

お肉を食べて元気になろう

# ヘルシーパートナー

More Healthy with Meat

44

## 食肉生産と感染症対策

“One World One Health”の  
観点で防疫に取り組もう！



# ブタが潜在的に危険な インフルエンザウイルスの 供給源としての役割を担っています

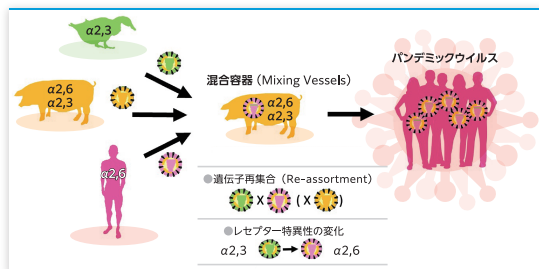


## 鳥とヒトの間で遺伝子再集合が起こる可能性はかなり低い

20世紀以降、ヒトのインフルエンザのパンデミックウイルスは、これまでに4度出現しました。1918年のスペイン風邪、1957年のアジア風邪、1968年の香港風邪、そして21世紀に入って2009年の新型インフルエンザA (H1N1) pdm09です。このうち1957年と1968年に出現したパンデミックウイルスは、ヒトと鳥のインフルエンザウイルスの両方の遺伝子を持つ遺伝子再集合体（リアソータントウイルス）でした。インフルエンザウイルスは、ウイルス遺伝子が8本のセグメントに分かれています。例えば鳥とヒトのインフルエンザウイルスが同時に1つの宿主細胞に感染すると、宿主細胞の中でそれぞれの遺伝子セグメントが入り混じり、子孫としてどちらかの遺伝子セグメントを取り込んだ、異なるセグメント構成のハイブリッドウイルスが誕生します。これが遺伝子再集合体で、理論上、遺伝子構成の組み合わせは2の8乗通り、256通りあることになります。

ところが、鳥のインフルエンザウイルスのヒトへの感染効率は非常に低く、逆にヒトのインフルエンザウイルスも鳥では効率よく増殖しません。従って、両者の間で遺伝子再集合が起こる可能性はかなり低いと考えられます。これまでのパンデミックインフルエンザの出現時に、鳥とヒトの間の宿主域の制限が

図1 パンデミックインフルエンザ出現におけるブタの役割



破られ、遺伝子再集合体ができしたのはどう説明されるのでしょうか。

## ブタがインフルエンザウイルスの中間宿主と確認

そもそも今までブタによってヒトと鳥のインフルエンザウイルスが遺伝子再集合を起こすという状況証拠があるにもかかわらず、その分子基盤は不明のままでした。ブタがパンデミックインフルエンザウイルスの中間宿主として機能するには、少なくとも2通りのメカニズムが考えられました。

1つはヒトと鳥のウイルスがブタに同時感染して遺伝子再集合体をつくり、ヒトにパンデミックを起こす可能性のあるウイルスが出現するというもの。もう1つは鳥のウイルスが、ブタの中でヒトの細胞表面レセプターに効率よく結合する能力を獲得して、ヒトに容易に感染できるようになるというものです。

これらを解明するため、鳥のウイルスをブタで継代して確認すると、わずか3回の継代でブタの鼻のぬぐい液からヒト型レセプターに結合する変異ウイルスが検出されました(図1)。

これらいくつかの証拠によって、ブタが潜在的に危険なインフルエンザウイルスの供給源としての役割を担っていることが裏付けられたと思います。



その意味では、今後もブタの個体群を集中監視して、鳥由来インフルエンザウイルスが感染していないか監視し続けることが、将来のパンデミックインフルエンザの出現を予測し、事前に対策を講じるために重要な要素の1つと考えています。

## 環境中のウイルス汚染を抑制し、ヒトへの感染を未然に防止

2024年3月、米国カンザス州の2カ所、テキサス州の1カ所の酪農牧場の乳牛にH5N1高病原性鳥インフルエンザウイルスの陽性反応が報告され、その後米国国内各地の乳牛に広がり、現在（2026年7月7日）までに20州1160の農場で感染が確認されています。また直接牛と接触を持った酪農従事者41名に陽性反応が確認されています。ただその後の調べで、このウイルスは人に感染しやすくなるような変異は認められず、ヒトへの感染リスクは低いと考えられています。

