

差を対数表示したときの値を図8に示した。

対数表示の差異： $\log A - \log B$

D 考 察

1. 各香辛料の一般生菌数と放射線耐性の調査

供試香辛料 12 種類の一般生菌数とその放射線耐性を調べるために、0, 3, 7, 10kGy の各照射線量での一般生菌数を調べた。この結果、7kGy の線量で菌が検出されたものは、12 試料中 7 試料、10kGy の線量で菌が検出されたものは、12 試料中 4 試料であった。このうち、黒胡椒とナツメグについては非照射においても菌が検出されなかったが、黒胡椒

については元々滅菌されていたものと考えられる。ナツメグについての原因は不明であるが、実験操作に問題があった可能性が考えられる。

それ以外の香辛料の一般生菌数の生残曲線は概ね妥当なもので、過去に測定された香辛料の一般生菌数および放射線耐性の報告と合致するものであった(7) - (9)。10kGy 照射された試料の生菌数は、多くとも数 100cfu/g までであり、十分な殺滅菌効果が得られていた。このため、10kGy 照射試料では、実験に必要な数の香辛料で検知に必要な十分な菌数が得ることが出来ないことが分かった。

一方、別の見方をすれば、10kGy 以上照射された試料は、非照射の試料に比べ

表 4-1 非照射と 3, 7kGy 照射試料の熱処理の有無による菌数変化 (検体 1)

香辛料	照射の有無	熱処理なし	熱処理あり	熱処理有／無の菌数対数差
		菌数 (cfu/g) A	菌数 (cfu/g) B	$\log A - \log B$
セージ	非照射 (検体 1)	2.85E+05	1.08E+05	0.42
	3kGy 照射 (検体 1)	7.06E+03	9.40E+02	0.88
	7kGy 照射 (検体 1)	1.34E+02	1.40E+01	0.98
オールスパイス	非照射 (検体 1)	7.86E+05	7.34E+05	0.03
	3kGy 照射 (検体 1)	1.37E+04	9.20E+03	0.17
	7kGy 照射 (検体 1)	2.00E+01	6.00E+00	0.52
ターメリック	非照射 (検体 1)	3.83E+07	3.79E+07	0
	3kGy 照射 (検体 1)	6.66E+05	2.95E+05	0.35
	7kGy 照射 (検体 1)	9.20E+03	4.40E+03	0.32
オレガノ	非照射 (検体 1)	7.40E+04	7.00E+04	0.02
	3kGy 照射 (検体 1)	1.46E+04	1.80E+03	0.91
	7kGy 照射 (検体 1)	5.00E+02	0.00E+00	—
パプリカ	非照射 (検体 1)	1.36E+07	8.34E+06	0.21
	3kGy 照射 (検体 1)	4.86E+05	2.46E+05	0.3
	7kGy 照射 (検体 1)	2.06E+03	3.40E+02	0.78

表4-2 非照射と3, 7kGy照射試料の熱処理の有無による菌数変化(検体2)

香辛料	照射の有無	熱処理なし	熱処理あり	熱処理有/無
		菌数 (cfu/g) A	菌数 (cfu/g) B	の菌数対数差 logA - logB
セージ	非照射(検体2)	2.29E+05	1.19E+05	0.28
	3kGy照射(検体2)	5.94E+03	7.40E+02	0.9
	7kGy照射(検体2)	1.06E+02	1.40E+01	0.88
オールスパイス	非照射(検体2)	7.34E+05	7.00E+05	0.02
	3kGy照射(検体2)	1.31E+04	9.40E+03	0.14
	7kGy照射(検体2)	3.40E+01	6.00E+00	0.75
ターメリック	非照射(検体2)	3.75E+07	4.55E+07	-0.08
	3kGy照射(検体2)	6.06E+05	2.83E+05	0.33
	7kGy照射(検体2)	9.86E+03	4.54E+03	0.34
オレガノ	非照射(検体2)	6.90E+04	6.40E+04	0.03
	3kGy照射(検体2)	1.61E+04	1.60E+03	1
	7kGy照射(検体2)	3.60E+02	0.00E+00	—
パプリカ	非照射(検体2)	1.35E+07	8.46E+06	0.2
	3kGy照射(検体2)	4.46E+05	2.00E+05	0.35
	7kGy照射(検体2)	1.86E+03	2.40E+02	0.89

図3 非照射と3kGy,7kGy照射セージの熱処理による菌数変化(検体1, 2)

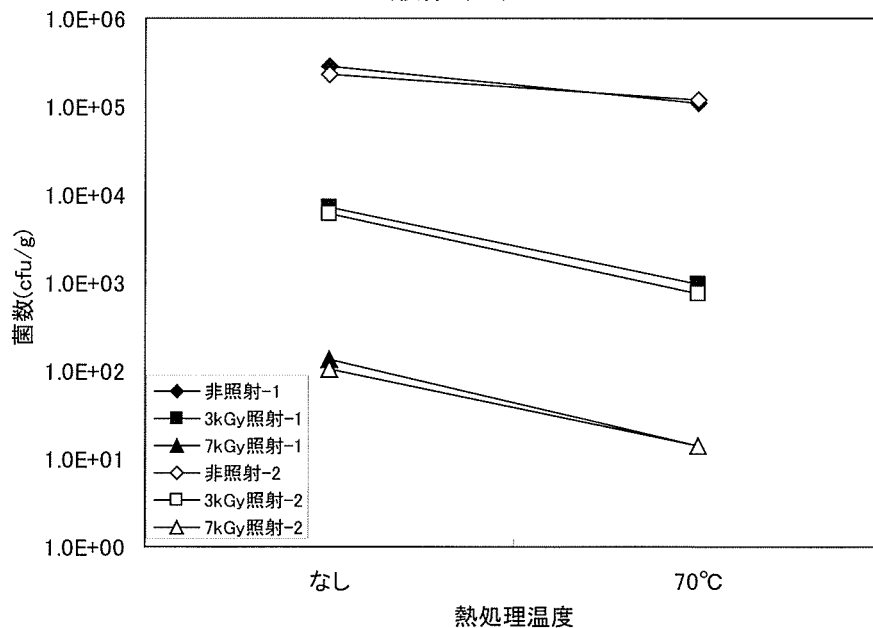


図4 非照射と3kGy,7kGy照射オースパイスの熱処理による菌数変化
(検体1, 2)

