

2018 年学生懸賞論文「フェイク情報」を見破れ

「酵素食品の健康増進効果についての間違った主張」

大阪大学  
渡邊 励人

## 【序論】

健康を維持し生涯にわたって健やかに過ごす事は、私達の日々の生活を豊かにする上で非常に重要である。そこで、生活習慣病の増加や食生活の欧米化などから、食生活を工夫する事で健康を維持しようという試みがこれまでに行われてきた。この食生活の改善は健康増進を目的とする運動と比較し、年齢による制限がない事などから簡便な方法であると言える。そして食生活の改善をさらに簡単に行う目的で、近年、サプリメントなどの健康を増進することを目指して作られた健康食品を摂取する方法がとられている(1)。その中でも、酵素や酵母を含むサプリメントや食品が注目されている。その市場は10年連続の成長となり、2017年では540億円に到達した(2)。酵素とは生体内の反応を触媒として機能するタンパク質を指し、酵母とは俗称であり発酵食品の発酵に使われる真菌の出芽酵母を指すことが多い。酵素を含む健康食品は数多く存在し、インターネットだけでなく、ドラッグストアなどでも購入することができる。酵素を含むサプリメントやドリンクは、それぞれの酵素の持つ働きにより生体内の反応を助ける事で、健康に良いと主張されている。しかしながら、酵素を含むドリンクによる健康増進効果には根拠がないと認定されたケースもある。2018年10月25日には、酵素飲料を飲むだけで視力が良くなるなどの目の症状の改善を謳ったケースで、消費者庁から措置命令が出されている(3)。

このように、酵素を含む健康食品には健康増進の効果があるのか不明瞭な場合がある。しかし、前述のように酵素を含む健康食品の売り上げは増加傾向にあり、それは酵素を経口摂取することが健康に良いと考えている人が多いことを示している。

本論文では、酵素を含むドリンクなどを経口摂取した際に、どのような事が起こっているのかを高校までに習う化学や生物の基礎知識を用いて説明する。また、酵素を含む食品の健康増進効果の実際について考察する。それらを通して、酵素を摂取することが様々な健康維持に役立つという主張が正しくない事を示す。

## 【酵素ドリンクについて】

まず、酵素を含むドリンクにはどのような種類があるのか調べる目的で検索サイトの Google を用いて、ショッピングタグの中に「酵素ドリンク」のワードを入れて検索した。その結果、様々な商品がヒットした(図 1)。



図 1 Google 検索により得られた酵素ドリンクの例

これらの商品の製造方法を調べると、植物などを発酵させて得たエキスを配合しているという共通点が見つかった。このことから、酵素ドリンクとして販売しているものは多くが発酵食品であると仮定し、それらについて考察する。また、これらの酵素ドリンクには発酵による代謝産物や菌体から生産される酵素を含んでいると考えられる。おそらく、この植物の発酵の際に作られる代謝産物や酵素が健康増進に役立つと主張しているのだと予想された。

## 【酵素について】

酵素ドリンクには多くの酵素やその代謝産物が含まれていることが予想された。そこで、酵素とはどのようなものであるか高校までに習う範囲に補足し説明する。酵素とは単純にはタンパク質であり、化学反応を促進させる触媒として作用する。また、後述するが基質特異性と呼ばれる決まった物質としか反応しないという特性を持っている。酵素の中でも有名なのが消化酵素であり、これは中学校の理科でも習う。主な消化酵素を図 2 で示す(4 より引用)。

### 主な消化酵素

| 消化酵素（別名）                         | 分解するもの | 分泌される場所（分泌腺／臓器）  |
|----------------------------------|--------|------------------|
| アミラーゼ（ジアスターゼ）                    | デンプン   | 口腔（唾液腺） 十二指腸（膵臓） |
| プロテアーゼ<br>（ペプシン、トリプシン、キモトリプシンなど） | 蛋白質    | 胃 十二指腸（膵臓） 小腸    |
| リパーゼ                             | 脂肪     | 十二指腸（膵臓） 小腸      |
| マルターゼ                            | 糖分     | 小腸               |

