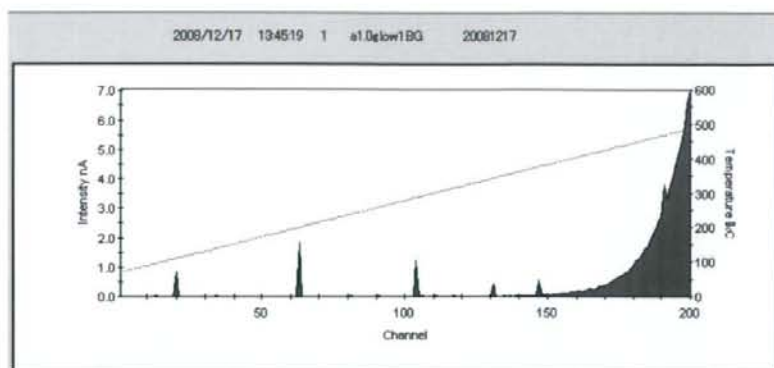


図 13 アニスシード (1.0kGy) Glow1BG

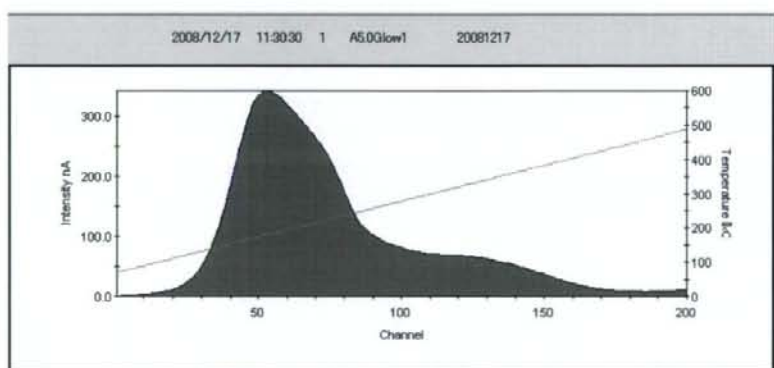


図 14 アニスシード (5.0kGy) Glow1

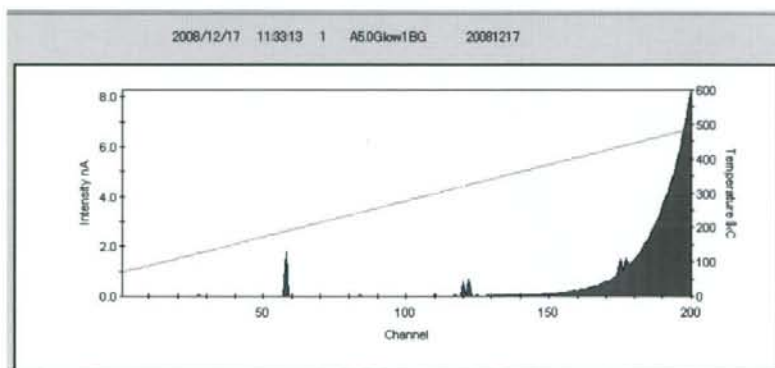


図 15 アニスシード (5.0kGy) Glow1BG



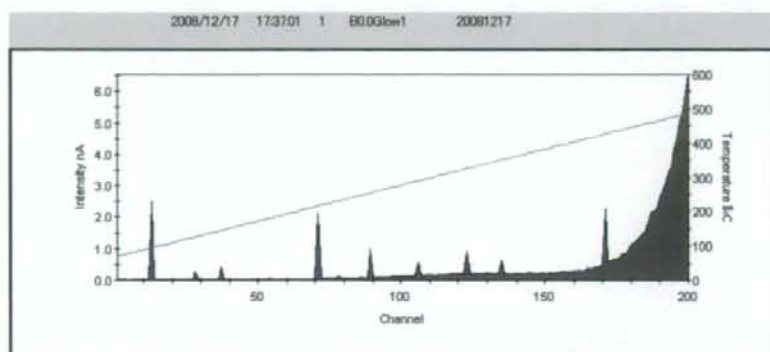


図 16 ブラックペッパー (0.0kGy) Glow1

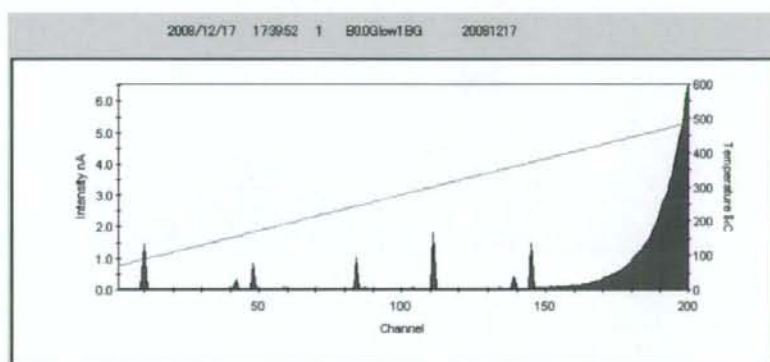


図 17 ブラックペッパー (0.0kGy) Glow1BG

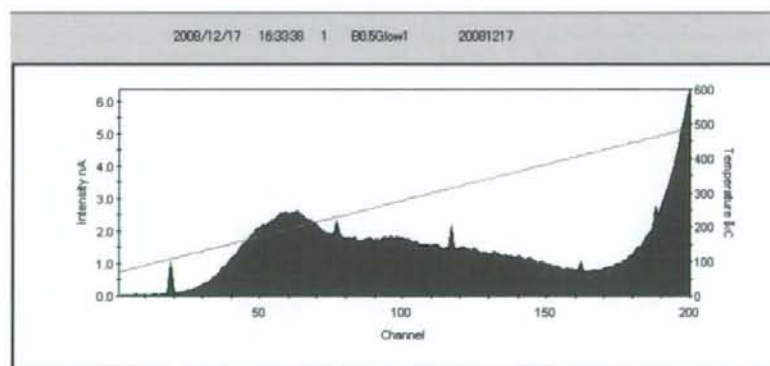


