

●食品表示にウソや間違いがあったら!?



八割そば

実は、
そば粉の配合割合
が少ない!?



困るなあ

原材料

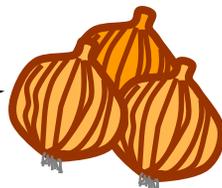
原産地

実は、
豚肉も使っ
ている!?

牛肉100%

**牛肉
コロッケ**

実は、
外国産!?



〇〇県産

●FAMICは

- ・ 原産地や原材料などの表示が正しいかどうか、科学的な検査を行っています。
- ・ 検査の結果、表示にウソや間違いの疑いがあれば農林水産省に報告し、大臣の指示に基づく立入検査などを行います。

FAMIC

市販の食品を入手



食品の偽装表示や不審な食品表示に関する情報

食品表示110番

表示と内容が一致しているかどうか
各種の科学的検査を実施

DNA分析

元素分析

安定同位体比
分析

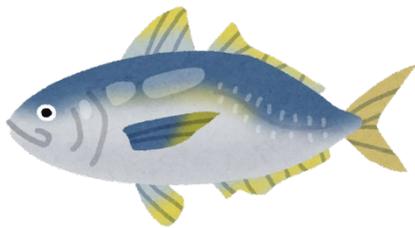
成分分析
(脂肪酸、アミノ酸など)

発見!

