

平成21年12月25日

食品への放射線利用について



農林水産省
消費・安全局
消費・安全政策課

世界各国でガンマ線などの放射線の使用が、食品の殺菌などのために許可されています。

そこで、食品への放射線利用とは何かについて紹介します。

—目次—

放射線とは何か

- ◆ 物質は原子からできている。
- ◆ 放射線とは？
- ◆ 粒子線とは？
- ◆ 電磁放射線とは？
- ◆ 粒子線と電磁放射線
- ◆ 重要！「放射線」と「放射能」の意味の違い
- ◆ 大量の放射性物質、放射線にあたるとどうなるか？
- ◆ 各分野における放射線の利用方法

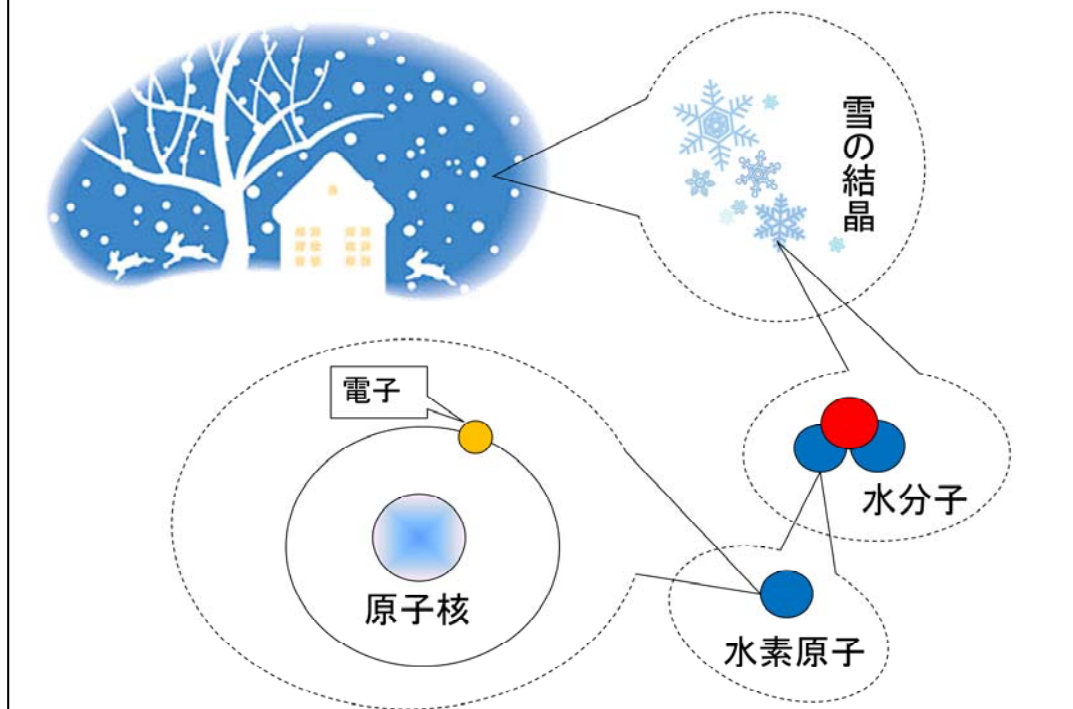
食品への放射線利用

- ◆ 食品にも放射線が使われるの？
- ◆ 食品にガンマ線・エックス線・電子線をあてるとどうなるの？
- ◆ ガンマ線・エックス線・電子線をあてると食品は放射能を持つようになるのでは？
- ◆ ガンマ線・エックス線・電子線をあてた食品を食べても大丈夫？
- ◆ アルキルシクロブタノンの安全性
- ◆ 日本でも食品に放射線をあてているの？