図 18 ブラックペッパー (0.5kGy)Glow1

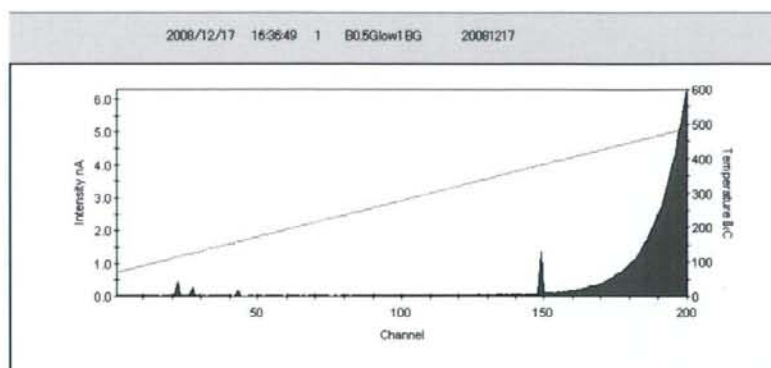


図 19 ブラックペッパー (0.5kGy) Glow1BG

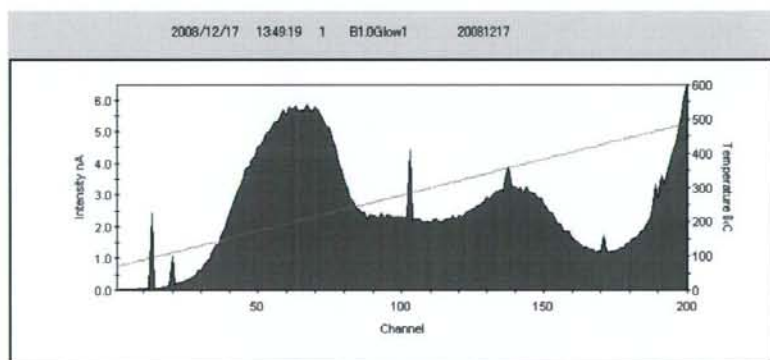


図 20 ブラックペッパー (1.0kGy) Glow1

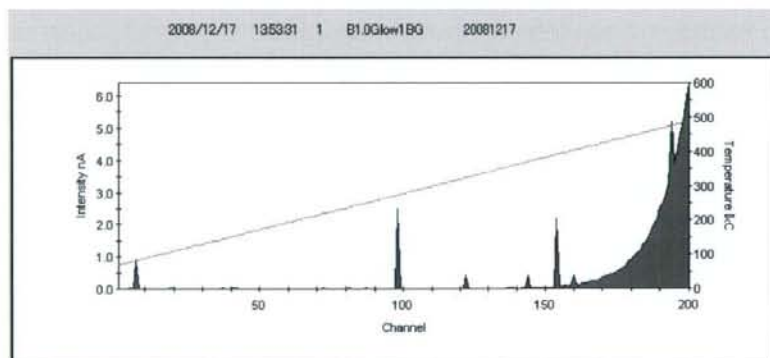


図 21 ブラックペッパー (1.0kGy) Glow1BG

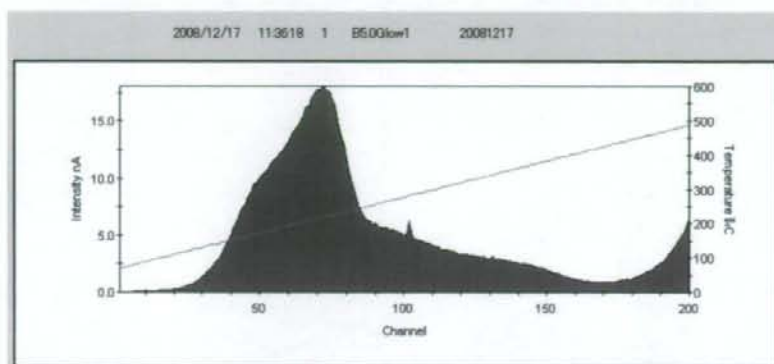


図 22 ブラックペッパー (5.0kGy) Glow1

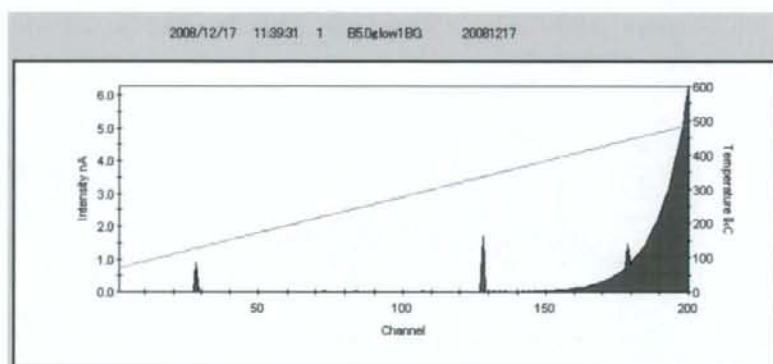


