



第 63 回東京大学農学部

公開セミナー

「 共生か発酵か腐敗か：生活と微生物 」

講演要旨集

~~~~~ プログラム ~~~~~

#### 【 開会の挨拶 】

挨拶 研究科長 堤 伸浩

13 : 35 ~ 14 : 25

#### 腸内フローラの働き

獣医学専攻

教授

平山 和宏

#### 【 休憩（10分） 】

14 : 35 ~ 15 : 25

#### 食品を腐敗させる微生物をはかる

生物・環境工学専攻

助教

吉村 正俊

#### 【 休憩（10分） 】

15 : 35 ~ 16 : 25

#### 日本ワインの現在と未来展望

シャトー・メルシャン

ゼネラル・マネージャー 安蔵 光弘

映画監督

柿崎 ゆうじ

#### 【 閉会の挨拶 】

司会 准教授 福田 良一

日時 2022年10月15日（土） 13:30～16:30

場所 ハイブリッド開催（現地：弥生講堂一条ホール）

主催 東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

共催 （公財）農学会

# 腸内フローラの働き

獣医学専攻 教授 平山 和宏

## 1. 腸内フローラとは

私たちの腸内には数百兆個以上、重さにして1~2 kgといわれる膨大な数の細菌が定着しており、腸内菌叢あるいは腸内フローラと呼ばれている。

腸内フローラにははっきりとした個人差があり、たとえ同居の家族であってもそれぞれの腸内フローラ構成は大きく異なる。一方で、同じ個人の腸内フローラ構成の特徴は時間がたっても保たれている。また、完全に同じ食事を与えても個人間の差は埋められないことが観察されている。

構成に明らかな個人差が認められるのに対し、腸内フローラが持つ遺伝子をその機能によって分類すると、驚くほど個人間の遺伝子組成は均一である。菌種構成に個人差があっても、フローラとしての機能は共通であることを示唆している。また、腸内フローラは数が豊富なだけでなく種類も豊富で、その構成菌種の総数は500種以上とも1000種に及ぶとも言われているが、分類学的に見るとヒトの腸内に見られるのは細菌の中のごく一部のグループだけである。腸内フローラは、ヒトとの長い共生の歴史のなかでその機能によって高度に選抜され、宿主であるヒトに適応してきたといえる。

## 2. 腸内フローラの宿主に対する影響

ヒトの遺伝子は全部で2万~2万5千と言われているが、腸内フローラの遺伝子数の合計はその100倍以上である。この多彩な遺伝子による様々な代謝産物は、吸収されて宿主体内にも取り込まれている。また、腸内細菌の菌体そのものも私たちに多大な影響を与えている。

腸内フローラが私たちに与える影響は、有益な場合も有害な場合もある。常在菌であっても、抗生物質や宿主の免疫の異常などのために過剰に増殖したり、体内に移行してしまったりすれば様々な病気の原因となる。一方、正常な腸内フローラは、外来の病原体に対するバリアとして働く。ビタミンや短鎖脂肪酸など私たちに必要な物質を作り出す一方で、腸内腐敗産物や二次胆汁酸など有害な物質も作る。発癌物質を生成したり活性化したりすることによって発癌を促進すれば、それらを分解や不活化、吸着などで除去する働きによって癌の予防に役立つことも知られている。