図 2 人の生体内で産生される主な消化酵素

これらの消化酵素は、分解するものから分解産物への化学反応を触媒する酵素として働いている。例えばリパーゼは脂肪を分解する酵素であり、デンプンを分解する事はできない。これが生体内での酵素の役割を分けている基質特異性である。さらに、酵素は十分に機能を発揮するための条件がそれぞれ厳密に決まっていることが多い。つまり酵素は条件によってその化学反応の触媒をする機能が変動する。これを酵素活性と呼ぶ。酵素活性は様々な条件で変動するが、主に温度と pH で大きく変わることが知られている。それは、酵素が生体内で産生されるタンパク質であるために、反応を行う場所が生体内であることが理由である。人の生体内では温度は 37 度くらいであるため、多くの酵素が 37-40 度で最大の活性を示す。しかし、pH については大きな違いがある。例えば、口の中で産生されてデンプンを分解するアミラーゼは中性付近の pH=7.0 付近で最大の活性となるが、胃の中で産生されてタンパク質を分解するプロテアーゼの一つであるペプシンは酸性の pH=2.0 付近で最大の活性となる。また、酵素は一度最適な条件から大きく外れた条件に入ると、酵素自体の構造が壊れてしまい（変性という）、二度と活性を取り戻すことができなくなる不可逆性を持つ。そのため最適な条件下で維持される事も酵素の機能を保つ上で重要である。また、

酵素にはそれぞれに補助因子と呼ばれる物質が存在するケースがあり、その物質と結合していないと酵素の触媒能力を発揮できない。

これらのことから、酵素は決まった場所で産生され、決まった相手に対して、決まった条件でのみ作用する事ができるとわかる。

### 【酵素ドリンクに含まれる酵素】

酵素ドリンクにどのような酵素が含まれているのかを予想する。残念ながら、酵素ドリンクの発酵過程においてどのような菌がどのような条件で用いられているのかを特定することは困難である。しかしながら、図 1 の赤枠で示した商品については酵母菌との記述があることと、画像から出芽酵母であると判断する事ができたため、一般に発酵に使用される酵母の *Saccharomyces cerevisiae* であると予想した(図 3,4)(5,6)。

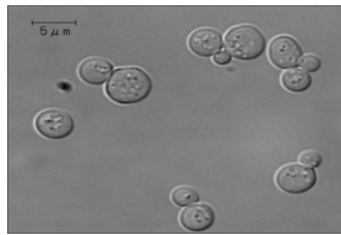


図 3 出芽酵母の光学顕微鏡図 (5)より引用

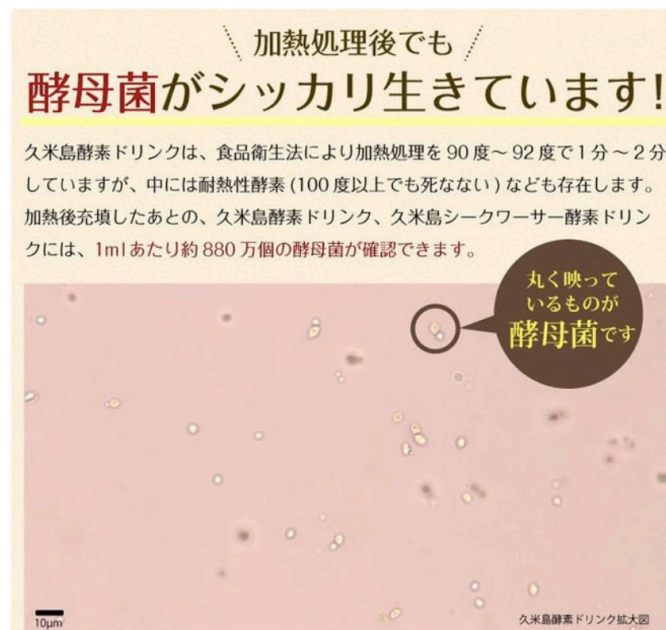


図 4 酵母菌が出芽酵母であることを示す画像 (6)より引用

*Saccharomyces cerevisiae* の近縁種がパンやビールを作る際の発酵に使われる事を高校の生物学でも習うため、非常に一般的な発酵のための酵母であると言える。このように、使っている菌が予想できたため、これからの酵素ドリンクの健康促進効果の検討にはこの商品を使う事とし、商品 A と記載する事にした。