図 23 ブラックペッパー (5.0kGy) Glow1BG

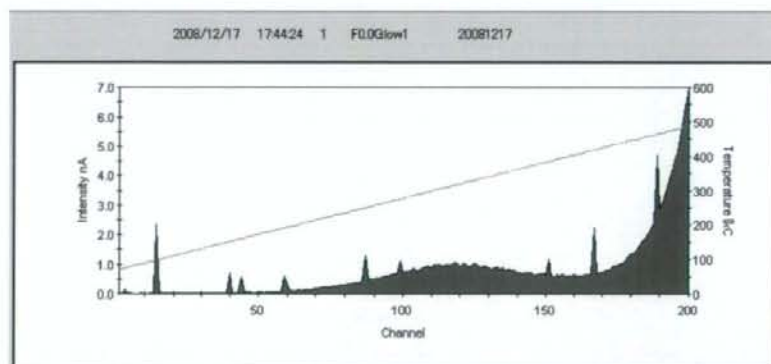


図 24 フェネル (0.0kGy) Glow1

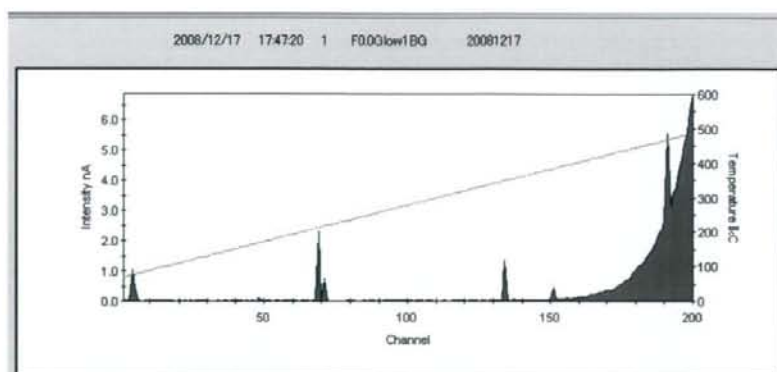


図 25 フェンネル (0.0kGy) Glow1BG

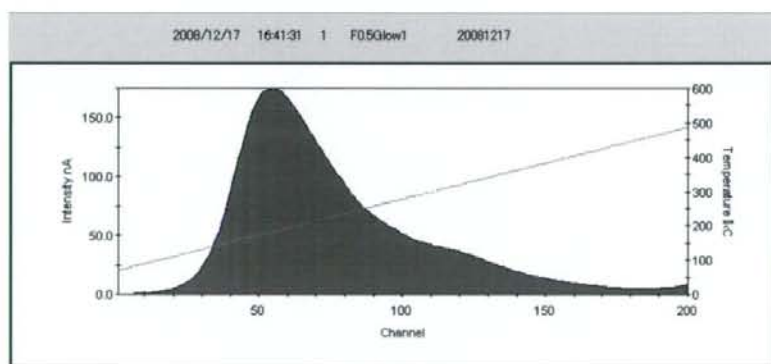


図 26 フェンネル (0.5kGy) Glow1

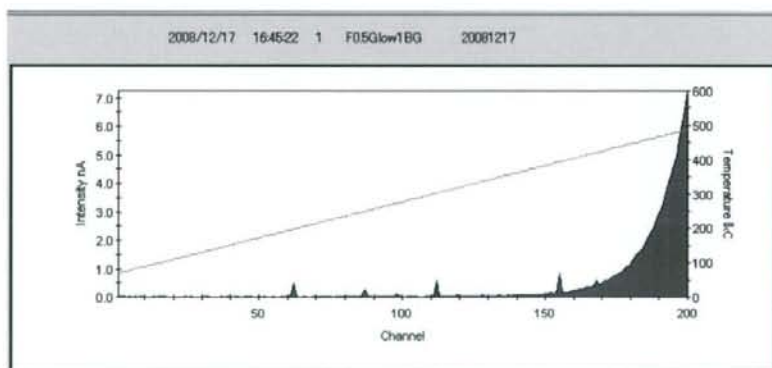


図 27 フェンネル (0.5kGy) Glow1BG

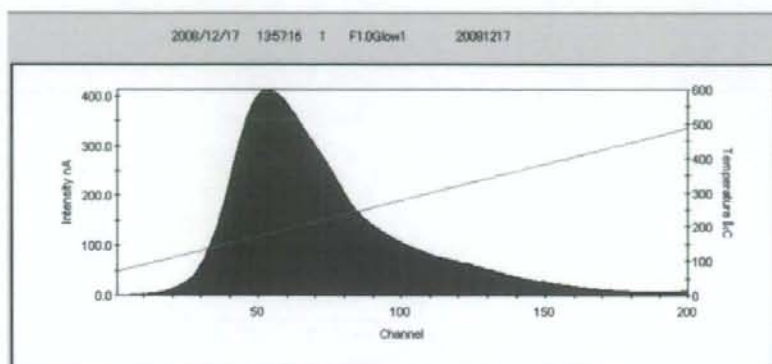


図 28 フェンネル (1.0kGy)Glow1

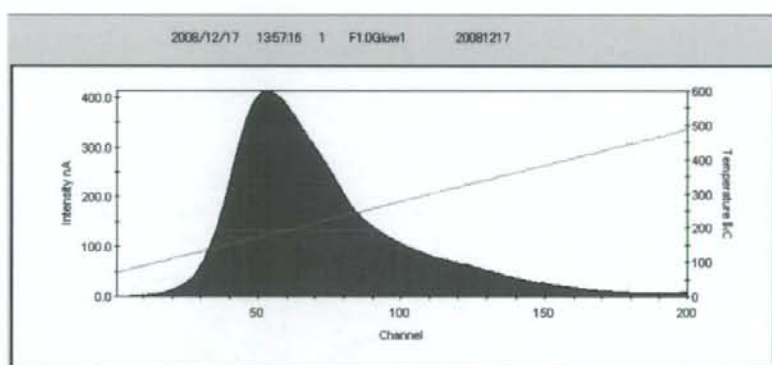