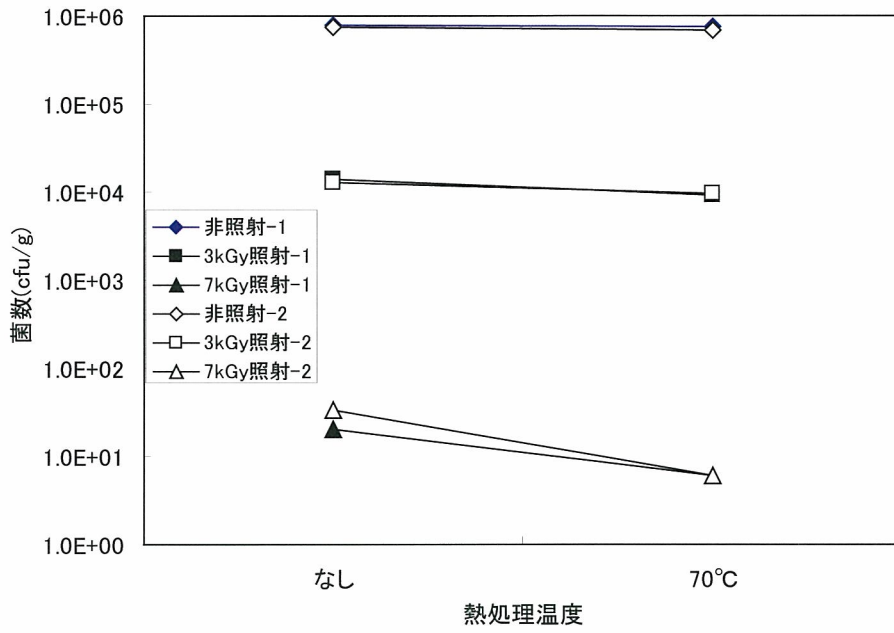


図5 非照射と3kGy,7kGy照射ターメリックの熱処理による菌数変化
(検体1, 2)

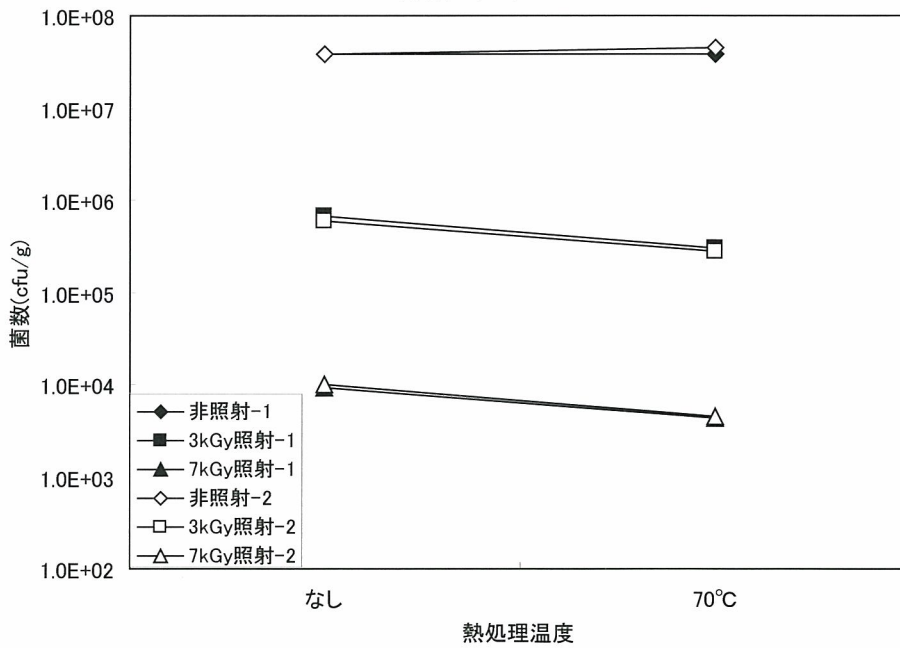


図6 非照射と3kGy,7kGy照射オレガノの熱処理による菌数変化
(検体1, 2)

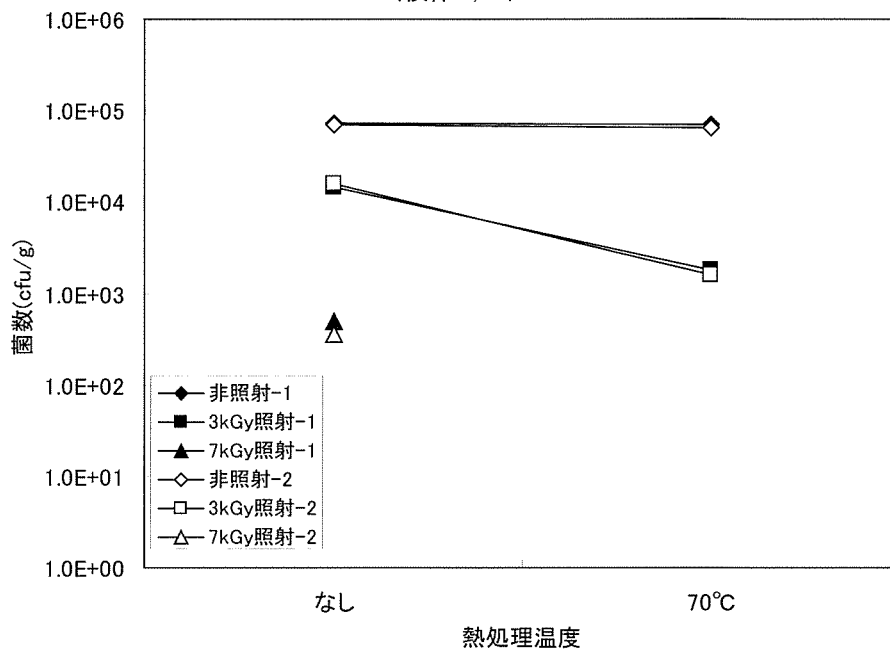


図7 非照射と3kGy,7kGy照射パプリカの熱処理による菌数変化
(検体1, 2)

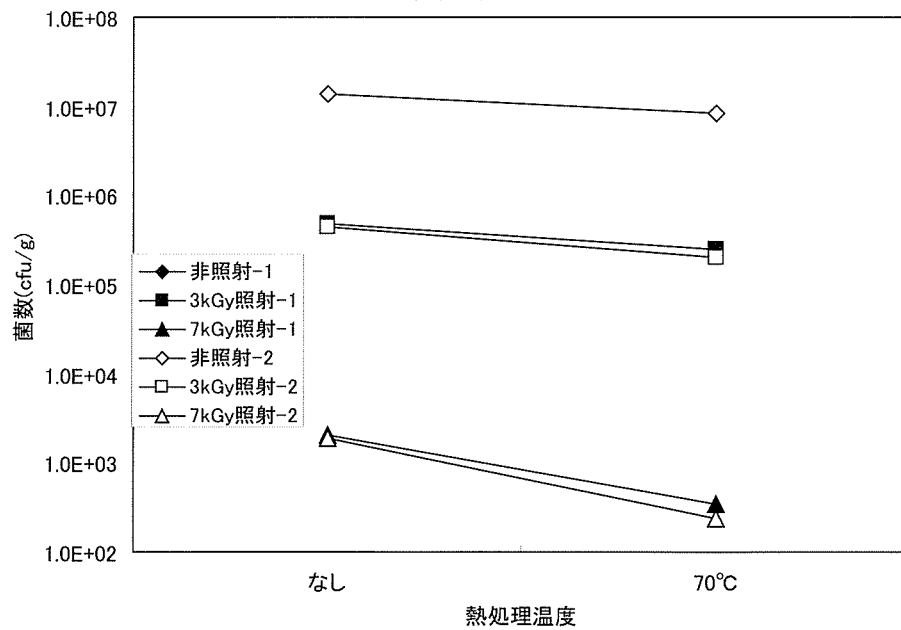
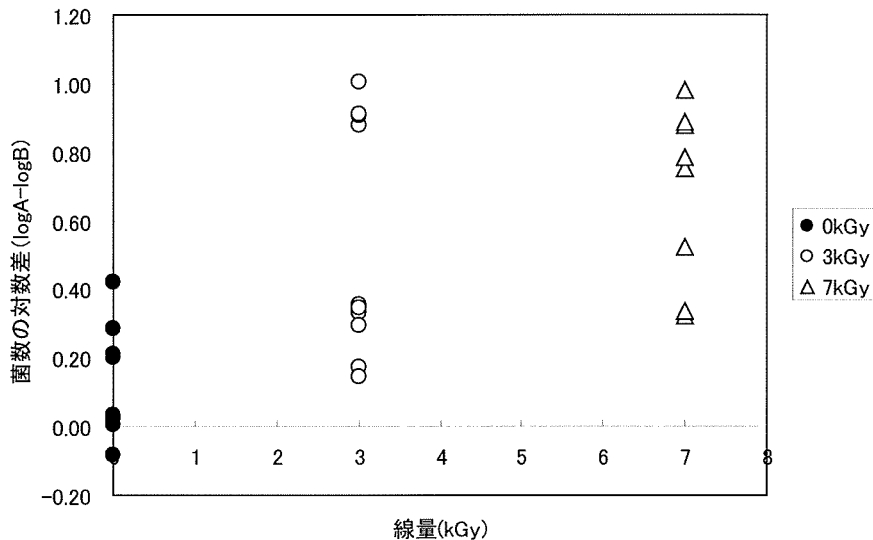