この商品 A の特徴として、含まれている酵母の数について他者との比較が記載されているのでそのデータの信頼性についても言及する。その他にも商品 A に記載されている情報について信頼性があるのかそれぞれ検討する。

## 【商品 A に含まれる酵素の種類について】

今回は特に酵素に注目し、酵素を含むドリンクが健康を促進するという主張の根拠を考察したいので、まずは商品 A に含まれる酵素の量を概算する事にした。商品 A の 100ml あたりの栄養成分表示は以下の通りである(図 5)。

| 久米島酵素ドリンク栄養成分 (100ml あたり) |          |
|---------------------------|----------|
| エネルギー                     | 262 kcal |
| タンパク質                     | 0.4 g    |
| 脂質                        | 0 g      |
| 糖質                        | 65.2 g   |
| 食物繊維                      | 0 g      |
| ナトリウム                     | 19.0mg   |

図 5 商品 A の 100ml あたりの栄養成分表示

このデータから 4g/L の濃度でタンパク質が含まれていると考えられる。次に、タンパク質がどのような酵素であるのかを考える。発酵過程を経ている事、栄養分表示に大量の糖が含まれている事、商品 A に発泡が起こるとの記載がある事などから、酵母のアルコール発酵経路を使用していると考えられる。高校でも習うアルコール発酵では多くの分解酵素が産生される事が知られており、その簡単な模式図を図 6 に示す(7)。

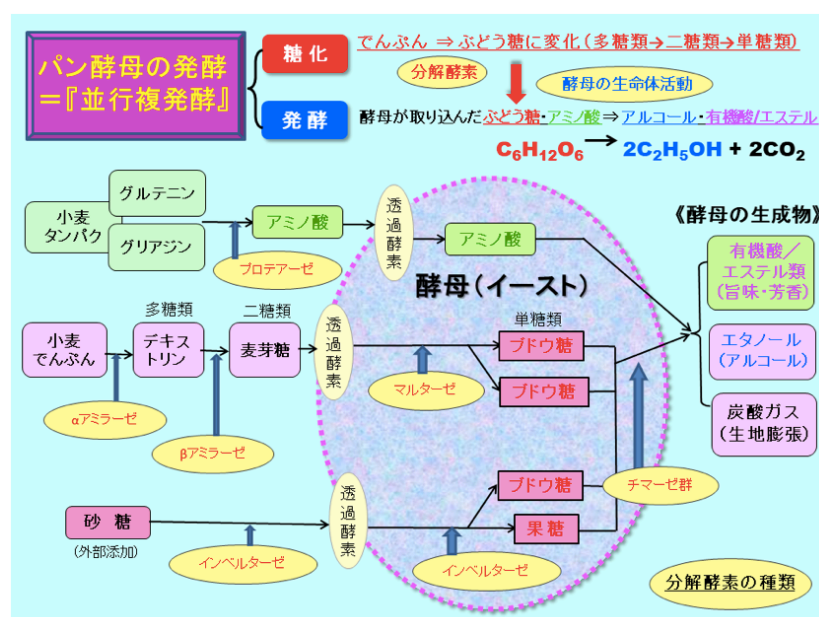


図 6 酵母の発酵過程の概略図 (7 より引用)



酵母のアルコール発酵経路は酸素のない条件かつ、酵母の至適温度から約 30-37 度の範囲で最大の効率となるため、そのような条件で発酵が行われたと考えられる。また、酵母の生育に適した至適 pH は弱酸性である。これらの事から、商品 A に含まれている酵素はアルコール発酵過程で産生される消化酵素などを含み、活性は 30-37 度、pH=5-7 程度で最大となるものが多いと考えられる。