まとめ

◆物質は原子からできている。

放射線とは何か

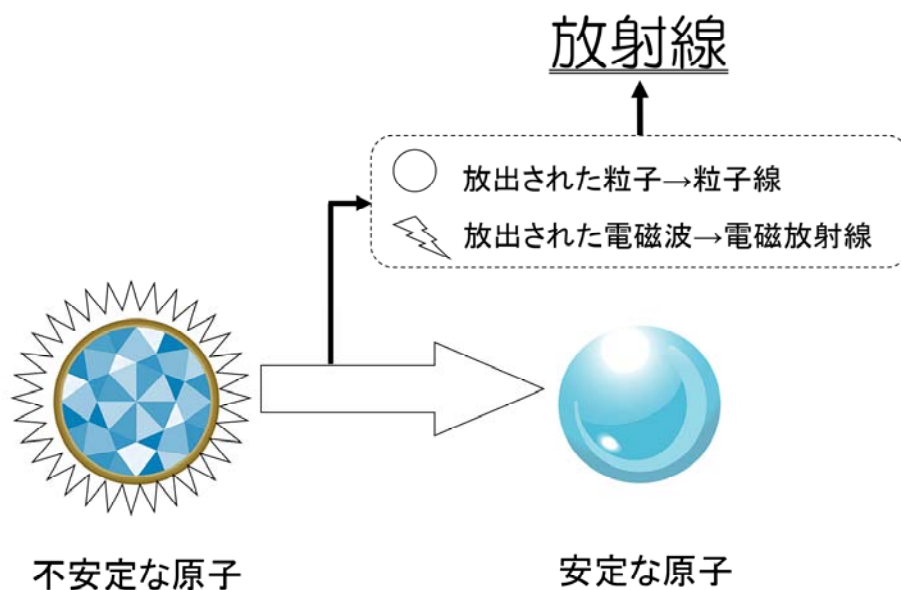


地球上のすべての物質は原子からできています。その原子は、さらに細かい原子核や電子などの粒子からできています。

放射線の話をするときには、原子、電子といった用語がよく出てきますので、これらがどのようなものかを知っておくことが大切です。

◆放射線とは？

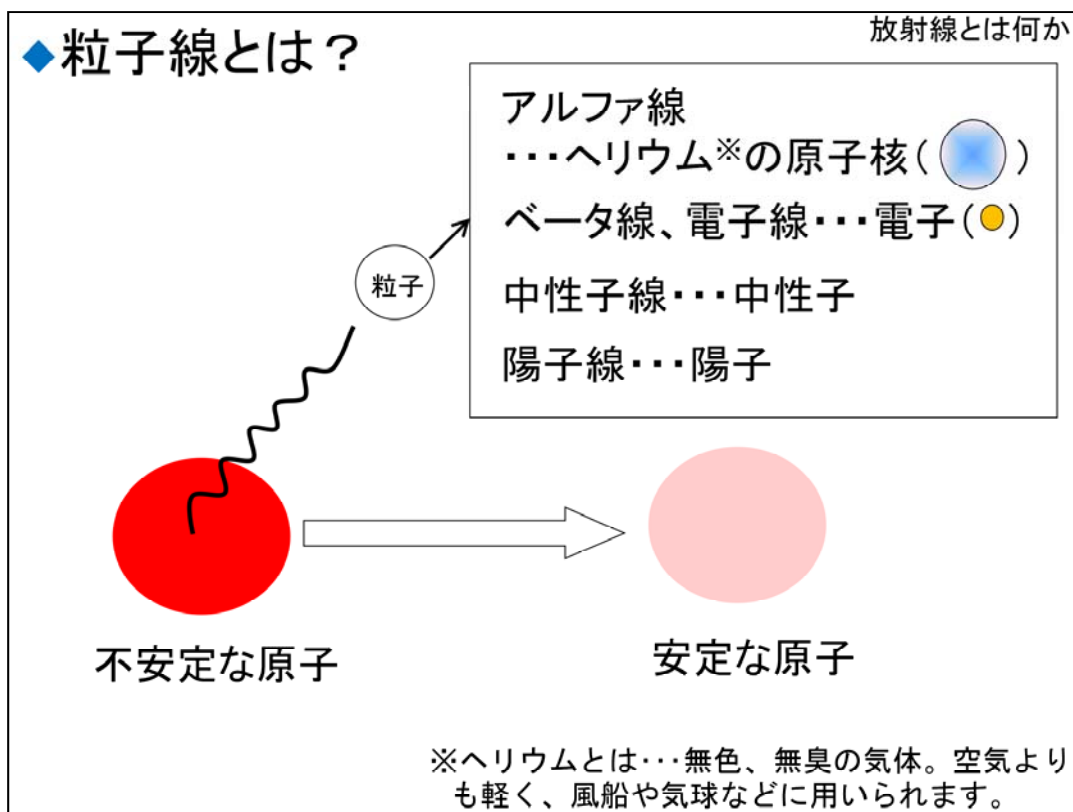
放射線とは何か



放射線とは何でしょうか？

地球上の物質を構成する原子のほとんどは、他の原子に変化することはありません。ところが、ある種の不安定な原子（炭素14、カリウム40、ラドン226など）は、粒子や電磁波を放出することによって、安定な原子に変わります。