表示にウソや間違いの疑い

農林水産省に報告・立入検査の実施など

原産地を調べよう！



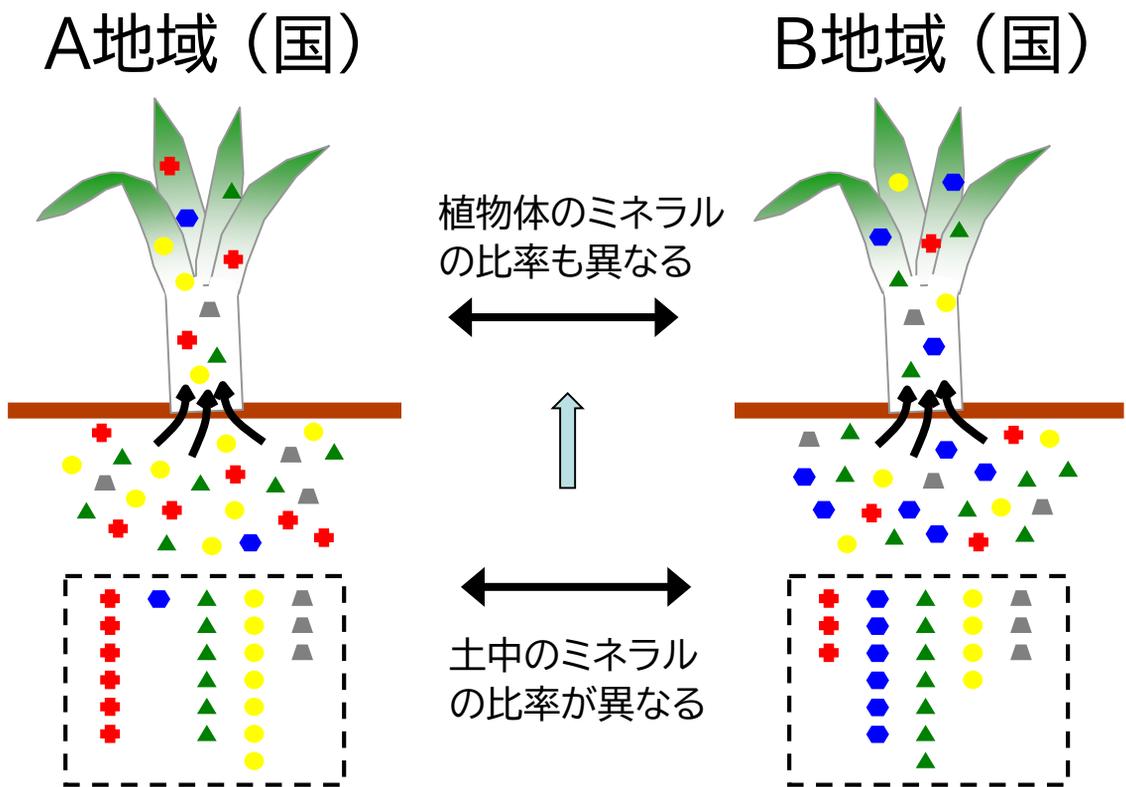
うなぎ蒲焼き



元素とは、物質を構成する基本的な要素のことです。カルシウムやカリウムなど、現在118種類が知られています。

食品に含まれる元素の種類や濃度は、生育した地域の土壌の性質など生育環境の影響を受けると考えられています。

この違いを調べることで、原産地を推定することができます。



食品により、ターゲットとする元素の種類や濃度は異なります。FAMICでは、タマネギやうなぎの産地を判別することが可能になりました。

背景

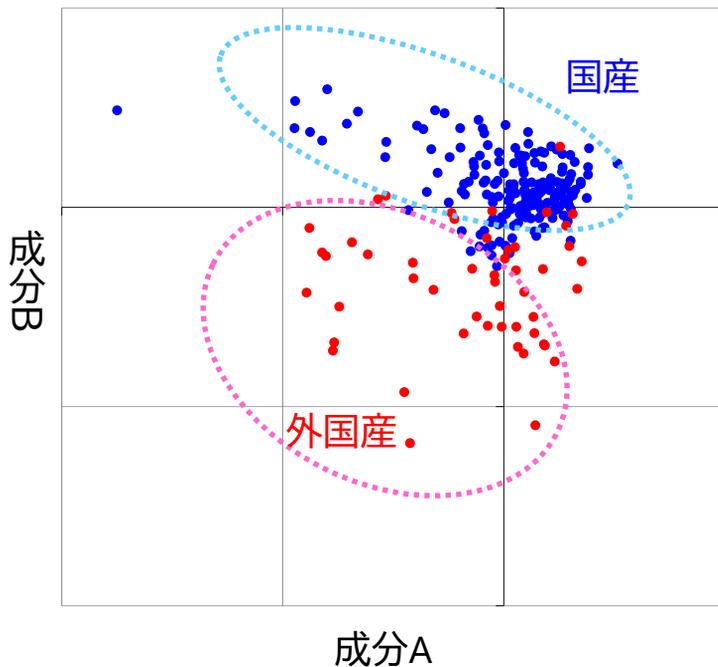
国内収穫量:北海道、佐賀県、兵庫県を主産地として約122万トン*
輸入量:中国産を中心に約24万トン**

タマネギは、見た目では国産品と外国産品を区別することは難しいため、元素分析で原産地を判別します。

方法

タマネギのミネラルを測定し、事前に作成しているデータベースと照合することにより、原産地が国産か外国産かを判別します。

分析には複数の元素を同時に測定できるICP-OES(誘導結合プラズマ発光分析装置)やICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析装置)を使用します。



成分A、Bの含有量で産地を見分ける

* 農林水産省野菜生産出荷統計(R4年産)