図8 照射線量による非処理と熱処理の菌数の対数差



十分菌数が少なくなっている（非照射菌数より $10^3 \sim 10^5$ 減）ために、非照射試料と明らかに判別することができると考えられた。

2. 熱処理による照射検知の可能性

予備実験では、一般生菌数と放射線耐性の調査の結果、非照射での菌数が多くかつ放射線耐性菌も多い香辛料としてセージを用い、非照射、3kGy 照射、7kGy 照射の3試料を用い、40℃から70℃の間の温度による10分間の熱処理で非照射試料と照射試料の違いが最大となる熱処理温度を調査した。

この結果、非照射と7kGy 照射試料の場合、70℃の熱処理で最も菌数差が大きくなった。このため、本実験では熱処理温度を70℃とすることを決定した。

また、本実験に用いた香辛料は、非照

射および7kGy 照射試料での菌数が多い香辛料として、セージ、オールスパイス、ターメリック、オレガノ、パプリカの5種類の香辛料を用いた。

この実験の結果、非照射試料、3kGy に比べて、7kGy 照射試料の方が熱処理により菌数が少なくなる傾向が見られた。

そこで、熱処理無しでの菌数をA、熱処理を行った場合の菌数をBとし、菌数差（対数表示）を求めたところ、非照射試料で-0.08から0.42、7kGy 照射試料で0.32から0.98であった。また、平均値はそれぞれ、0.11と0.68となり、明らかに7kGy 照射試料の方が非照射試料に比べて減少率が高かった。このため、5種類の香辛料については、非照射試料と7kGy 照射試料の判定は、この菌数差の数値により大部分判定可能であると考

えられた。実際に菌数差（対数表示）で0.30を基準として、この数値未満が非照射試料、この数値以上が7kGy照射された試料と考えると、非照射試料10検体の内、9検体は非照射試料として判定可能であった。また、7kGy照射試料については、菌を確認することができた8検体の内、全て照射試料として判定可能であった。

さらに10 kGy照射試料についてはほとんどの香辛料で菌が検出できず、検出されたとしても非照射の試料に比べ十分菌数が少なくなっている（非照射菌数より $10^3 \sim 10^5$ 減）ために、非照射試料と明らかに判別することができると考えられた。

これらのことから、上記の熱処理の有無による菌数差の判定基準と、各香辛料について別途一般生菌数の判定基準を定めることにより、放射線照射の有無の判定は可能であると考えられた。

参考文献

- 1) 新谷英晴;微生物の成育に与える種々因子のバリデーションについて, 防菌防黴, 33, p669-675(2005)
- 2) Nakauma, M. , Saito, K. , Katayama, T., Tada, M. , Todoriki, S. ; Radiation-heat synergism for inactivation of Alicyclobacillus acidoterrestris spores in citrus juice, Journal of Food Protection, 67, p2538-p2543 (2004)
- 3) Diehl, J. F. ; Effects of combination processes on the nutritive value of food, International Atomic Energy Agency , p349-p366 (1980)
- 4) 宇田川俊一; 食品のカビ汚染と危害, (宇田川俊一編集, 幸書房, 2004) p128-134
- 5) 新谷英晴, 数馬昂始; 日本に於ける滅菌保証達成に於ける問題点と解決法 7 - (上), 防菌防黴, 30, p749-758(2002)
- 6) A. . ヘレール, Y. . ヨンゲン, M. . アブス, M. . ファン・ラネケル, 大越正和, 梅津透; IBA 社工業用高電圧・高出力電子線加速器ロードトロン, 放射線と産業, 78, p27-31(1998)
- 7) 宮原誠, 神保勝彦; 放射線照射食品の微生物学的検知法に関する研究, 放射線照射食品の検知技術に関する研究平成17年度総括研究年度終了報告書, p31-50(2006)
- 8) 林徹, Mamun, 等々力節子; 香辛料の殺菌技術としての電子線照射とガンマ線照射の比較, 食総研報, 57, p1-6(1993)
- 9) Vajudi, M. , Pereira, P.P. ; Comparative Effects of Ethylene Oxide, Gamma Irradiation and Microwave Treatments on Selected Spices., Journal of Food Sci., 38, p893-895 (1973)

放射線照射香辛料の真菌的検知法に関する研究

分担研究者	宮原 誠	国立医薬品食品衛生研究所食品部室長
協力研究者	武川 哲也	原子燃料工業株式会社
実験協力者	岩中淳子	原子燃料工業株式会社
実験協力者	西口葉子	原子燃料工業株式会社

研究要旨 真菌に放射線照射が行われた場合の、培養温度および熱処理の有無による放射線損傷菌と健常菌との生育の違いについての調査を行い、真菌を用いた香辛料への放射線照射の検知の可能性について検討した。

本研究では、12種類の香辛料を用い、まず1, 3, 5, 7kGyの10MeV電子線を照射し、その総真菌数および生残曲線を求めた。次に、この中から生残菌数、照射線量に基づいて3種類の香辛料を選び、非照射試料と3kGy, 1kGy照射試料について25℃と30℃の培養温度による菌数を測定した。この結果、培養温度の違いでは、照射の有無による顕著な違いは認められなかった。

さらに、同様にして3種類の香辛料を選び非照射試料と1kGy照射試料について、60℃の熱処理を行ったものと、非処理のもの菌数を測定した。この結果、非処理の菌数をA、熱処理済みの菌数をBとしたとき、 $\log A - \log B$ の値（菌数差を対数表示した値）は、非照射試料で-0.29から2.26、1kGy照射試料で0.60から2.05であった。また、平均値はそれぞれ、0.82と1.24となり、1kGy照射試料の方がやや減少率が高い傾向にあったが、3種類の香辛料全体では、非照射試料と1kGy照射試料を明確に判定できる基準は得られなかった。