図 29 フェンネル (1.0kGy)Glow1BG

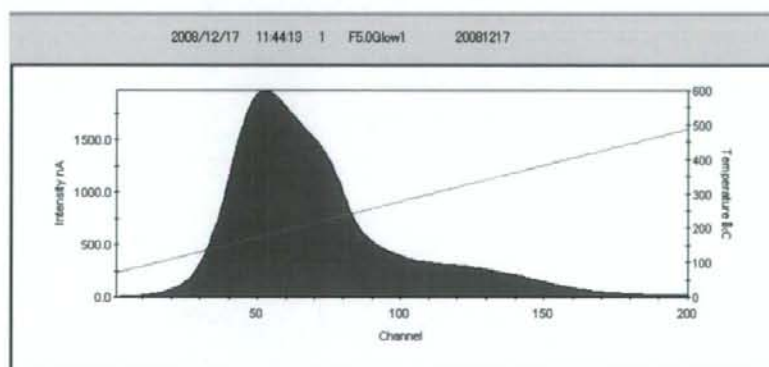


図 30 フェンネル (5.0kGy)Glow1



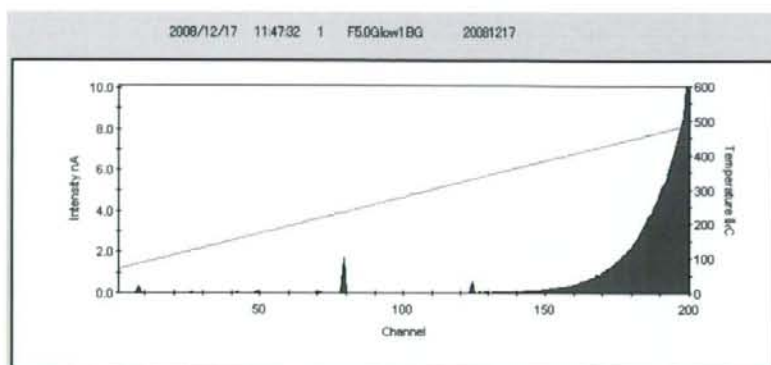


図 31 フェネル (5.0kGy)Glow1BG

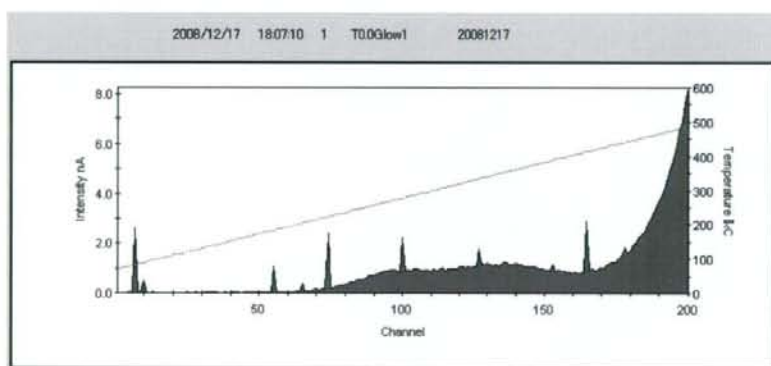


図 32 タイム (0.0kGy)Glow1

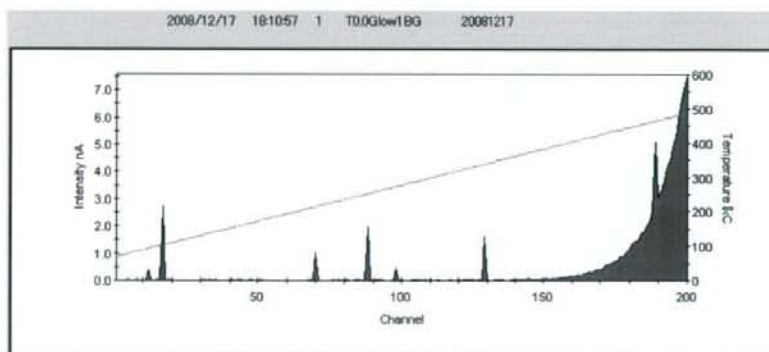


図 33 タイム (0.0kGy)Glow1BG

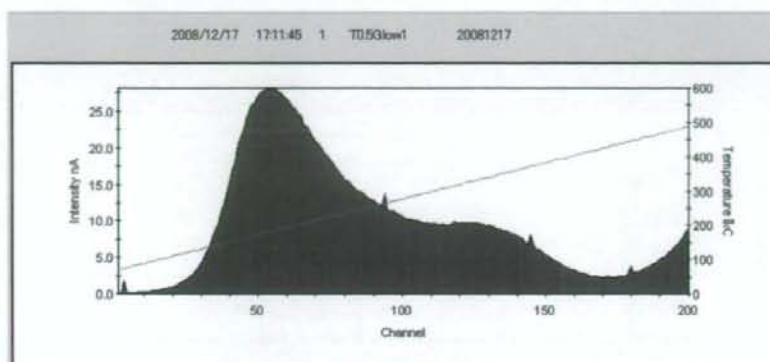


図 34 タイム (0.5kGy)Glow1