このときに放出される粒子や電磁波が「放射線」です。粒子が放出される場合は「粒子線」、電磁波が放出される場合は「電磁放射線」と呼びます。



粒子線には、アルファ線、ベータ線、電子線、中性子線、陽子線などがあります。アルファ線は、ヘリウム原子核の流れであり、ベータ線と電子線は電子の流れです。また、中性子線、陽子線はそれぞれ中性子、陽子の流れです。

アルファ線のエネルギーはおよそ5 MeVです^(注1)。これは、20℃の水1カップ（200 cc）を1000兆分の1℃上げるために必要なエネルギーと同じです。アルファ線のエネルギーは、放射線のうちでは大きいといわれていますが、実際にはこの程度のごく小さいエネルギーです。また、ベータ線のエネルギーは、およそ0.1～1 MeV^(注1)、電子線のエネルギーはおよそ0.1～数10 MeVです^(注2)。

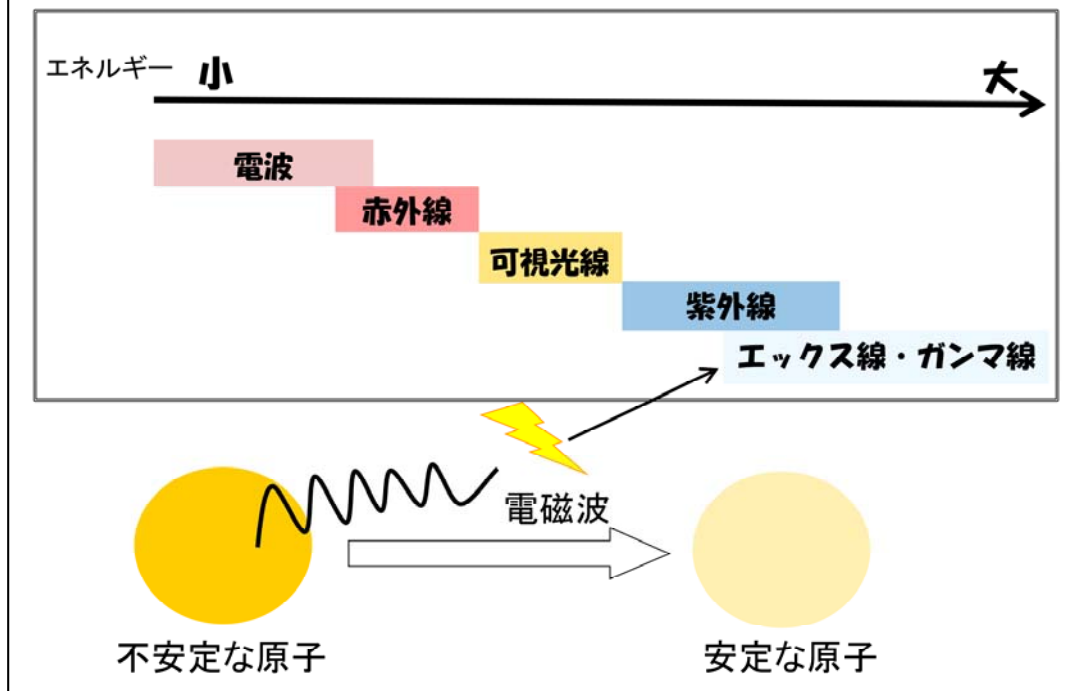
粒子線の一般的な特徴として、①物体を通り抜ける能力が低い、②原子を構成している電子をはじき飛ばす力が強いなどがあげられます。