近年では腸管局所の影響だけでなく、全身的な病気や健康への影響も認識されるようになってきた。例えば、腸内フローラは免疫の正常な発達に不可欠である。体の免疫システムの70%近くは腸管に存在するのであるから、腸内フローラが免疫系の調節や発達に重要な役割を果たしていても不思議ではない。腸内フローラが炎症を引き起こすこともあれば、過剰な炎症が起これないように制御することもある。

最新の研究では、腸内フローラが自閉症やうつなどの精神疾患やストレスに対する応答、脳機能にまで関わっていることを示す報告も見られる。

### 3. 腸内フローラと肥満

腸内フローラが肥満やメタボリックシンドロームに深くかかわっているという研究も次々に発表されている。肥満者では腸内フローラの多様性が減少したり、主要な菌群のバランスが変化していることが報告されている。肥満にともなう腸内フローラの変化は、肥満につながる食生活の結果であると考えられることもできるが、肥満モデルマウスの実験では同じ餌を与えてもヒトの肥満で見られたのと同様のフローラの変化が観察されること、腸内フローラを持たない無菌マウスと通常マウスを比較すると、通常マウスの方が餌の摂取量が少ないにもかかわらず体脂肪量が多いこと、などがわかっており、肥満と腸内フローラとの間に少なくとも食餌による影響ではない直接の関連があることを示している。

腸内フローラは、難消化性多糖類を分解してエネルギー回収を向上させるという腸管内における働きだけでなく、その代謝産物や菌体成分によって宿主の代謝に影響を与えることによっても肥満に関与しているらしい。

### 4. 腸内フローラを変動させる因子

腸内フローラは様々な因子の影響を受けて変化する。抗菌性物質は正常なフローラに影響し、通常は低い菌数に抑えられている日和見菌の増殖で腸炎を起こすことがある。食餌は腸内フローラに大きな影響を与える。伝統的な和食と典型的な欧米食を摂取しているグループの比較、牛肉や豚肉を多く摂取させる研究、高脂肪食を与える動物実験などの研究がある。

宿主側の様々な因子も腸内フローラに影響を与える。例えば、胃酸分泌の異常や胃切除により通常は菌が少ない小腸で菌が増殖する。下痢や便秘は腸内フローラを変動させるし、各種のストレスで腸内フローラに影響が現れることも報告されている。

一方、積極的に腸内フローラをコントロールしようとする場合もある。有用菌であるプロバイオティクスや腸内の有用菌の餌となるプレバイオティクスがその例である。特定保健用食品（トクホ）にも「腸内細菌のバランスを整える」「腸内の環境を良好に保つ」といった効果をうたったものが数多く認可されている。

# 食品を腐敗させる微生物をはかる

生物・環境工学専攻 助 教 吉 村 正 俊

## 1. 微生物のおさらい

顕微鏡で拡大しなければよく見えないような小さい生物を指して、一般的に「微生物」と呼ぶ(図1)。どの生物が微生物に分類されるかについては、学術的に決められている訳ではないが、細菌、酵母、カビやキノコなどの菌類の一部、原生動物、場合によってはウイルスも含まれる<sup>1</sup>。このうち、食品の腐敗に関連して重要なのは主に「細菌」である。