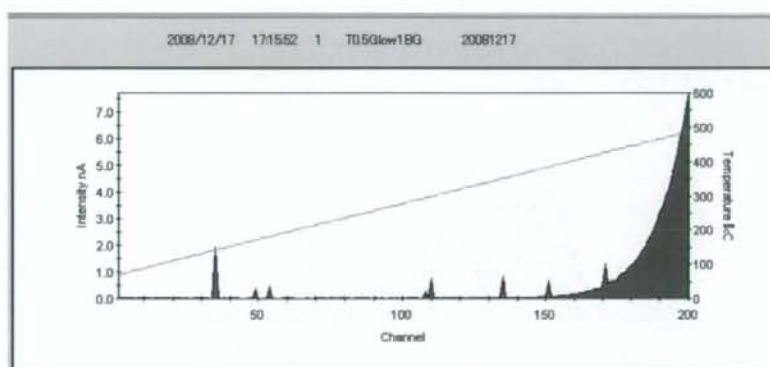


図 35 タイム (0.5kGy)Glow1BG

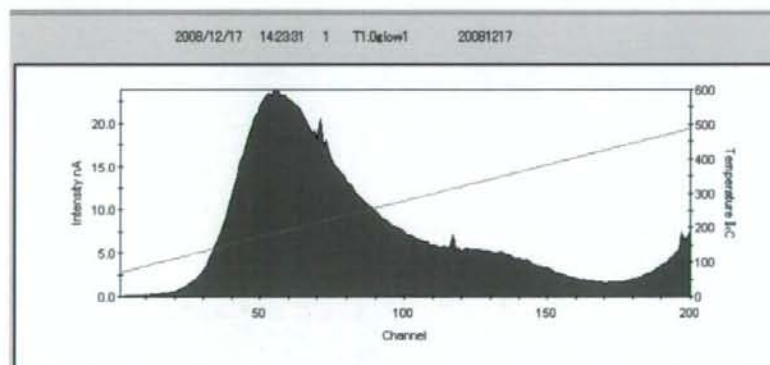


図 36 タイム (1.0kGy)Glow1

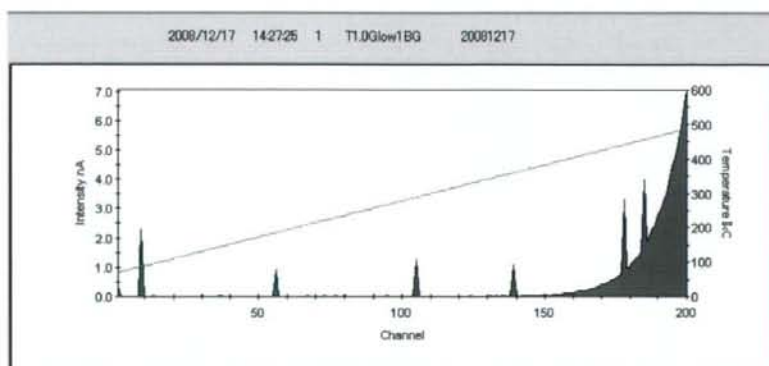


図 37 タイム (1.0kGy)Glow1BG

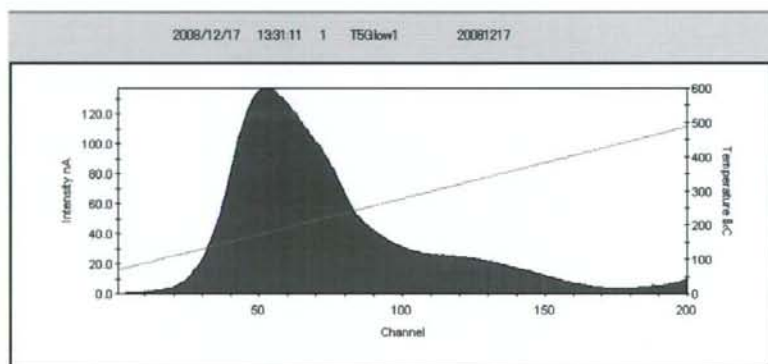


図 38 タイム (5.0kGy)Glow1

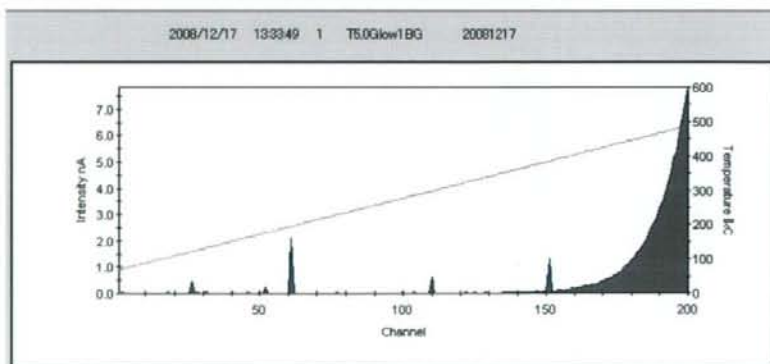


図 39 タイム (5.0kGy)Glow1BG

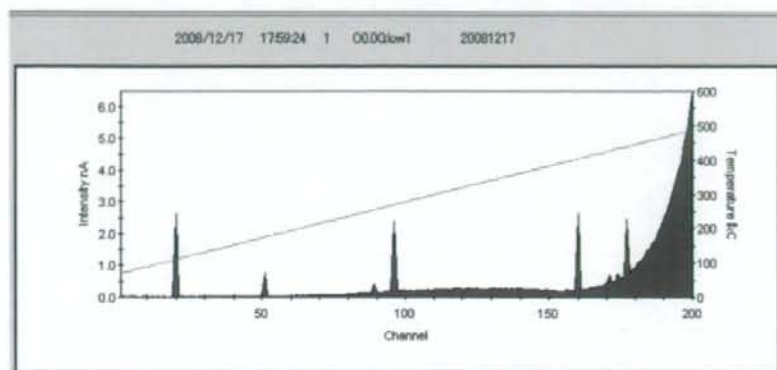