(注1)粒子線の持つエネルギーは、発生源の原子によって異なります。

(注2)“加速器”という装置を使って様々なエネルギーの電子線を得ることができます。

◆電磁放射線とは？

放射線とは何か



電波、赤外線、可視光線、紫外線、エックス線、ガンマ線をまとめて「電磁波」といい、エネルギーの大きさによって分類されています。

電磁波のうち、光と比べて大きなエネルギーを持つエックス線、ガンマ線のことを電磁放射線と呼んでいます。エックス線、ガンマ線ではエネルギーがおよそ1 MeV程度のものを多く使います。

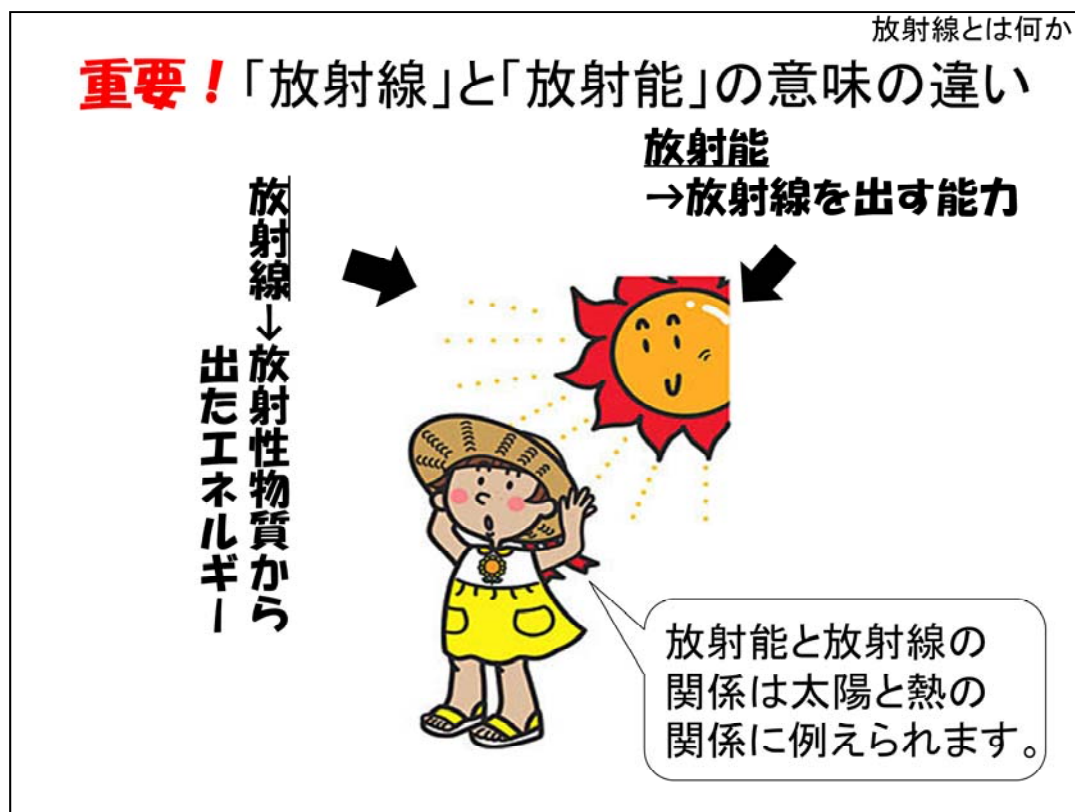
電磁放射線の一般的な特徴として、①物体を通り抜ける能力が高い、②原子を構成している電子をはじき飛ばす力が弱いなどがあげられます。

◆粒子線と電磁放射線			放射線とは何か
	粒子線	電磁放射線	
種類	•アルファ線 •ベータ線 •電子線 •陽子線 •中性子線 •陽電子線 など	•ガンマ線 •エックス線	
物体を通り抜ける能力	低い	高い	
電子をはじき飛ばす力	高い	低い	
エネルギー	(比較的)大きい	(比較的)小さい	

粒子線と電磁放射線の違いをまとめました。

粒子線には、放射性物質から得られるアルファ線、ベータ線、中性子線、陽電子線、加速器を使って得られる電子線、陽子線などがあります。

ガンマ線、エックス線は、発生源の違いによって区別されています。ガンマ線は原子核から発生します。また、エックス線は原子の周りにある電子のエネルギーに由来するもの（特性エックス線）と、アルファ線や電子線などの流れの向きや速さが変化するときが発生するもの（制動エックス線）があります。