しかしながら、3種類の香辛料のうち、白胡椒は熱処理後の菌数は照射の有無により明らかに傾向が異なり、セージにおいても、照射試料の方が熱処理後の菌数減少率が大きかった。このことから、本実験を真菌による検知法のための予備実験と位置づければ、熱処理法についてさらにデータを収集することによって、本方法を放射線照射の検知に用いることが出来る可能性を示すことができた。

A 研究目的

香辛料を対象とした細菌による微生物検知法は、本研究において昨年度から検討してきたが、今年度はこれに加え、細菌よりは生菌数が少ないと考えられる真菌についても検討を行った。

細菌の損傷菌に関する研究は数多く行われているが1) - 4), 真菌については少なく、特に放射線が照射された場合の損傷菌の挙動についての報告は少ない。

しかしながら、近年は放射線耐性真菌についての報告もなされており5) 6), 本研究では真菌に放射線照射が行われた損傷菌の、培養温度および熱処理の有無による健常菌との生育の違いについての調査を行うことにより、真菌を用いた香辛料への放射線照射検知の可能性について検討した。

B 実験方法

1. 各香辛料の真菌汚染状況と放射線耐性の調査

真菌による検知法を検討するにあたって、まず香辛料の真菌汚染状況および真菌の生菌数による放射線耐性を調査した。

ここでは、真菌の汚染が大きいと言われている12種類の試料7)を用い、10MeVの電子線を照射して、各試料の真菌生菌数の放射線耐性を測定した。

1) 供試材料

実験に供試した香辛料は、国立医薬品

食品衛生研究所が、国内の卸売販売店より購入した以下の12種類の試料である。

- ・白胡椒 2検体
- ・黒胡椒 2検体
- ・唐辛子 2検体
- ・オールスパイス 2検体
- ・ナツメグ 2検体
- ・メース 2検体
- ・ターメリック 2検体
- ・カシア 2検体
- ・フェネグリーク 2検体
- ・オレガノ 2検体
- ・セージ 2検体
- ・パプリカ 2検体

2) 電子線照射

原子燃料工業㈱のロードトロン型電子加速器8)を用い、各試料100gに対して10MeV電子線で下記目標線量まで照射した。

非照射, 1kGy, 3kGy, 5kGy, 7kGy

3) 試料調整

試料調整および培養で用いる方法は、日本薬局方の微生物限度試験法および食品衛生検査指針の生菌数測定法が一般的に用いられているが、真菌の場合にはいずれの方法を用いても大きな違いはない。このため、食品衛生検査指針に準拠しつつ、かつ適宜研究目的に沿うように変更した方法を用いた。

また、試料は各条件につき2検体ずつ作成した。

a. 回収液（希釈液）

0.05%Tween80, 0.1% ペプトン水 * 1

* 1 後述の寒天平板塗沫法を用いる際、損傷菌に対する食塩の悪影響を排除するために生理食塩水は用いなかった。

b. 回収

試料 25g に回収液 250ml を加え、ストマッカーにより 2 分間ブレンディングした。

4) 寒天平板塗沫

a. 培地

クロラムフェニコール添加ポテトデキストロース寒天 (PDA) 培地 * 2

* 2 PDA 培地は真菌の分離、培養において最も一般的な培地である。

b. 操作

回収後の原液を希釈液にて 10 倍ずつ段階希釈し、1 平板あたり 10 ~ 100cfu 得られる程度まで調整した。各段階 3 枚の寒天培地を用い、0.5ml の希釈液をコンラージ棒で均一に平板表面に塗沫した * 3。

* 3 損傷菌の場合、混釈法は生育を阻害すると言われている 4)。また、健常菌であっても真菌の場合は平板塗沫法の方が生育が良いため、平板塗沫法を用いることとした。

5) 培養

培養温度および培養期間は 25℃、7 日間とするが、コロニーの拡大によりカウ

トできなくなる可能性があるため、7 日以前にも適宜カウントした。

2. 培養温度の違いによる照射検知可能性の調査

一般的に加熱等により損傷を受けた菌は、培養期間が長期化するとともに、より低い温度で生育すると言われている 9) 10)。太田らによると真菌の好適培養温度は 25 ~ 28℃で、培養温度としては 30℃が上限である 11)。このため、25℃（コントロール）と 30℃で、電子線照射の有無による生育の差異（コロニー数および生育期間）が生じるかどうかを調査した。また、試料は B- 1 項と同様各条件につき 2 検体ずつ作成した。

a. 試料

12 種類の中から 3 種類を選定した。試料の選定は真菌汚染の実験結果より菌数が多く、食品衛生上重要なものとした。

b. 線量

B- 1 項で用いた線量から 1 線量を選定した。選定基準は B- 1 項の実験で非照射と大きな差がなく、十分菌数が多かつ高線量であることとした。

c. 培養条件

温度以外は 1 項と同条件とした。ただし、培養期間 7 日で不十分な場合は培養期間を延長した。

3. 熱処理による照射検知可能性の調査
放射線処理と熱処理を 2 段階に分けて

行った場合には、単独処理の場合よりもそれぞれの処理に対する感度が高くなると言われている¹²⁾。このため、電子線照射した試料を熱処理し、熱処理に対する感度の違いを調査することとした。どの程度の熱処理温度および処理時間が適切であるかは不明であるので、まず1種類の香辛料について予備実験を行った。予備実験の試料は各熱処理条件につき1検体ずつとし、本実験では2検体とした。

a. 試料

本実験では、12種類の香辛料の中から3種類を選定した。試料の選定はB-1項の実験結果より菌数が多く、食品衛生上重要なものとした。予備実験では3種類の中から1種類に限定した。

b. 線量

B-1項で用いた線量から1線量を選定した。選定基準はB-1項の実験で非照射と大きな差がなく、十分菌数が多くかつ高線量であることとした。

c. 熱処理

予備実験では50℃、60℃、70℃、80℃とし、処理時間は10分とした。

この中から、非照射と照射済みで最も差が大きい温度を選定した。熱処理は1項と同様の処理により回収された原液5mlを試験管に入れ、所定の温度、時間加熱した後急冷した。

d. 培養条件

温度以外はB-1項と同条件。ただし、培養期間7日で不十分な場合は延長し

た。

C 実験結果

1. 各香辛料の真菌汚染状況と放射線耐性の調査

供試香辛料12種類の真菌汚染状況と放射線耐性を調べるため、各照射線量において真菌菌数を測定した結果を以下に示す。

表1は供試香辛料の照射線量0, 1, 3, 5, 7kGyに伴う真菌菌数の測定値を示したものであり、図1はそれを、縦軸に対数表示とした菌数、横軸に照射線量の生残曲線として表したものである。

実験の結果、3kGyの線量で真菌が検出されたものは、12試料中3試料にすぎなかった。なお、黒胡椒の真菌数は非照射試料においても0であったが、同じ試料を用いた別の実験の細菌の菌数測定においても0となったため、そもそも滅菌処理されていた可能性が非常に高い。