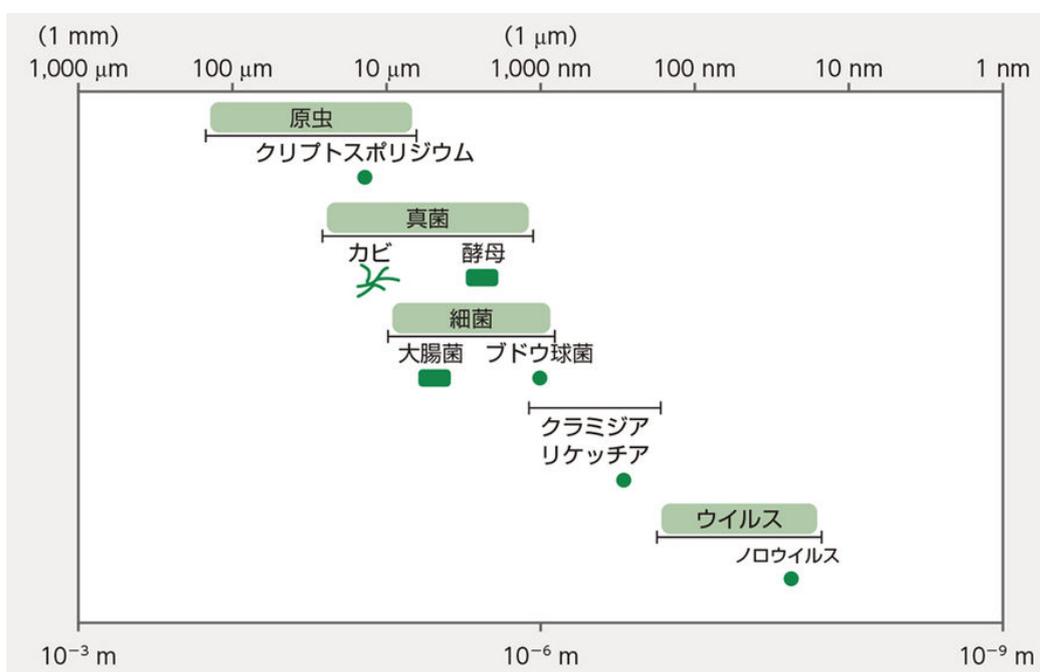


図1 微生物の種類と大きさの比較<sup>2</sup>

## 2. 微生物による食品の腐敗

食品は放置しておく、微生物・日光・酸素などの影響により、味・臭い・テクスチャー・外観などが変化していく。この現象を変質といい、変質には発酵・腐敗・変敗・酸敗などがあり、微生物のはたらきによる現象を発酵または腐敗という。発酵は酒や醤油のように糖類が分解されて乳酸やアルコールなどが生成されるような場合を指し、腐敗はタンパク質などの食品成分が分解して、トリメチルアミン・硫化水素・アンモニアのような腐敗臭を生成し、食べられなくなる現象を指す。

## 3. 食中毒をひきおこす微生物

中毒とは毒性物質が体内に入ることによる健康障害のことを指し、食中毒という場合はウイルス・細菌・寄生虫などが混入した飲食物の経口的摂取に

よる健康障害を指す。これらのうち、特に問題とされるのが「食中毒細菌」による細菌性食中毒であり、病原性大腸菌・サルモネラ属菌・黄色ブドウ球菌・腸炎ビブリオ・カンピロバクターなどの発生件数が多い。

#### 4. 微生物をはかる（従来法）

食中毒細菌や腸管系病原細菌を食品から検出することは高い技術や日数、費用を要することから、一般には、その指標として、検出の容易な細菌数、大腸菌群、大腸菌、腸内細菌科金軍、腸球菌など「衛生指標菌」の検査が行われる。最も代表的な「細菌数」は、標準寒天培地を用いた混積培養法で35℃、24～48時間の好気培養後の発育集落（コロニー）数を計測したものであり、他の衛生指標菌および食中毒細菌との関係性は図2のようになる。

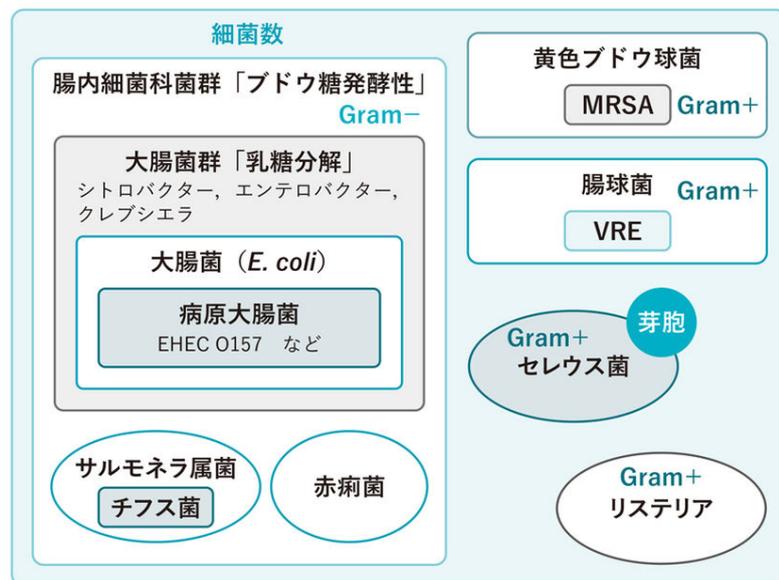


図2 衛生指標菌と食中毒菌の関係<sup>3</sup>

#### 5. 微生物をはかる（迅速法）

科学技術の進歩によって、細菌の生理活性、菌体成分などを高精度に測定でき、従来法と比べて迅速性・精度に優れた方法が多数提案されている。そのうち、菌体成分の機器分析によって菌種同定を行う方法として、質量分析法が幅広く実用化されているが、赤外吸収スペクトルなどの分光法による迅速法も開発が進んでいる。一方、講師は微生物に含まれる自家蛍光分子に着目した「蛍光指紋分光法」とデータサイエンス的手法による迅速法の開発を行っており、その一部をご紹介します<sup>4</sup>。

#### 参考文献

- [1] 眠れなくなるほど面白い 図解 微生物の話（日本文芸社、2020）
- [2] 食べ物と健康，食品と衛生 食品衛生学 第4版（講談社、2017）
- [3] 図解 食品衛生学 第6版（講談社、2020）
- [4] 食品分野における微生物制御技術の最前線（シーエムシー出版、2014）

# 日本ワインの現在と未来展望

Ch.Mercian GM 安蔵 光弘

映画監督 柿崎ゆうじ

## 1. ワイン醸造と微生物

ワインは多くの酒類の中で、もっとも古くから造られ、世界中で飲用されている。ワインが他のお酒と異なる点を上げると、