「放射線」と「放射能」は異なる概念を表しています。「放射線」は、物質から放出された粒子や電磁波を表しています。一方、「放射能」は、放射線を出す能力のことを表します。

放射線と放射能の関係を、熱と太陽に例えると、出てくる熱が放射線に相当します。太陽には熱を出す能力があるので、これが放射能ということになります。

重要！「放射線」と「放射能」の意味の違い

放射能
→放射線を出す能力



放射性物質
からの距離

近



遠

太陽からの
距離と温度に
例えると

温

冷

放射線のエネルギーも、太陽と温度の関係に例えることができます。

太陽に近ければ、とても暑いでしょう。離れるほど暑くなくなっていくます。さらに離れば、熱を感じなくなるでしょう。

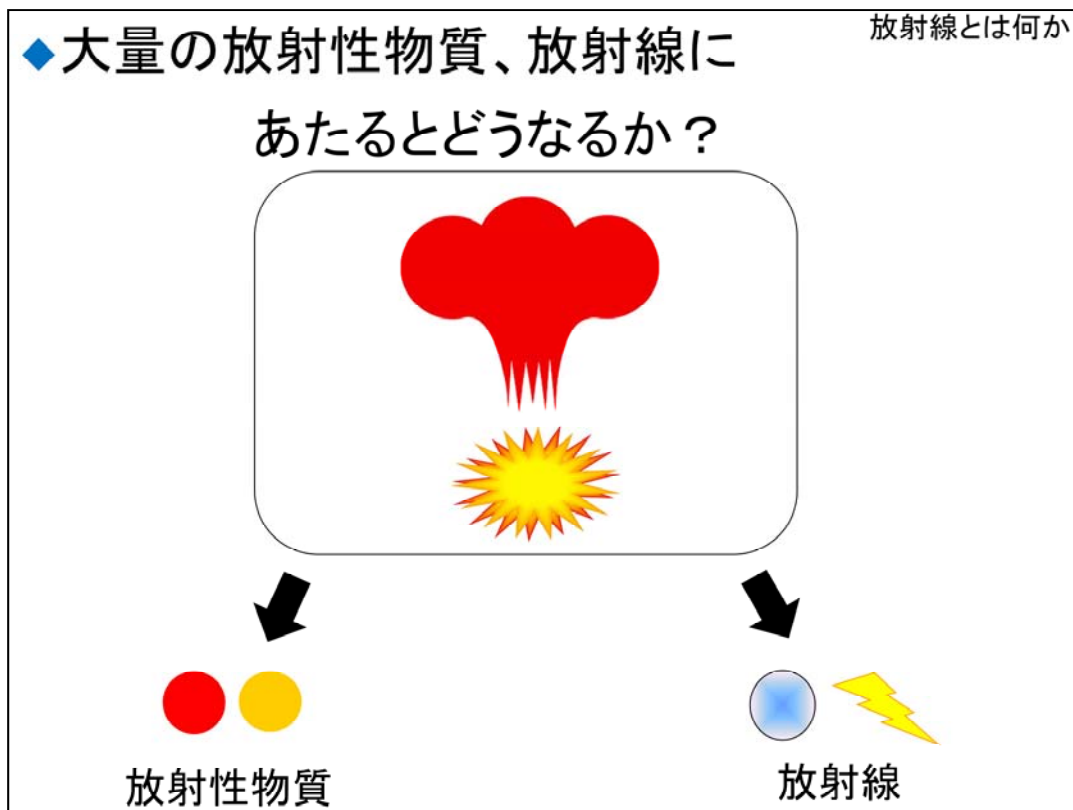
同じように、放射能をもつ物質からの距離が近ければ、大きなエネルギーを受けますし、離れるほど受けるエネルギーが小さくなります。放射線を利用するときには、必要なエネルギーを得るように管理しています。

(参考)