** 農林水産省農林水産物輸出入統計(2023年)

背景

うなぎ加工品には、原料ウナギが国産のものと中国や台湾などの外国産のものがあります。

うなぎ加工品は、見た目では原料ウナギが国産か外国産か区別することは難しいため、元素分析で原産地を判別します。



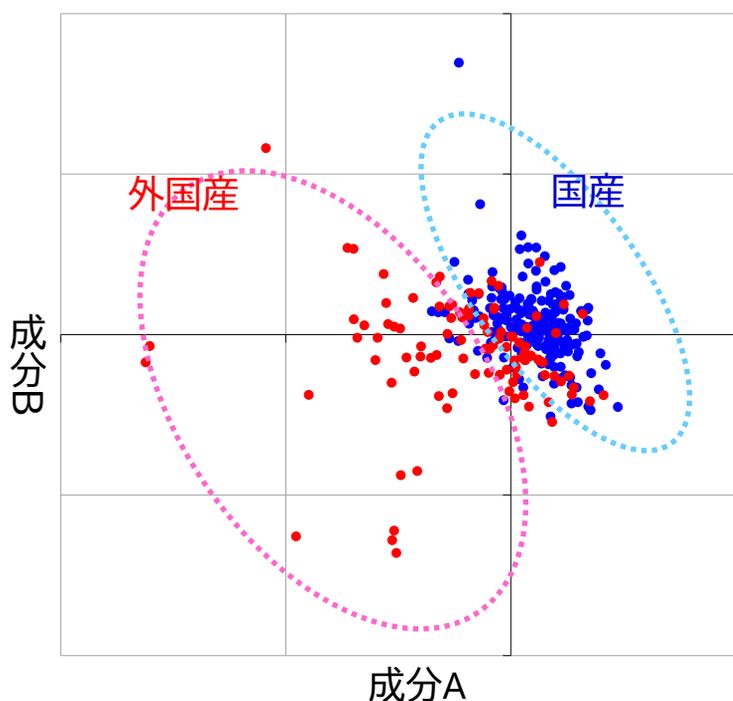
名称	うなぎ蒲焼き
原材料名	うなぎ(国産)、しょうゆ(大豆・小麦を含む)、砂糖、ぶどう糖果糖液糖、・・・

方法

うなぎ加工品はタレの影響を受けない骨を分析します。

ウナギから肉の間にある骨を取り出して分解してミネラルを測定し、事前に作成しているデータベースと照合することにより、原産地が国産か外国産かを判別します。

ミネラルの分析は、たまねぎと同様ICP-OES(誘導結合プラズマ発光分析装置)やICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析装置)を使用します。



成分A、Bの含有量で産地を見分ける



分解



粉碎

- ・ミネラル濃度の測定
- ・データベースとの比較

酸分解



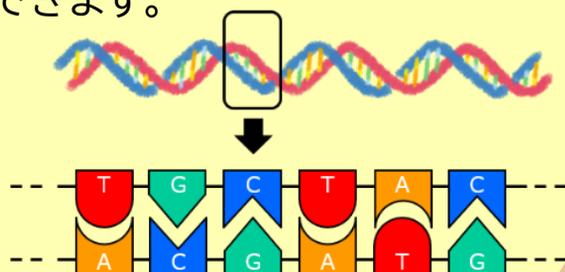
肉間骨の採取

DNA分析による種の判別

DNAは、生物の細胞内に存在する物質で、体の細胞や器官などの作成に関与しており、「生命の設計図」とも呼ばれています。DNAには、4種類の塩基(A:アデニン、G:グアニン、C:シトシン、T:チミン)が含まれていて、この4種類の塩基の並び順(塩基配列)が遺伝情報です。この塩基配列は生物の種により異なっているため、この違いを利用することで、種の判別を行うことができます。



DNAは2本の鎖をつなぎ合わせたらせん状の構造となっているんだ。また、塩基はAとT、GとCが向かい合って結合するんだ。



魚種を判別し、原料原産地を推定

あじの開きの原材料は、マアジやニシマアジなどです。

マアジは日本近海、ニシマアジはヨーロッパ沿岸に生息しています。そのため、魚種がマアジなら国産、ニシマアジなら外国産と推定します。

マアジとニシマアジは見た目では区別することは難しいため、DNA分析で魚種を調べます。



名称	真あじ開き干し
原材料名	真あじ(国産)、食塩

方法

あじの開きから抽出したDNAの一部をPCR(Polymerase Chain Reaction:ポリメラーゼ連鎖反応)を用いて増やしたのち、特定の配列を切断する制限酵素により切断し、切断パターンの違いからアジの魚種を推定します。

方法については次ページもご覧ください

PCRによるDNAの増幅

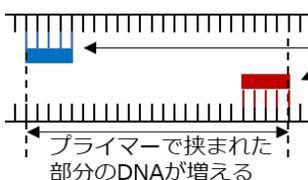
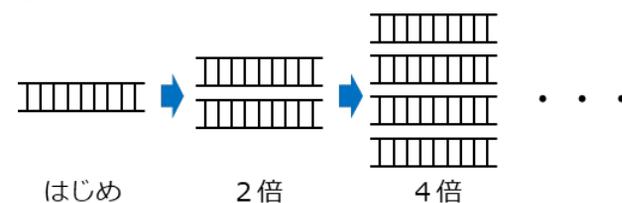
生物に含まれるDNAは、ごく微量で分析に用いるには少なすぎるため、DNAを増やす必要があります。