参考のために、写真1～写真4にオレガノおよびセージの非照射と3kGy照射時の真菌コロニーの写真を示す。

2. 培養温度の違いによる照射検知可能性の調査

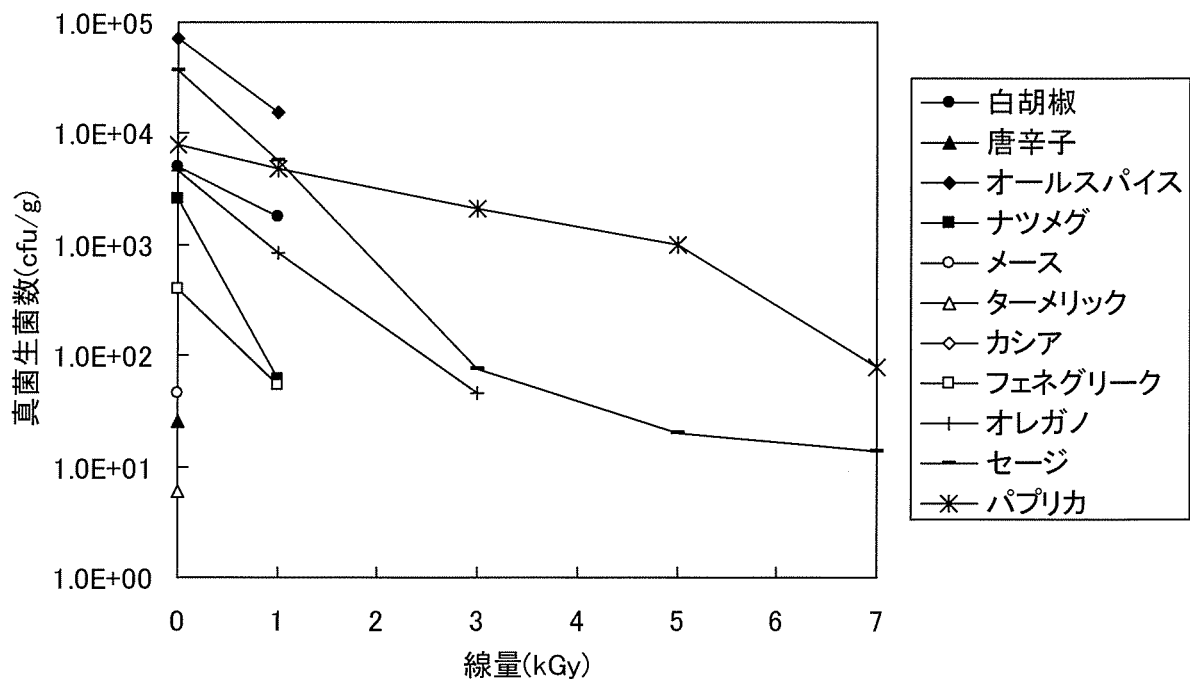
表2～表4および図2～図4に25℃と30℃の培養温度の違いによる非照射と照射香辛料の真菌菌数の変化を示す。選択した線量と香辛料の組み合わせは、以下のとおりであるが、実験1の非照射と3kGyの比較では、3kGy照射での菌数が少なくデータの正確性を期し難かったため、実験2の非照射と1kGyの比較を引続いて行った。

表1 香辛料付着真菌数の線量による変化

単位 cfu / g

香辛料種類	照射線量 (kGy)				
	非照射	1	3	5	7
白胡椒	5.00E+03	1.80E+03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
黒胡椒	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
唐辛子	2.60E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
オールスパイス	7.20E+04	1.50E+04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ナツメグ	2.50E+03	6.00E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
メース	4.60E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ターメリック	6.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
カシア	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
フェネグリーク	3.90E+02	5.40E+01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
オレガノ	4.50E+03	8.50E+02	4.60E+01	0.00E+00	0.00E+00
セージ	3.70E+04	5.70E+03	7.40E+01	2.00E+01	1.40E+01
パプリカ	7.90E+03	4.80E+03	2.10E+03	1.00E+03	8.00E+01