図 40 オールスパイス (0.0kGy)Glow1

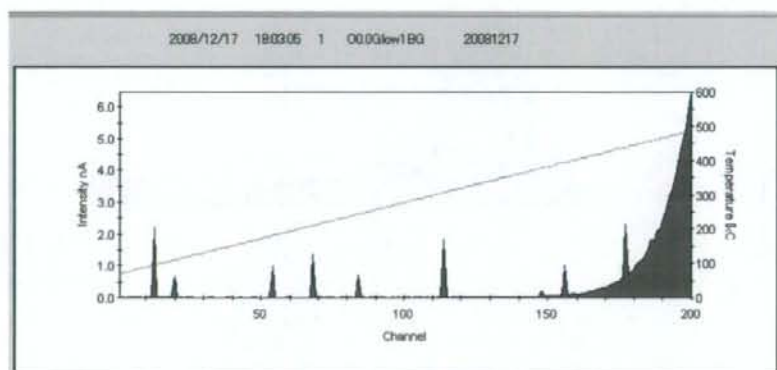


図 41 オールスパイス (0.0kGy)Glow1BG

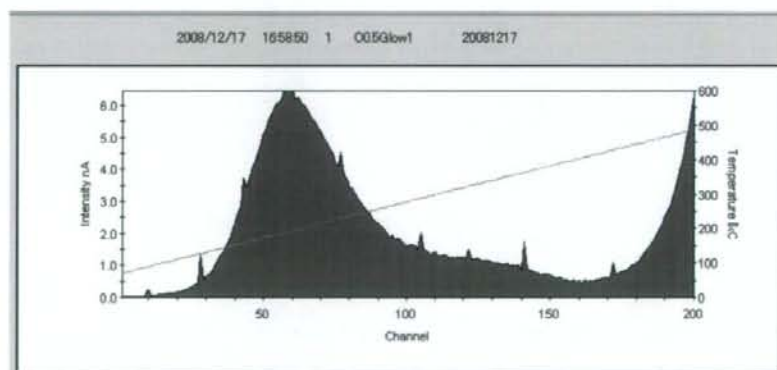


図 42 オールスパイス (0.5kGy)Glow1

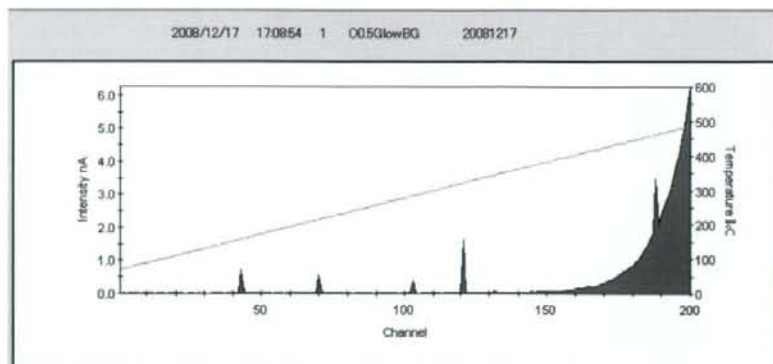


図 43 オールスパイス (0.5kGy)Glow1BG

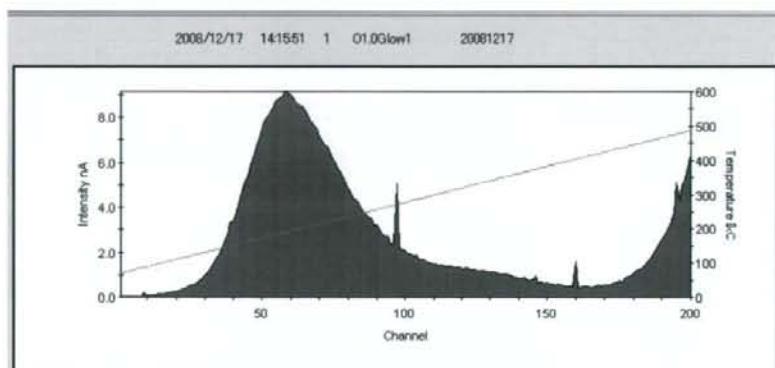


図 44 オールスパイス (1.0kGy)Glow1

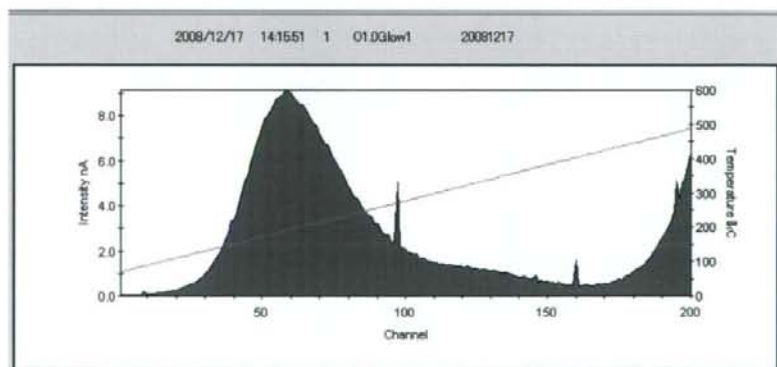


図 45 オールスパイス (1.0kGy)Glow1BG