PCRは耐熱性のあるDNA合成酵素を活用し、サーマルサイクラーという機器を用いて行います。この機器で、温度変化をすることで、DNAの二重らせんがほどけ、DNA合成酵素が作用し、DNAが合成されます。

この温度変化を何回も繰り返すことでDNAを10万倍以上に増やすことができ、分析に用いることができます。



サーマルサイクラー



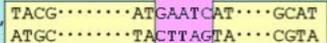
プライマーという短いDNAが付いた部分からDNA合成が始まります。プライマーの配列を変えることで増やす部分を変えることができます。

あじの開き

ニシマアジDNA



PCRで一部を増やす

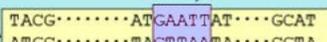


ほとんどのDNA配列は同じ

DNA配列の異なる部分



PCRで一部を増やす



あじの開き

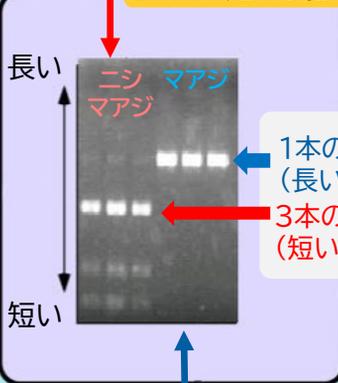
マアジDNA

部分だけを切る酵素

切れる



DNAの見える化



制限酵素は特定の塩基配列を認識し、DNAを切断する働きがあります。判別したい種で異なっている配列を認識する制限酵素を使用します。

切れない

部分だけを切る酵素

魚の種類を調べよう！



FAMIC マグロ生鮮品の魚種

マグロにはクロマグロ、ミナミマグロ、メバチ、キハダ、ビンナガがあります。
刺身の色など、切り身の外見から魚種を推定することは困難です。



方法

アジと同様、DNAをPCRで増やし、制限酵素による切断パターンの違いからマグロの魚種を推定します。
マグロでは、切断する配列の異なる複数の制限酵素を使用します。



マグロ生鮮品

DNAを抽出



DNA



一部を増やす(PCR)

制限酵素で切断

CTTT.....AC	AG
GAAA.....TG	TC



CT	AA.....TGGT
GA	TT.....ACCA



CTTT.....AC	AGCT	AA.....TGGT
GAAA.....TG	TCGA	TT.....ACCA

DNAの見える化

DNAの切断パターンで魚種を推定

クロマグロ

太平洋産
大西洋産

メバチ

αタイプ
βタイプ

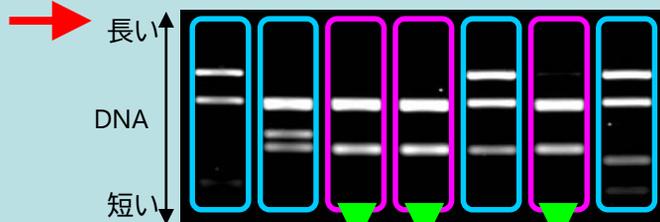
キハダ

ビンナガ

切断パターン1(制限酵素A)による判別

確定

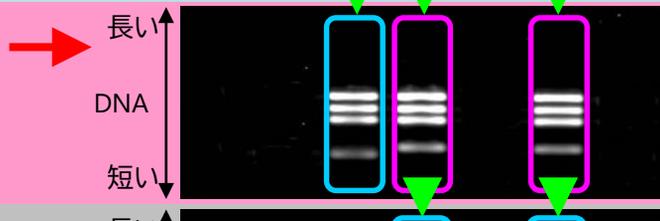
- ・クロマグロ(太平洋産)
- ・ " (大西洋産)
- ・メバチ(βタイプ)
- ・ビンナガ