図1 各種香辛料真菌生菌数生残曲線



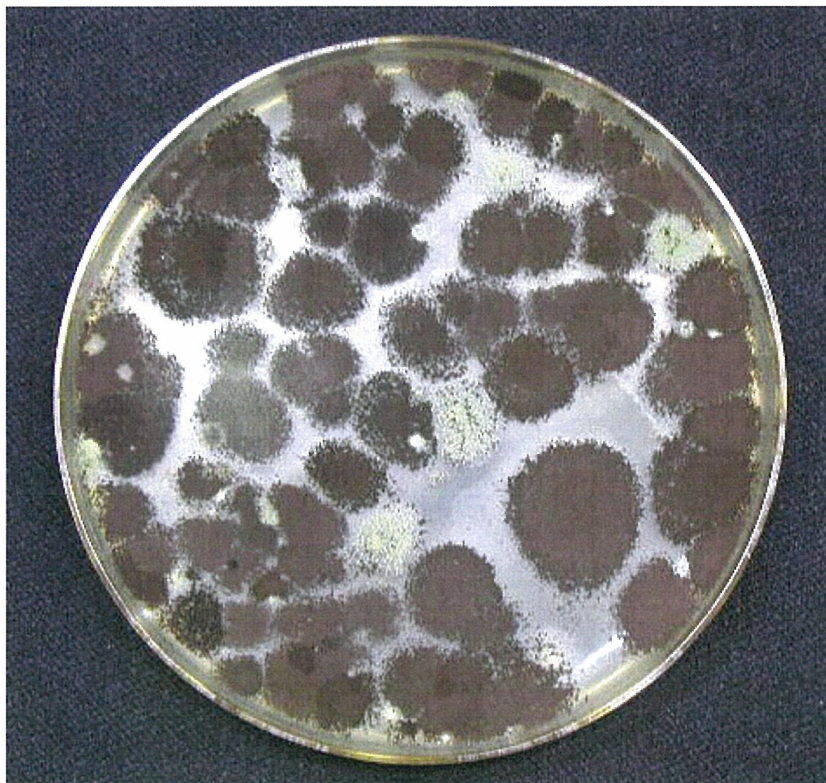


写真1 オレガノ非照射 原液寒天平板塗沫コロニー



写真2 オレガノ 3kGy 照射 原液寒天平板塗沫コロニー

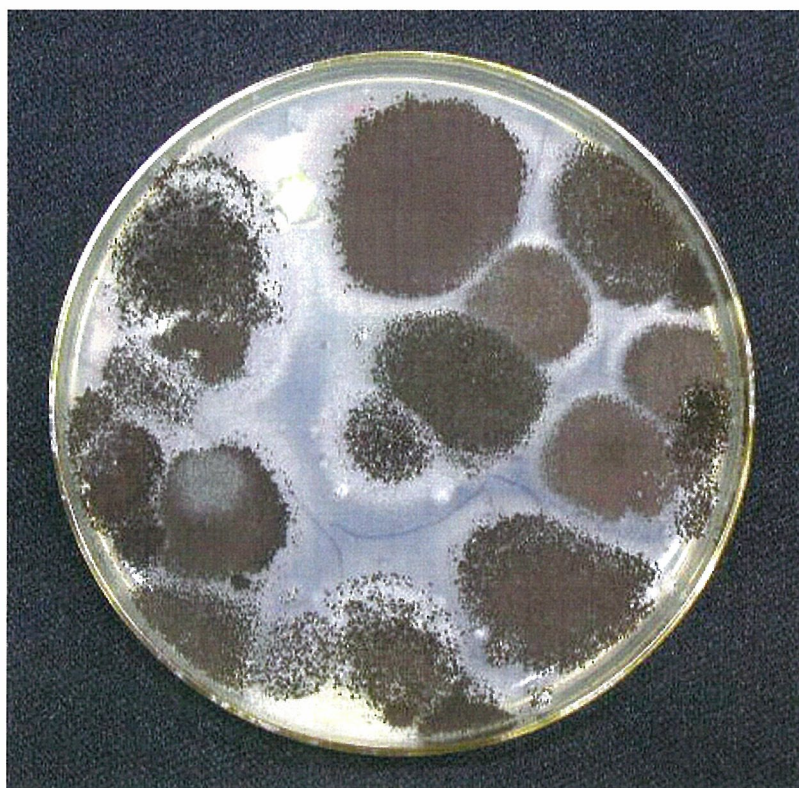


写真3 セージ非照射 1回希釈寒天平板塗沫コロニー



写真4 セージ 3kGy 照射 原液希釈寒天平板塗沫コロニー

① 実験 1：非照射と 3kGy 照射のオレガノ、セージ、パプリカ

② 実験 2:非照射と 1kGy 照射の白胡椒、オールスパイス、セージ（検体 1）、（検体 2）

3. 熱処理による照射検知可能性の調査
1) 予備実験

まず熱処理温度を決定するための予備実験として、C- 1 項で測定した各香辛料の真菌汚染状況および真菌の生残曲線から、対象香辛料としてオールスパイスを選択し、非照射試料と 1kGy 照射試料の回収液をそれぞれ 50℃、

60℃、70℃、80℃の温度で 10 分間処理し、真菌菌数の変化を測定した。この結果を表 5 および図 5 に示す。

この結果、熱処理温度 60℃において非照射と 1kGy 照射の菌数差が最も大きくなったため、本実験の熱処理温度を 60℃とした。

2) 本実験

熱処理温度を 60℃とし、C- 1 項で測定した各香辛料の真菌汚染状況および真菌の生残曲線から、できるだけ真菌数が多くなる組み合わせとして、下記の線量と香辛料の組み合わせを用いて電子線照

表 2 非照射と 3kGy 照射オレガノ、セージ、パプリカの培養温度による真菌菌数変

照射線量		非照射		3 kGy		菌数比率 *1	
						非照射	3 kGy
培養温度		25℃	30℃	25℃	30℃	25℃	25℃
						/30℃	/30℃
菌数 (cfu/g)	オレガノ	3.70E+03	3.40E+03	1.30E+01	1.30E+01	1.09	1.00
	セージ	1.40E+04	1.60E+04	7.40E+01	3.40E+01	0.86	2.18
	パプリカ	3.50E+03	5.10E+03	8.00E+02	1.00E+03	0.70	0.80

* 1 本項目は香辛料の各照射線量での 25℃と 30℃で培養した菌数の比を示したものである

表 3 非照射と 1kGy 照射白胡椒、オールスパイス、セージの培養温度による真菌菌数変化（検体 1）

照射線量		非照射		1 kGy		菌数比率 *1	
						非照射	1 kGy
培養温度		25℃	30℃	25℃	30℃	25℃	25℃
						/30℃	/30℃
菌数 (cfu/g)	白胡椒	1.00E+04	1.30E+04	1.70E+03	1.00E+03	0.78	1.64
	オールスパイス	8.30E+04	1.00E+05	7.50E+02	2.40E+03	0.81	0.31
	セージ	5.70E+04	3.90E+04	1.1+03	4.00E+02	1.44	2.75

* 1 本項目は香辛料の各照射線量での 25℃と 30℃で培養した菌数の比を示したものである。

射と熱処理の有無による菌数変化を測定した。

この結果を表6に示す。また、図6、図7には熱処理の有無による菌数の変化をプロットした。

・非照射と1kGy照射の白胡椒、オールスパイス、セージ(検体1)、(検体2)さらに、図6、図7だけをみると1kGy照射の方が熱処理の有無による真菌菌数の差が非照射のそれよりも大きいように見えるが、その差をより分かりやすくするために、熱処理無しでの菌数をA、熱処理を行った菌数をBとしたとき、下記のように菌数を対数表示したときの値(菌数差を対数表示した値)を図8に示した。

対数表示の差異： $\log A - \log B$

D 考察

1. 各香辛料の真菌汚染状況と放射線耐性の調査

供試香辛料12種類の真菌汚染状況と放射線耐性を調べるために、0、1、3、5、7kGyの各照射線量での真菌菌数を調べた。この結果、非照射の試料で真菌コロニーが検出されなかった香辛料は2種類であり、1kGy照射で真菌コロニーが検出されなかった香辛料は3種類であった。このうち、黒胡椒の非照射試料については、同じ試料を用いた細菌の菌数測定試験においてもほとんど菌が検出されず、明らかに何らかの滅菌処理が行われていたと考えざるをえない。

それ以上の線量では、3kGyでコロニーが観察された香辛料は3種類、5kGy以上の線量でコロニーが観察された香辛料は2種類のみであった。また、3kGy以上でコロニーが観察された香辛料も菌数は非常に少なく、3kGy照射試料で 10^3 cfu/g以上の真菌が存在する香辛料はセージのみであった。これらの結果は、過去の香辛料の真菌汚染度および放射線耐性の報告と合致するものであった^{7) 13) 14)}。

しかしながら、3kGy以上の線量でコロニーが観察されるセージとパプリカのD値は非常に大きく、放射線耐性真菌の存在の可能性が疑われた。

これらの結果から、真菌に汚染されている香辛料の汚染度のばらつきは非常に大きく、真菌を用いて放射線照射の有無が検知可能な香辛料の種類は限られるものと考えられた。

2. 培養温度の違いによる照射検知の可能性

真菌汚染状況と放射線耐性の調査結果から、当初行った非照射と3kGy照射の条件では、3kGy照射試料で菌が見られたオレガノ、セージ、パプリカを用い、非照射と1kGy照射の条件では、1kGy照射試料で比較的菌数が多かったオールスパイス、白胡椒、セージを用いて培養温度を25℃と30℃としたときの菌数の差を調査した。

その結果、非照射と3kGy照射では、培養温度による差はほとんど無かった。また、非照射と1kGy照射の比較では、

表 4 非照射と 1kGy 照射白胡椒, オールスパイス, セージの培養温度による真菌菌数変化 (検体 2)