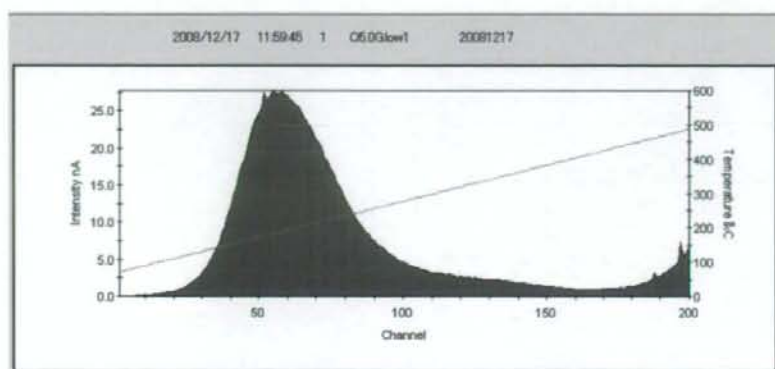


図 46 オールスパイス (5.0kGy)Glow1

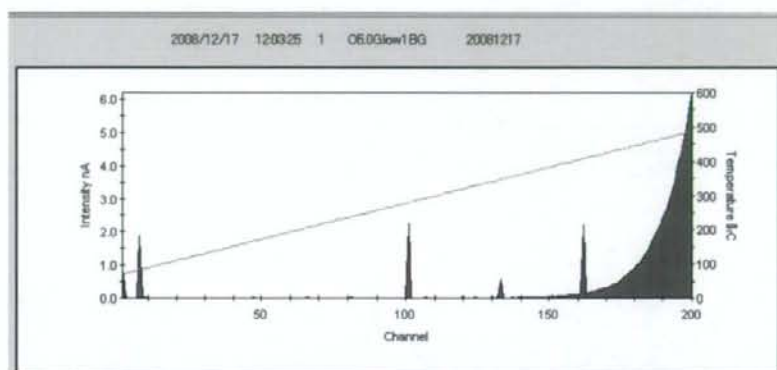


図 47 オールスパイス (5.0kGy)Glow1BG

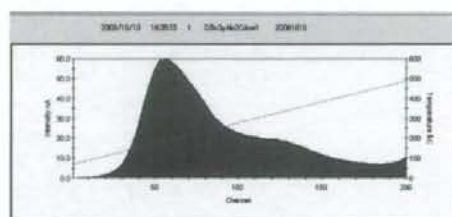
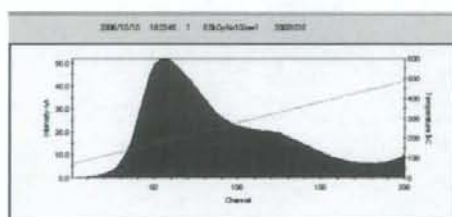


図 48 ウーロン茶 (0.5kGy)Glow1

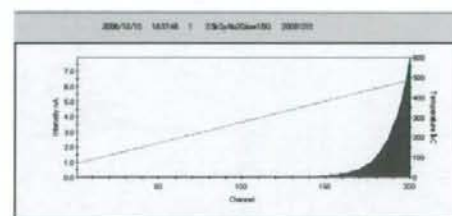
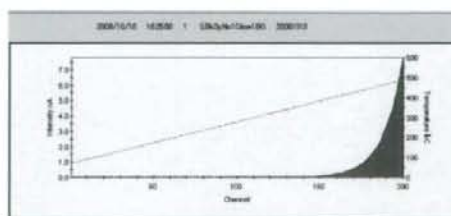


図 49 ウーロン茶 (0.5kGy)Glow1BG

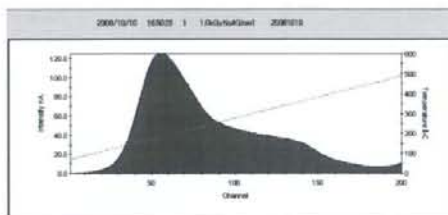