- ①ブドウ由来の糖分を含んでいる（糖化の必要がない）
- ②pHが他のお酒と比べて低く（3.0-3.8程度）、微生物安定性が高い
- ③酸化防止剤として、亜硫酸を使用する
- ④産地の名称が、商品名になることが多い
- ⑤ブドウの種類（主なもので約200種類）が、そのまま商品特性となる

などがある。

ブドウは、重量比20%以上の糖分を含むことも珍しくない。これらの糖が、酵母 *Saccharomyces cerevisiae* により解糖系（エムデン-マイヤーホフ経路：EM経路）と呼ばれる代謝系でアルコールに変換される。辛口まで醗酵が進めばアルコール分12~13%のワインとなる。

ブドウはリンゴ酸、酒石酸といった有機酸を豊富に含み、酒類原料の中ではかなり低いpHをもつ。このことは、微生物安定性を高めることに寄与している。ワインの発酵の際には、低いpHに耐性のある *Saccharomyces cerevisiae* が優勢になる。低いpHが選択圧となり、望ましくない細菌や真菌類が増殖しにくい環境といえる。とはいえ、醸造でブドウを破碎する際、ブドウがもつラッカーゼやチロシナーゼといった酸化酵素が誘導され、ワインの発酵前後は極めて酸化しやすい。ワイン醸造で使われるSO<sub>2</sub>は、酸化酵素による酸化促進を防ぐ側面が大きい。

ワインの醸造に亜硫酸（SO<sub>2</sub>）が使われてきたのには、長い歴史がある。紀元前のローマで、すでに使われていたとの記録がある。亜硫酸をワイン醸造に使うようになったのは、樽を使うようになったことがきっかけになったとされる。もともとは、樽の内部を殺菌するために、内部で硫黄片を燃やして、亜硫酸ガスを発生させたことにさかのぼる。樽が使われるようになる前は、素焼きの壺で醸造及び貯蔵をしていたため、硫黄片を燃やしても亜硫酸ガスを閉じ込めることが難しかった。樽という、密閉型の形状をした容器が登場したことで、亜硫酸の使用が始まったといっても良い。

樽の内部で発生した亜硫酸ガスは、ワインを樽に注入するときに、ワインに溶け込む。亜硫酸には、ワインの酸化を防止する効果だけではなく、ブドウがもつラッカーゼやチロシナーゼといった酸化酵素を不活化させる効果がある。紀元前後のローマ人たちが、この効果を意識していたかどうかは定かではないが、硫黄を燃やすことで樽内部を殺菌した際に、そこに貯蔵したワインの品質が高くなったことから、徐々に使用されるようになったと考えられる。

## 2. 日本ワインの現状

日本国内で飲まれているワインは、下記の3つのカテゴリーに分けられる。

- ①日本ワイン（国産ブドウを使用し、日本国内で醸造・ビン詰めされた果実酒）
- ②国内製造ワイン（海外原料や国産原料を使用し、日本国内で製造された果実酒）
- ③輸入ワイン（海外で醸造されたワイン）

それぞれの比率は、

- ①日本ワイン 約5%
- ②国内製造ワイン約25%
- ③輸入ワイン約70%

「日本ワイン」という言葉は、2015年10月30日に告示され、2018年10月30日に施行された「果実酒等の製法品質表示基準」により初めて定義された。