これらの酵素が人の体内でどのような働きを持つか考える。まず、酵素ドリンクなので、まず始めに胃を必ず経由する事になる。これらの酵素が胃に入った場合の活性について考える。ここでは酵素ドリンクに含まれると考えられるプロテアーゼを例として説明する。プロテアーゼはタンパク質を分解する酵素で、それぞれ最大活性を持つ条件は異なる(図 7)(8)。

| グループ        | 阻 害 剤 | 最 適<br>pH      | 起 源                                                                          |
|-------------|-------|----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| セリン・プロテアーゼ  | DFP   | 8~10<br>(4)*   | 膵臓 (トリプシン, キモトリプシン, エラスターゼ), 血清 (トロンビン, プラスミン), 微生物 (サブチリシン, 酸性カルボキシペプチダーゼ)。 |
| チオール・プロテアーゼ | PCMB  | 7~8<br>(4~8)** | 動物組織 (カテプシン類), 植物 (パパイン, プロメリン, フィチン), 微生物 (クロストリピン)                         |
| 金属プロテアーゼ    | EDTA  | 7~9            | 膵 臓 (カルボキシ ペプチダーゼ A, B), 腎 臓 (ロイシンアミノペプチダーゼ), 微 生 物 (サーモライシン・コラゲナーゼ), 蛇毒     |
| 酸性プロテアーゼ    | DAN   | 2~4            | 胃 (ペプシン, レンニン), 微生物 (ペニシロペプシン)                                               |

\* かび酸性カルボキシペプチダーゼ, staphylococcal プロティナーゼ, \*\* カテプシン類

図 7 各種プロテアーゼの至適 pH 条件

この図から多くのプロテアーゼは中性付近で強い活性を示す事がわかる。それは逆に言うと、胃などの強い酸性条件下では一部のプロテアーゼを除き、活性を示さないという事を示している。つまり、酵素ドリンクに含まれる酵母の生育条件に合致したプロテアーゼは、胃の中で活性を持たないという事が考えられる。これはプロテアーゼ以外の酵素についても同様で、酵母の生育条件で得られた酵素は基本的に胃の中で失活する事と考えられる。さらに、酵素は変性

によって失活した場合二度とその活性が戻らない不可逆性を持つ。これらの事を総合的に考察すると、胃の中の酸性条件に入った酵素ドリンク由来の酵素のほとんどが変性し失活する事でただのタンパク質になってしまうという事が予想される。つまり、酵素ドリンクの酵素が健康を促進するという表現は誤解を誘導する過剰な表現であると言える。

### 【商品 A に含まれる酵母について】

商品 A は含まれている生きた酵母の量が他社の製品と比較して多いと示している(図 8)。



図 8 酵母の量を示す顕微鏡画像

しかしながら、この酵母が生きていることを示すデータはない。画像で確認できている酵母が実際に生育することができるのかどうかを培地に移すなどして検討しないと生きた酵母であるとは言えない。また、他の酵素ドリンクとの比較画像が、どのような酵素ドリンクを用いてどのような操作で得られたものかわからないため、この比較は信頼に足るデータではないと考えられる。

また、この画像中で耐熱性酵素が 100 度以上でも死なないと記載されているが、酵素はタンパク質であり、無生物であることからこの記載は誤りである。酵素が失活しないという意味での記載だとすると、100 度で失活しない酵素がどの程度含まれているのかを酵素活性を測定し、データで示す必要がある。

【商品 A の発酵条件について】

商品 A は発酵の際に自然の音を流すことで、発酵を促している(図 9)。

ここが  
スゴイ!