放射線源からの距離がaのA地点と、放射線源からの距離がbのB地点の放射線強度の関係は、以下の式より求められます。

$$(B地点の放射線強度) = (a/b)^2 \times (A地点の放射線強度)$$

例えば、放射線源から1 mの場所で放射線強度が9 Gyのとき、放射線源から3 mの場所では1 Gyになります。



大量の放射性物質や放射線が、人にあたるとどうなるでしょう？

短時間に大量の放射線が人にあたると、骨髄、消化管などの組織に異常を引き起こすことやがんの発生率が上昇することなどが知られています。

また、大量の放射性物質が皮ふに付着したり、口や傷口から体内に入ったりすると、その放射性物質から出た放射線が近くの組織に直接あたり、同様に悪影響を及ぼします。

放射性物質や放射線を取り扱う場合には、大量の放射性物質や放射線が人にあたることがないように管理することが法律などで定められています。

◆各分野における放射線の利用方法			放射線とは何か
	用途	主に使用する放射線	
医療用	・がんの治療(がん細胞の増殖を抑えます)	・エックス線 ・ガンマ線 ・電子線 など	
	・器具の殺菌(注射器、手術用糸などに付着した細菌を殺します)	・ガンマ線	
	・レントゲン(骨などの様子がわかります)	・エックス線	
農業用	・害虫の駆除(虫の生殖機能を低下させます)	・ガンマ線 ・電子線	
	・品種改良(果樹、稲などの性質の変化を促します)	・ガンマ線	
その他	・手荷物検査(荷物を開けなくても中身がわかります)	・エックス線	

放射線は、日ごろからさまざまな形で利用されています。

生物に含まれる化学物質の反応を引き起こすことによって、がん細胞の増殖を抑えたり、医療器具に付いた細菌を殺したりすることができます。

植物の品種改良には、突然変異を利用しますが、植物に放射線をあてることによって、この突然変異が促されます。突然変異した個体の中から有用なものを選んで増やすことによって、これまでにない優れた品種を作ることができます。

エックス線、ガンマ線を使うのは、透過性が高いので、包装の内部や体の深部へ浸透して効果を発揮することが期待できるからです。また、電子線は、必要なエネルギーを狭い範囲に集めることができるので、虫や大きながん細胞を殺すために使われます。

その他の粒子線は、エネルギーが大きすぎることや、あてると他の物質に放射能が持つようになるので、現在はごく限られた用途(医療用など)でのみ使用されています。

◆食品にも放射線が使われるの？ 食品への放射線利用

放射線の種類	ガンマ線、エックス線	電子線
使ってもいいもの ^(注)	- コバルト60、セシウム137から放出されるガンマ線 5 MeV※以下のエックス線	10 MeV※以下の電子線
物質を通り抜ける性質	通り抜けやすい	通り抜けにくい
一度に処理できる量	少ない	多い

(注)コーデックス委員会という国際的に食品の規格・基準や生産・製造の指針等を策定している政府間機関による決定。

放射線の持つ特徴は、食品にも利用されています。

ガンマ線、エックス線は、その物体を通り抜けやすい性質を利用して、厚みのある食品や、包装後の食品の殺虫、殺菌や発芽防止に用いられます。(詳細は次ページ)

また、電子線は物体を通り抜けにくく、粉末や厚みのない食品の表面の処理に適しています。ガンマ線やエックス線よりエネルギーが大きいので、一度に多くの食品を処理できます。

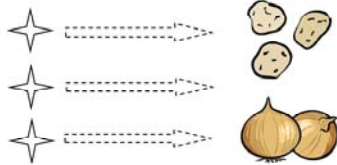
その他の粒子線を食品に使用することは、エネルギーが大きすぎることや、あてると他の物質が放射線を持つようになるので、認められていません。

また、コーデックス委員会は、放射線照射を「適正衛生規範(中略)の代替として用いてはならない」と定めています。つまり、放射線をあてる食品も、他の食品と同じように衛生的に扱っていなければなりません。

※10 MeVは20℃の水1カップをおよそ1000兆分の2℃上げるために必要なエネルギーに相当します。食品にあてるのは、これくらいの小さなエネルギーを持つ放射線に限定されています。