切断パターン2(制限酵素B)による判別

確定

- ・ミナミマグロ



切断パターン3(制限酵素C)による判別

確定

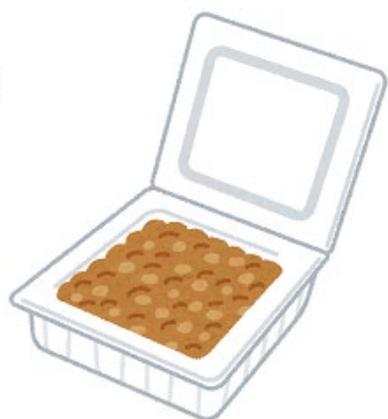
- ・メバチ(αタイプ)
- ・キハダ



参考資料 1) 張ら: 「マグロ属(*Thunnus*)種内および種間におけるmtDNA制限酵素切断型多型」、遠洋水研報、第30号、平成5年3月

2) 竹山ら: 「Mitochondrial DNA sequence variation within and between tuna *Thunnus* species and its application to species identification」, J. Fish Biology, 58, 1646-1657 (2001)

遺伝子組換え食品か
どうか調べよう！



「遺伝子組換え」に関する表示の対象となっている食品のうち、「**遺伝子組換えでない**」、「**分別生産流通管理済み**」等と表示されている商品を店舗から購入し、その表示が正しいか否かをDNA分析で調べます。



豆腐などの大豆加工品の定性分析



①試料を粉碎して均質化

カップ(ホモジナイズ用)に試料と、滅菌した水を加え、回転刃で細かく粉碎します。(偏りがなく、均質になるようにします。)



②DNAを抽出

粉碎した試料から、専用の試薬キットを用いてDNAを抽出・精製します。含まれているDNAはごく少量なので、丁寧に作業します。



③反応液の調製

DNAを増やすために必要となる、DNA合成酵素、プライマーという短いDNA、dNTPというDNAの材料などが入った反応液を調製します。リアルタイムPCRに必要な、増えたDNAを標識するための試薬(蛍光色素)も加えます。この反応液を②で抽出したDNAに加えます。



④リアルタイムPCRで測定

リアルタイムPCR装置を使って、PCR中のDNAの濃度を随時測定します。その結果から、DNA抽出液に含まれていた対象DNAの数を推定します。

リアルタイムPCRによる検査については、次ページもご覧下さい。

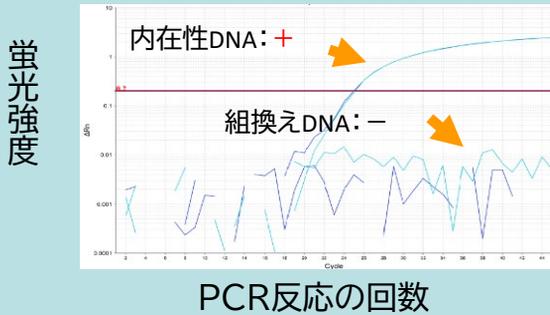
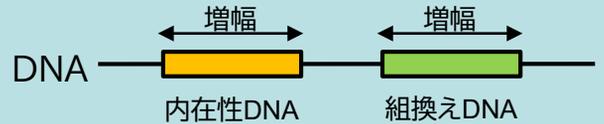
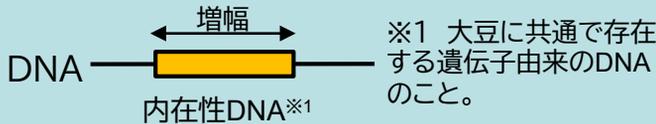
リアルタイムPCRによる分析

リアルタイムPCRでは、PCR中に増えた対象DNAを標識するために、蛍光色素を使います。この蛍光強度を装置で随時測定することにより、PCR反応の回数ごとのDNAの濃度がわかります(増えたDNAが多いほど、蛍光強度が強いということになります。)

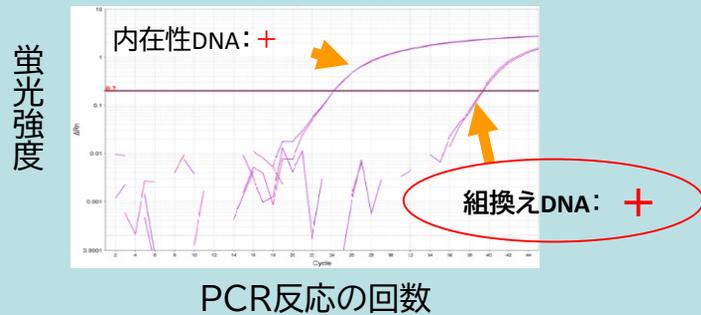
検査結果 (イメージ)