6

発酵室で癒しの周波数の音を流し、  
植物の力を最大限に引き出す

発酵室の中に自然の音（小鳥のさえずり、  
小川のせせらぎ、波の音など癒しの周波  
数の音）の CD 音を流し、**沖縄の力強い  
植物の持つ良さを最大限に引き出しなが  
ら発酵を促している。**

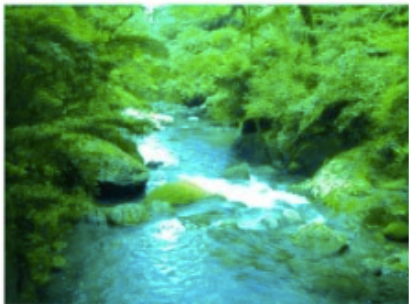


図 9 商品 A の発酵条件

発酵条件で使用する植物は、刈り取られたものであることがこの商品の紹介サイトで示されているが、そのような植物が音によってなんらかの活性を増加させるというデータはない。また、音と発酵の関連については報告があるものの、それは超音波を当てた際に発酵が促進されるというものであり、商品 A の発酵に使用されていると考えられる音と比べて周波数領域が大きく異なる(9)。そのため商品 A の発酵過程で行っている音による発酵の促進は、科学的根拠のない主張だと結論する。

## 【考察と結論】

これまでに商品 A を例として、酵素ドリンクに含まれる酵素が人の体内で働きを持っているという事が信頼性に欠けると示した。また、その他の商品 A のデータや主張が科学的な裏付けの無いものであると示した。

しかし、酵素ドリンクが健康増進に全く効果が無いという事を示す事はできない。まず、効果がないという事や存在しないという事を証明する事はできないという前提を理解しなければならない。今回のケースでは酵素ドリンクが健康増進に効果がないという事は証明できないという事である。その理由は、酵素ドリンクを使った人に対する実験から健康を判断する指標になんの変化がないというデータが得られたとしても、まだ現代の科学では解明できていない側面で健康が増進されている可能性を否定できないからだ。このように、効果がないという事や現在の法則では起こりえない事の現象を否定する証明はできない。

そこで、今回の考察はどのように扱う事が正しいのかを考える。今回のケースでは、酵素ドリンクが健康増進に役立つという主張は科学的な根拠のないものであり実際に健康が増進された証拠はない、と結論する。本論文では実験や詳細な計算を行っていないが、そのように結論する事は可能である。それは酵素ドリンクを飲んで健康が増進したというデータがない事からである。つまり、酵素ドリンクを飲んで健康が増進するという情報自体は科学的な根拠が無く、間違いである。もちろん酵素ドリンクに含まれている酵素ではなく栄養素によって健康が増進する可能性もあるが、それを正しいとするだけのデータは示されていない。

これらのことから、酵素ドリンクを摂取することが様々な健康維持に役立つという主張は正しくないと判断し、その情報は人々に誤解を招く情報であると結論する。さらに、この考察を通して、多くの人に、認められている情報がどこまでの範囲で信頼できるのかを一般教養の知識の中から論理的に判断する事が非常に重要であると示す。

【参考文献】

(1)

[http://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kaigi/meeting/2013/wg/kenko/130419/it-em2-2\\_4.pdf](http://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kaigi/meeting/2013/wg/kenko/130419/it-em2-2_4.pdf)

(2)

[https://www.kenko-media.com/health\\_idst/archives/8714](https://www.kenko-media.com/health_idst/archives/8714)

(3)

<http://news.livedoor.com/article/detail/15497727/>

(4)

[http://www.wakamoto-pharm.co.jp/health\\_si/understand/](http://www.wakamoto-pharm.co.jp/health_si/understand/)

(5)

<http://www.muroran-it.ac.jp/rikagaku/bs/Research/ShimazuM/index-j.html>

(6)

[https://store.shopping.yahoo.co.jp/sp100/3273-soda.html?via\\_aw=sp100&sc\\_e=slga\\_pla-mcad#&gid=itemImage&pid=5](https://store.shopping.yahoo.co.jp/sp100/3273-soda.html?via_aw=sp100&sc_e=slga_pla-mcad#&gid=itemImage&pid=5)

(7)

<https://lowcarbobreadd.com/east/>

(8)

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jbrewsocjapan1915/70/9/70\\_9\\_632/\\_pdf/\\_c\\_har/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jbrewsocjapan1915/70/9/70_9_632/_pdf/_c_har/ja)

(9)

[https://ci.nii.ac.jp/els/contentscinii\\_20180313122336.pdf?id=ART0009279452](https://ci.nii.ac.jp/els/contentscinii_20180313122336.pdf?id=ART0009279452)