照射線量		非照射		1 kGy		菌数比率 *1	
		25°C	30°C	25°C	30°C	25 °C /30°C	1 kGy /30°C
培養温度		25°C	30°C	25°C	30°C	25 °C /30°C	25 °C /30°C
菌数 (cfu/g)	白胡椒	1.00E+04	1.30E+04	1.70E+03	1.00E+03	0.78	1.64
	オールスパイス	8.30E+04	1.00E+05	7.50E+02	2.40E+03	0.81	0.31
	セージ	5.70E+04	3.90E+04	1.1+03	4.00E+02	1.44	2.75

* 1 本項目は香辛料の各照射線量での 25°C と 30°C で培養した菌数の比を示したものである。

図2 非照射と3kGy照射香辛料の培養温度による菌数変化

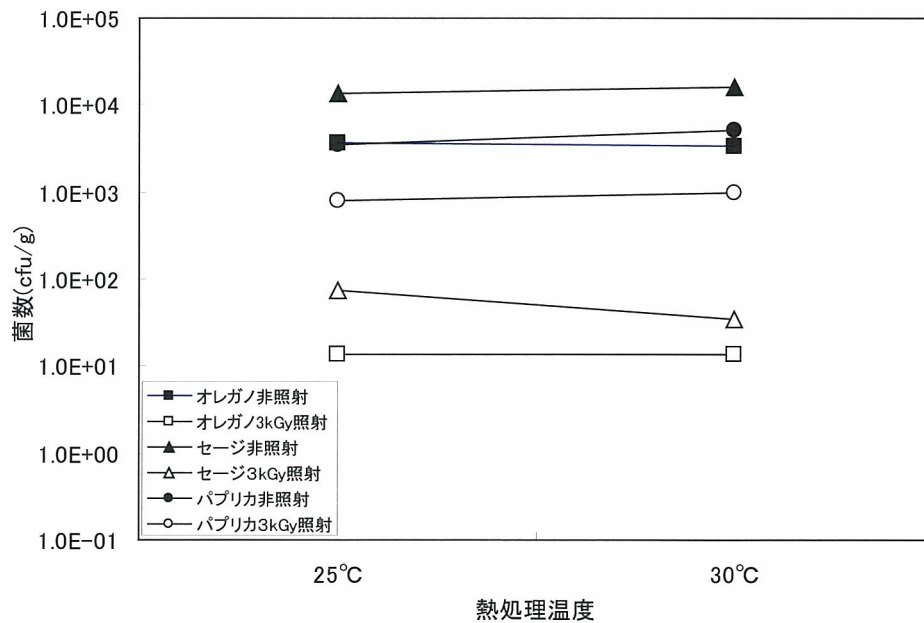


図3 非照射と1kGy照射香辛料の培養温度による菌数変化(検体1)

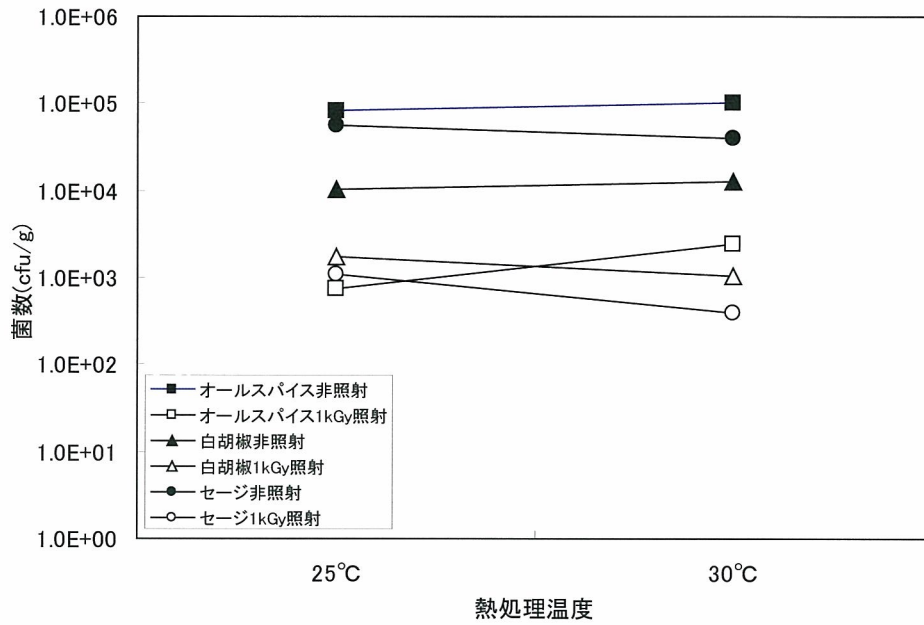
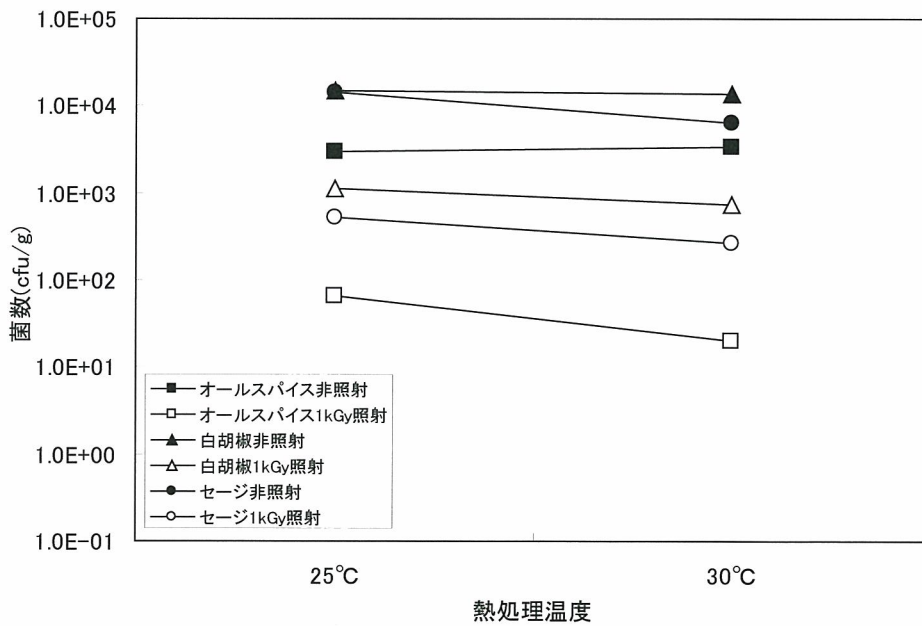


図4 非照射と1kGy照射香辛料の培養温度による菌数変化(検体2)



1kGy 照射の試料の方がやや 30℃での発育が悪いようであったが、ばらつきが大きく明らかな傾向は見られなかった。

一方、培養温度を 30℃よりも高くなった場合には、非照射試料においても真菌の生育が悪くなると考えられるため(11)、これ以上の培養温度による検討は実施しなかった。