検査では、組換え遺伝子由来のDNA(以下「組換えDNA」と呼びます)だけでなく、全ての大豆に共通で存在する遺伝子由来のDNA(以下「内在性DNA」と呼びます)もPCRで増幅させます。組換えDNAが増えなかった時、内在性DNAが増えていれば、PCRが失敗したのではなく、もともと組換えDNAを持っていなかったために増えなかったのだとわかります。このような場合、検査結果は陰性となります。

内在性DNAと組換えDNAの両方が増えた場合は、**陽性**となります。



陰性



検査結果が陽性となった場合、更に詳しく調べるために、大豆加工食品の原料大豆の検査などを行います。原料大豆の検査では、原料大豆に遺伝子組換え大豆が混入しているか、どの程度の割合で混入しているかなどを調べます。



大豆試料はミルなどで粉碎均質化し、検査に用います。加工品と同様、試料から抽出したDNAを基に、リアルタイムPCRによる分析を行います。

はちみつを調べよう！



原材料に「はちみつ」だけが表示されている製品に、液糖などのより安価な糖類が混ぜられていないかどうかを、炭素の同位体比の分析により推定します。



はちみつのサンプリング



すず 錫容器にはちみつを封入



安定同位体比測定装置で分析

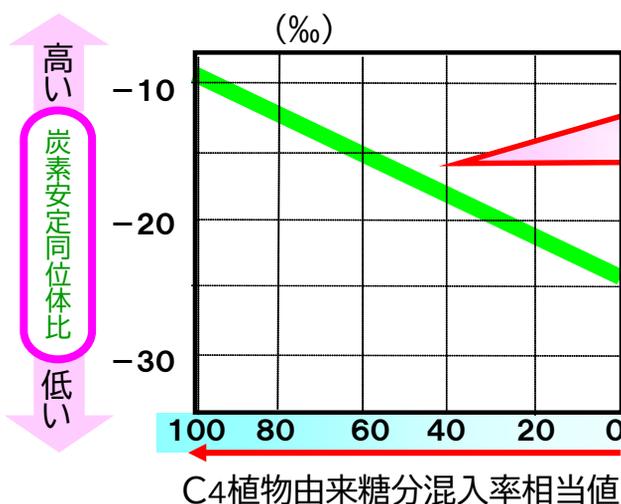
自然界の炭素には、質量数が12の炭素(^{12}C 、存在比98.9%)と、中性子が一つ多い質量数が13の炭素(^{13}C 、存在比1.1%)という2つの安定同位体があります。

また、C3植物とC4植物では光合成の経路が異なり、C4植物では ^{13}C を取り込む割合がC3植物に比べて高いことが知られています。

このため、はちみつの ^{12}C と ^{13}C の割合を分析することで、C3植物の蜜に由来するはちみつに、C4植物から作られた砂糖や液糖などが加えられているかどうかを推定することができます。

C3植物：レンゲ、ニセアカシア、クローバーなど(蜜源)

C4植物：トウモロコシ(液糖)、サトウキビ(砂糖)など

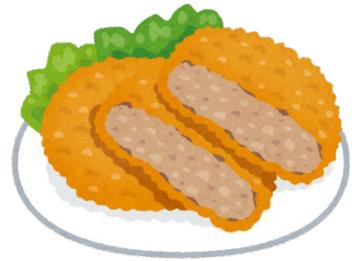
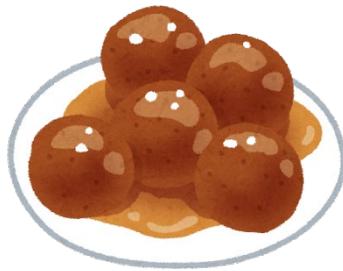