◆食品にガンマ線・エックス線・電子線をあてるとどうなるの？

①発芽を抑えられる



ジャガイモの芽には、食中毒の原因となる物質が含まれています。
「知識があればこわくない！天然毒素」のページもご覧ください。



②殺虫・殺菌ができる



肉や香辛料を、加熱や化学物質を使わずに殺菌できます。特に、香辛料は、加熱すると風味が悪くなってしまう。



知って
おきたい

腐った食品を元に戻したり、泥やホコリを取り除いたりすることはできません。

食品にガンマ線、エックス線、電子線をあてると、発芽を抑えたり、食品に付いている害虫や細菌を殺したりすることができます。その特徴を活用するために、いくつかの食品にガンマ線などをあてることが世界の多くの国で許可されています。

発芽を抑える特徴は、ジャガイモなどに利用されます。ジャガイモの芽には食中毒の原因となるソラニンという物質が含まれています。また、タマネギやニンニクは発芽すると食品としての価値が下がります。これらの農産物に放射線をあてることで、芽の成長を促す物質の働きを止め、発芽を抑えることができます。わが国でも、ジャガイモの発芽防止のためにガンマ線の使用が許可されています。

殺虫や殺菌ができる特徴を、海外では肉や香辛料、乾燥野菜などに利用しています。ガンマ線などをあてることで、食品についての害虫や細菌を殺すことができます。加熱せずに殺虫、殺菌ができるため、食品の風味をより良く保つことが知られています。

◆ガンマ線・エックス線・電子線をあてると、食品は放射能を持つようになるのでは？



定められた量以下のガンマ線、エックス線、電子線をあてた食品から、新たに放射線が出たり、放射性物質が発生したりしたことは報告されていません。

◆ガンマ線・エックス線・電子線をあてた食品を食べても大丈夫？①



ガンマ線、エックス線は、食品にあたると通り抜けていきます。また、電子線は食品にあたるとすぐに消滅します。すなわち、これらの放射線を食品にあてた後は、放射線として残留するようなことはありません。

WHO(世界保健機関)は、1994年に放射線をあてた食品の安全性に関して「放射線をあてることによって食品中の栄養成分などの成分や微生物に変化があるか。変化があった場合、人の健康に影響があるか。」ということに焦点をあてて議論を行いました。

◆ガンマ線・エックス線・電子線をあてた食品を食べても大丈夫？②(WHOの見解)