3. 熱処理による照射検知の可能性

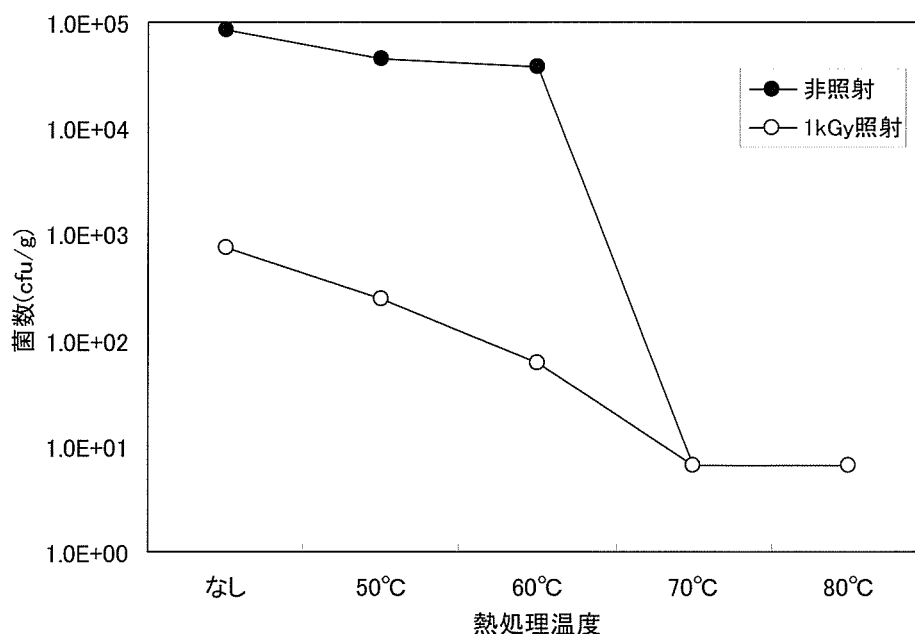
予備実験では、真菌汚染状況と放射線耐性の調査の結果、菌数が多く代表的な香辛料としてオールスパイスを用い、50℃から 80℃の間の温度による熱処理で最適熱処理温度を調査した。

この結果、70℃以上の熱処理では非照射と 1kGy 照射による菌数の差はなく、最も菌数差が大きい温度は 60℃であっ

表5 非照射と 1kGy 照射オールスパイスの熱処理温度による菌数変化

熱処理温度	非照射	1kGy 照射	非照射菌数 / 1kGy 菌数比
(10分)	菌数 (cfu/g)	菌数 (cfu/g)	
なし	8.30E+04	7.50E+02	111
50℃	4.50E+04	2.40E+02	186
60℃	3.80E+04	6.00E+01	625
70℃	6.60E+00	6.60E+00	1
80℃	6.60E+00	6.60E+00	1

図5 非照射と1kGy照射オールスパイスの熱処理による菌数変化



た。このため、本実験は熱処理温度を60℃として実施した。

また、本実験に用いた香辛料は培養温度の違いによる実験と同じく、白胡椒、オールスパイス、セージの3種類の香辛料を用いた。

この実験の結果、1kGy 照射試料の方が非照射試料よりも熱処理により菌数が少なくなる傾向が見られた。そこで、熱処理無しでの菌数をA、熱処理を行った場合の菌数をBとし、菌数を対数表示したときの差を求めたところ、非照射試料で-0.29 から 2.26、1kGy 照射試料で0.60 から 2.05 であった。また、平均値はそれぞれ、0.82 と 1.24 となり、1kGy 照射試料の方がやや減少率が高い傾向にあったが、全体的には非照射試料はばらつきが大きく、1kGy 照射試料の差の値を包含するような値となった。このこと

は、非照射試料では、熱処理に対する感度が様々な菌が存在することを示唆している。

以上のように、本実験においても熱処理有/無の菌数差のばらつきが大きく、非照射試料と照射試料との間に数値的に明確な線引きを行うことはできなかった。

さらに、予備実験において明らかかな差が見られたオールスパイスにおいてもばらつきがあり、このようなばらつきが生じた原因は上記の他にも、次の点のような原因が考えられる。

① 熱処理なしの菌数データに、この実験の前に行った培養温度による調査の際に測定したデータを用いたこと。この試験での菌数は検体1と検体2でもばらつきが大きかったため、本実験でもそれぞれ同じ抽出液の未処理の菌数を測定す

表6 非照射と1kGy 照射試料の熱処理の有無による菌数変化

香辛料	照射の有無	熱処理なし*1 菌数 (cfu/g)	熱処理あり 菌数 (cfu/g)	熱処理有/無 の菌数比
白胡椒	非照射 (検体1)	1.00E+04	2.00E+04	1.96
	1kGy 照射 (検体1)	1.70E+03	2.20E+02	0.13
	非照射 (検体2)	1.00E+04	1.30E+04	1.31
	1kGy 照射 (検体2)	1.70E+03	4.30E+02	0.25
オールスパイス	非照射 (検体1)	8.30E+04	3.70E+03	0.04
	1kGy 照射 (検体1)	7.50E+02	6.60E+00	0.009
	非照射 (検体2)	8.30E+04	4.50E+02	0.005
	1kGy 照射 (検体2)	7.50E+02	0.00E+00	—
セージ	非照射 (検体1)	5.70E+04	1.30E+04	0.23
	1kGy 照射 (検体1)	1.10E+03	4.60E+01	0.04
	非照射 (検体2)	5.70E+04	4.70E+03	0.08
	1kGy 照射 (検体2)	1.10E+03	6.00E+01	0.05

*1 熱処理なしの菌数は、培養温度変更実験での25℃培養の検体1のデータを使用

図6 非照射と1kGy照射香辛料の熱処理による菌数変化(検体1)

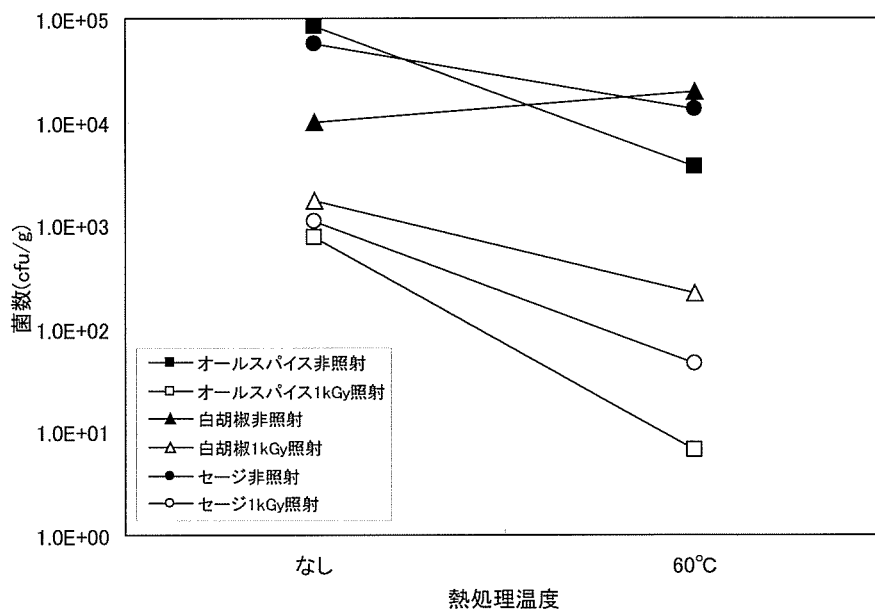


図7 非照射と1kGy照射香辛料の熱処理による菌数変化(検体2)