液糖の混入量が多くなるほど、 ^{13}C 比が高くなります。



サトウキビの絞り汁は砂糖に、トウモロコシのデンプンは、分解すると液糖になります。

肉の種類を調べよう！



肉



加工食品



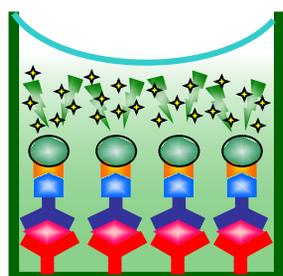
名称	チルドハンバーグ
原材料名	豚肉(国産)、玉ねぎ、(パン粉、鶏卵)、食塩トケチャップ、香辛料、に卵・小麦・大豆・豚ひむ)

ELISA分析では、食品中に含まれるタンパク質が、どの動物由来か推定できます。

食肉製品に表示されている原材料の肉種(牛、豚や鶏などの食肉の種類)と、実際に使用されているものと同じかどうか、ELISA分析で確かめます。

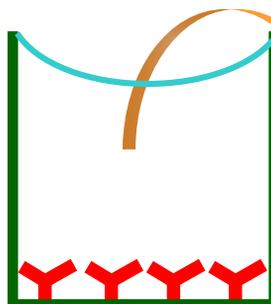
ELISA(エライザ)分析

特定の肉種のタンパク質と結合する抗体を着けたプレートを利用します。



抗体と結合する肉種のタンパク質が含まれている場合

発色する



抗体と結合しない肉種のタンパク質しか含まれていない場合

発色しない

豚抗体プレートで行った分析結果

食品中に豚のタンパク質が含まれていれば、プレートに固着された抗体と結合して発色します。右図の例では、原材料に豚を使用したもののみ緑色に発色し、豚を使用していないものは発色せず透明です。



原材料
食肉



そば加工品を調べよう！



干しそば・なまそばに表示されているそば粉の配合割合は、どのように確認するの？



そばに含まれるタンパク質のアミノ酸組成比を調べることで確認できるんだ。
そば粉と小麦粉のアミノ酸組成比を比較することで、そば粉の配合割合が推定できるんだって！

方法

干しそば・なまそばといったそば加工品では、主な原材料として「そば粉」や「小麦粉」を使用し、「そば粉」の配合割合を表示した製品が店頭に並んでいます。

そば粉と小麦粉に含まれているタンパク質のアミノ酸組成は異なっていることから、そば加工品のタンパク質をアミノ酸に分解し、分析することで、そば加工品のそば粉の配合割合を推定できます。

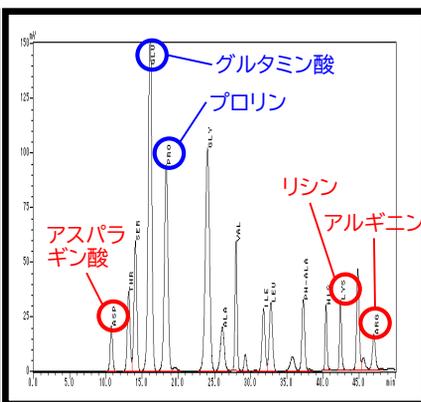
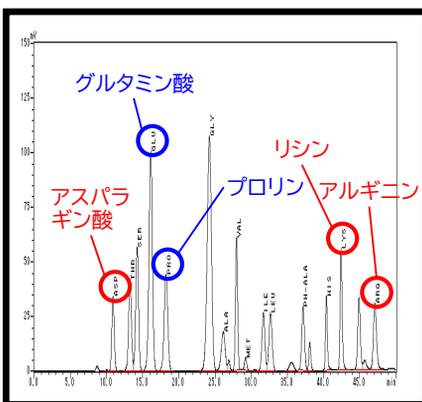
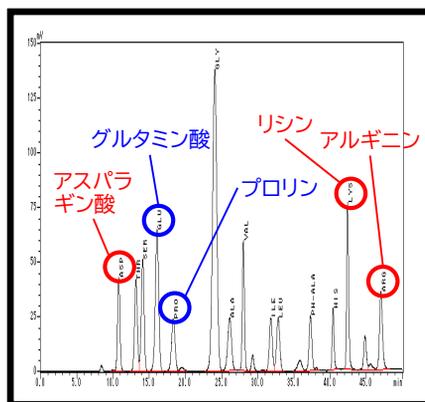