適切な放射線を適切にあてれば・・・



人の健康に悪い影響を与えるような化学物質ができることはありません。



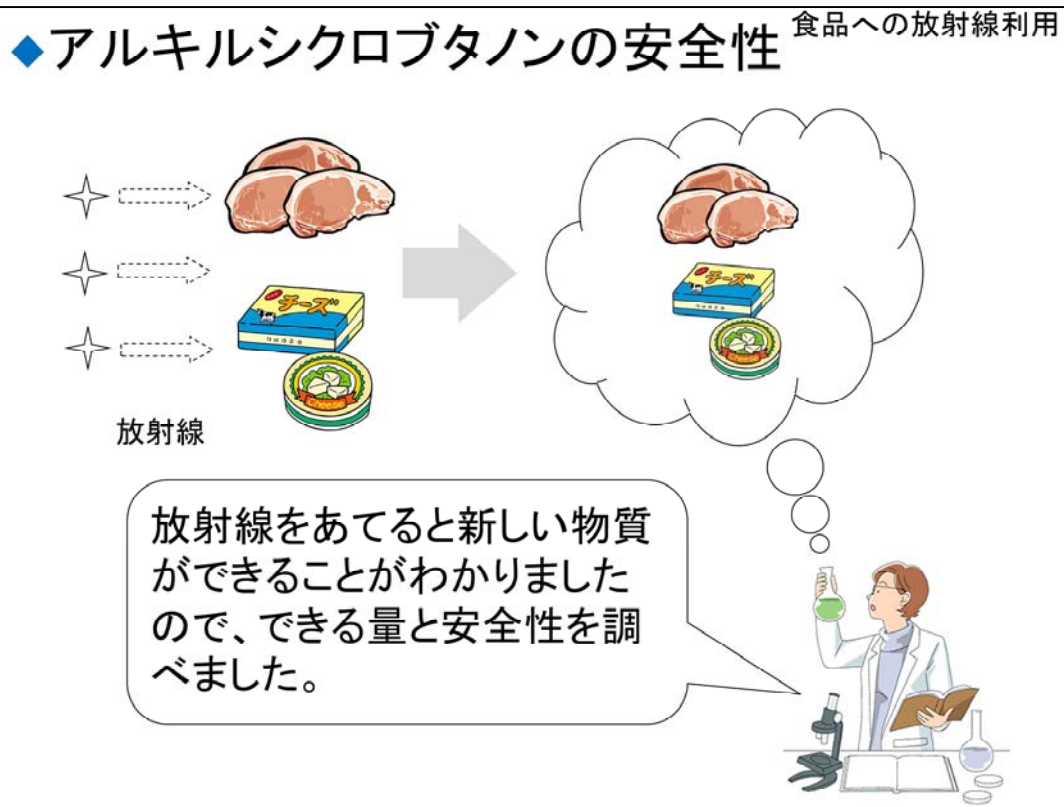
栄養成分はほとんど変化しません。

放射線をあてることによって起きるいろいろな変化は、その他の加工方法(加熱、乾燥など)で起きる変化と同様です。



議論の結果、WHOは次のような見解を発表しました。

- ①放射線をあてる量が適切であれば、放射線をあてることによってできる化学物質は、その他の調理法や加工法によって生成するものと同様であり、その化学物質が人の健康に悪影響をおよぼすという根拠はない。
- ②放射線を食品にあてたとしても、ほとんどの栄養成分は減少しない。ビタミンB₁とα-トコフェロール(ビタミンEの一種)は、放射線をあてる時の条件によって失われることがあるが、加熱や乾燥などによって失われる量と同程度である。



1994年にWHOによる見解が発表された後、油脂の主成分である脂肪酸に放射線を照射することによって、2-アルキルシクロブタノンと呼ばれる化学物質ができることが報告されました。しかも、この物質は、食品に放射線を照射することによって、初めてできる物質であることがわかりました。

そこで、この物質が食品中にできる量や、安全性について調べられました。その結果を受けて、WHOが次のような結果を発表しています。

「食品中にできる量はきわめて少ない。毒性は、たとえあったとしても、きわめて低いか無視できる程度だと考えられる。ゆえに現時点での科学的証拠に基づいて、消費者の健康リスクを損ねないと判断する。これまでの『放射線照射食品は安全であり、栄養学的にも適当である』という結論に疑問を持つような根拠はない。」

◆日本でも食品に放射線をあててもいいの？

日本では、じゃがいもの発芽防止のためだけに、ガンマ線の使用が認められています。ガンマ線の使用に当たっては、次のような規則があります。

目 的	じゃがいもの発芽防止
放 射 性 物 質	コバルト60
照 射 条 件	ガンマ線を150 Gy(=0.15 kGy)※以下で1回
表 示	放射線を照射した旨の表示を義務付け

わが国では、じゃがいもの発芽防止の目的でガンマ線を照射することが食品衛生法で認められています。

食品に放射線をあてることに関して、専門家による国際会議(FAO^{注1}/IAEA^{注2}/WHO合同専門家委員会)では、「いかなる種類の食品でも、総平均線量が10 kGy以下で照射された食品には、毒性学的な危険性は全く認められない」との結論が出されています。

※Gy（グレイ）とは、放射線が物質にあたったときにどのくらいのエネルギーを与えたのかを表す単位です。150 Gyは、20℃の水1カップをおよそ0.2℃上げるためのエネルギーに相当します。

注1：FAO…国連食糧農業機関

注2：IAEA…国際原子力機関

◆まとめ

- 放射線とは、原子から放出された粒子や電磁波のことであり、物体を通り抜けたリ、原子から電子をはじき飛ばしたりするなどの特徴があります。
- 食品にガンマ線などの放射線をあてることによって、発芽を抑制したり、殺虫や殺菌を行うことができるため、各国でいくつかの食品について、使用することが認められています。
- WHOは、定められた方法で放射線を使用すれば、新たに生成される化学物質による悪影響も、栄養成分の増減も、従来の加工方法と差がないと報告しています。

食品に放射線をあてたとしても、食品から泥や埃を取り除けるわけではありません。また、腐った食品、不潔な食品が改善されるわけでもありません。放射線を照射する食品であっても、他の食品と同様に衛生的に扱う必要があります。

このことについて、コーデックス委員会は次のように定めています。「放射線を照射した食品は、食品衛生の一般原則に従って衛生的に調理、加工、流通されなければならない」