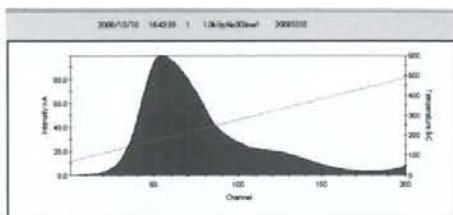


図 50 ウーロン茶 (1.0kGy)Glow1

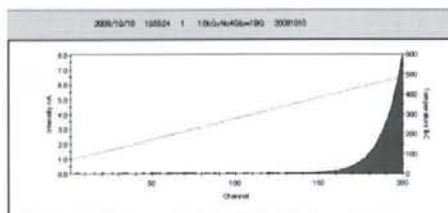
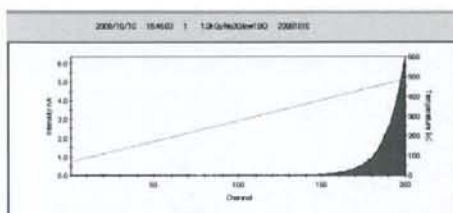


図 51 ウーロン茶 (1.0kGy)Glow1BG

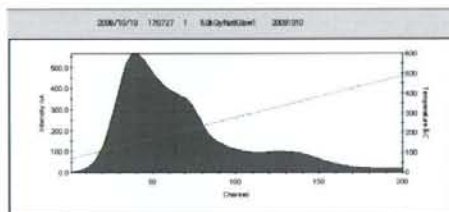
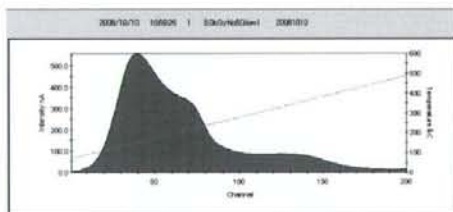


図 52 ウーロン茶 (5.0kGy)Glow1

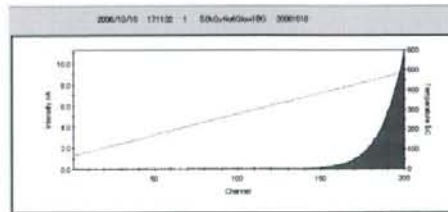
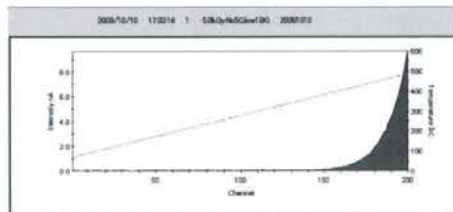


図 53 ウーロン茶 (5.0kGy)Glow1BG