アミノ酸組成分析の結果

そば粉

そば加工品
(そば粉:小麦粉=1:1)

小麦粉



- ・そば粉で特異的に多いアミノ酸: **アスパラギン酸**、**リシン**、**アルギニン**
- ・小麦粉で特異的に多いアミノ酸: **グルタミン酸**、**プロリン**

そば粉、小麦粉に特異的に多いアミノ酸を比較すると、そば粉の配合割合に応じて組成比が変化していることがわかります。

植物油を調べよう！



● 植物油の種類

表：主な食用植物油の名称と原料

名称	原料
食用サフラワー油	サフラワー（紅花）の種子
食用ぶどう油	ぶどうの種子
食用大豆油	大豆
食用ひまわり油	ひまわりの種子
食用とうもろこし油	とうもろこしのはい芽
食用綿実油	綿の種子
食用ごま油	ごま
食用なたね油	あぶらな又はからしなの種子
食用こめ油	米ぬか
食用オリーブ油	オリーブの果肉

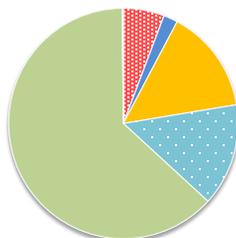
● 植物油の原材料の判別

植物油は、**脂肪酸**とグリセリンがエステル結合したいわゆる中性脂肪(トリグリセリド)が主な成分です。

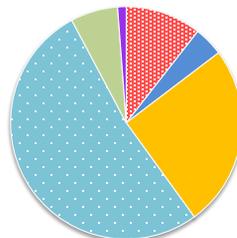
原料によってこの**脂肪酸**の組成が異なります(右の図)。よって、植物油の**脂肪酸組成**を調べることで、商品に表示されたとおりの植物原料が使われているかどうか知ることができます。

【食物油の脂肪酸組成の例*】

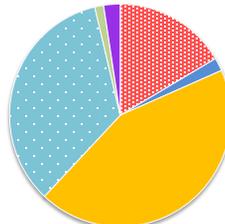
えごま油



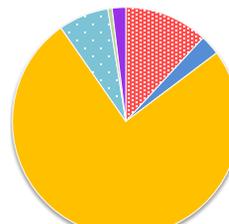
大豆油



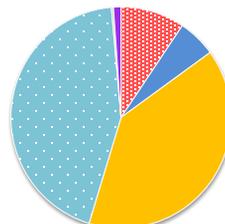
こめ油



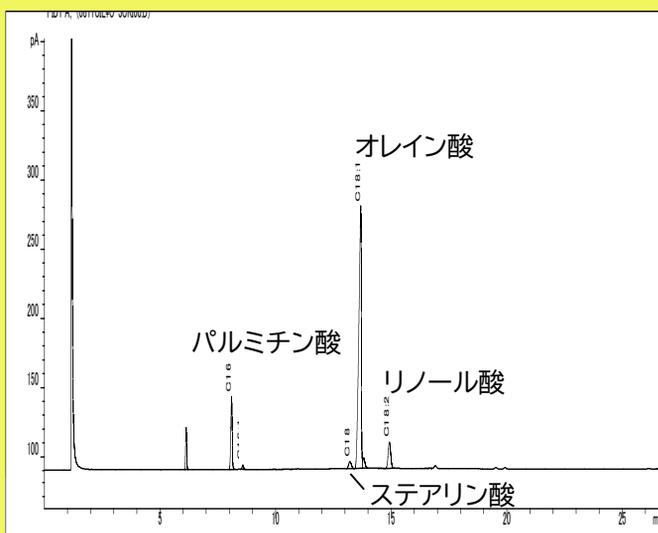
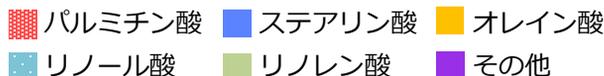
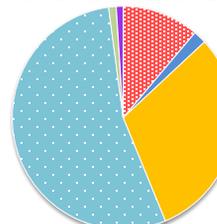
オリーブ油



ごま油



とうもろこし油



食用オリーブ油の測定結果

トリグリセリドを分解して遊離させた脂肪酸を、ガスクロマトグラフという機器で測定します。