## 3. 日本ワインを題材にした映画「シグナチャー～日本を世界の銘醸地に」

日本ワインが注目をあびる中、実話をベースにし、ブドウ栽培からワイン造りの現場までを描いた2本の映画が、柿崎ゆうじ監督により制作された。

2018年『ウスケボーイズ』

2022年『シグナチャー～日本をワインの銘醸地に』

2本ともに、1970年代以降の日本のワイン造りに大きな影響を与えた、浅井昭吾氏（ペンネーム：麻井宇介、元シャトー・メルシャンGM、山梨県ワイン酒造組合会長）が登場する。また、登場人物も、ほぼ共通している。この2本の映画を通して、日本のワイン造りに興味を持つ方が増え、産業としてさらなる発展をすることを願っている。今回のセミナーでは、2022年11月4日に公開される『シグナチャー～日本をワインの銘醸地に』について、柿崎監督と主人公のモデルとなった安蔵で、対話を行う。

## プロフィール

ひらやま かずひろ  
平山 和宏

獣医学専攻 獣医公衆衛生学教室

動物やヒトの健康や病気と腸内細菌とのかかわりを研究しています。また、家畜の腸内に棲む食中毒原因菌や近年大きな問題となっている薬剤耐性菌の研究も行っています。腸内細菌や有用菌（プロバイオティクスなど）を応用して、食中毒や様々な病気をコントロールすることを目指しています。

よしむら まさとし  
吉村 正俊

生物・環境工学専攻 生物プロセス工学研究室

東京農工大学博士（農学）取得、2010年（国研）農研機構・特別研究員、2012年同・日本学術振興会特別研究員、2014年同・任期付研究員を経て、2017年1月東京大学大学院特任助教、同年7月より現職。主な研究活動は、農作物および食品を対象とした光学的手法とデータサイエンスによる非破壊計測手法の開発やウルトラファインバブルについての基礎的研究、最近では3Dフードプリンタについての食品工学的研究などを行なっています。

あんぞう みつひろ  
安蔵 光弘

メルシャン（株）シャトー・メルシャン GM

1968年茨城県水戸市生まれ 1993年東京大学農学部農芸化学科卒業、1995年東京大学大学院応用生命工学専攻修了。メルシャン入社、2001 - 2005年ボルドー駐在、2014年本社品質管理部長、2015年 Ch.Mercian 製造部長、2020年 - Ch.Mercian GM、山梨県ワイン酒造組合会長、東京大学農学部非常勤講師（2009年 - 食品微生物学）、洋酒技術研究会賞（2014）、葡萄酒技術研究会理事、日本ワイナリー協会理事

【著書】「ボルドーでワインを造ってわかったこと～日本ワインの戦略のために」（2018年、イカロス出版社）

かきざき ゆうじ  
柿崎 ゆうじ

映画監督、カートコーポレイトグループ代表取締役会長

1968年山形県生まれ、1990年3月日本で初のボディガードの会社を設立、2001～2005、来日した米大統領や国務長官、映画俳優などの警護責任者となる。2006年、映画、舞台の制作会社を設立、2018年『ウスケボーイズ』監督・エグゼクティブプロデューサー、2022年『シグナチャー』監督・脚本・エグゼクティブプロデューサーなど。マドリッド国際映画祭、ニース国際映画祭等、多くの国際コンクールで、最優秀作品賞、最優秀監督賞など、受賞多数。