しかし酪農従事者が、感染牛に職業的に曝露される可能性は否定できません。感染拡大は当然防がなければなりませんし、環境中のウイルス汚染を抑制し、ヒトへの新たな感染を未然に防止する対策を講じることは、公衆衛生上極めて重要なことです。そのウイルスにヒトへの適応異変が生じる機会を極力与えることなく封じ込めることが、引いてはパンデミックインフルエンザウイルスの出現を阻止する上で、最も効果的な防疫戦略の1つになるだろうと考えています。

（北海道大学総合イノベーション創発機構 ワクチン研究開発拠点ワクチン開発部門  
特任教授 伊藤壽啓先生のお話より）

## ポックスウイルスと人獣共通感染症

# 巨大なポックスウイルスは 多くの遺伝子を持ち共生・進化を 遂げる複雑なウイルスです

# 2

### ポックスウイルスの感染症が日本に飛び込んできた！

長らく日本には入ってこないと思われていたポックスウイルスの感染症が、最近になって2つ、日本に飛び込んできました。ランピースキン病とエムポックスです。

ポックス (Pox) とは、ラテン語の Pocks (膿疱) に由来し、スモールポックス (天然痘) やエムポックス (サル痘) など「○○痘」という病名で呼ばれています。発疹や痘痕あばたを示します。

2024年11月に、福岡県の2農場で初めて牛のランピースキン病が発生しました。これは、ポックスウイルス科カプリポックス属のランピースキン病ウイルスによって引き起こされる牛や水牛の特異的なウイルス病で、人獣共通感染症ではありません。ランピースキン (Lumpy skin) とは、でこぼこの凹凸のある皮膚という意味で、かかると痘痕のような皮膚病変ができます。

その後、一気に増えて、熊本の3農場、合わせて22農場で230頭、1カ月で急激なアウトブレイクを起こしました。しかし、対象地域の牛に、緊急輸入した生ワクチンを接種し、防御。同年12月には減少傾向に入り、2025年からはほぼゼロです。今後の課題は、ワクチンの国内製造体制が未整備で、海外から輸入しなければならないことです。ランピースキン病がまた日本に飛び込んでくる可能性は否定できないのが現状です。

## エムボックスは人獣共通感染症で、ヒト-ヒト感染を起こす

もう1つのエムボックスは人獣共通感染症で、日本では2022年7月に初めての感染者が出ました。天然痘によく似た臨床症状で、水疱ができて、膿疱になり、潰瘍を起こして痘痕として残ります。ヒトであれ、鳥であれ、ワニであれ、みな共通です。

1958年にデンマークの研究用カニクイザルの群れで、初めてこのウイルスが発見されました。モンキーボックスと命名されましたが、本当の宿主はサルではなく、中央アフリカなどにいるげっ歯類のウイルスが、サルに感染し、サルの間で広がっていたことが、のちに判明。エムボックスと名称変更しています。

2003年、米国で、アフリカから輸入したフクロネズミからペットのプレーリードッグに感染し、そこからヒトに感染しました。70人くらいが発症しました。その後、米国では終息しましたが、2017~2019年に西アフリカのナイジェリアで200人以上が感染、欧米に広がります。

このナイジェリアから出たウイルス群で、2018年、英国、米国、イスラエル、シンガポールで輸出感染症として発現し、同性愛者間でヒト-ヒト感染を起こし拡大。そして、2022年5月から世界的なアウトブレイクに入りました。

しかし各国とも、天然痘のワクチンが効くので抑え込みに成功。2023年5月にはWHO（世界保健機関）が終息を宣言しています。であるのに、2024年8月、大元のコンゴ民主共和国で感染が起き、周辺国に広がったため、WHOが緊急事態再宣言をする事態に陥っています。

日本での流行は沈静化傾向にあります（2025年7月現在）、感染リスクは依然としてあります。

## 独立と共生・進化の二律背反を目指す複雑なポックスウイルス

ポックスウイルスは、数あるウイルスの中で、最近、際立って巨大なゲノム<sup>\*1</sup>を持つ核細胞質大型DNAウイルス群に属するようになりました。ゲノムサイズはコロナのような大型RNAウイルスの10倍近い、想像を絶する大きさで、余分な遺伝子をたくさん持っています。宿主に依存しない独立性を目指しながら、共生・進化を遂げるという複雑なウイルスです。

種を超えてサル、ヒトに由来する人獣共通感染症としてのポックスウイルスの代表格がヤバ・モンキー腫瘍、ワクシニア、エムポックスです。ヒト、ミズイボに由来するのがモルスカムコンタジオスムのグループ。そしてパラポックスのグループで、シュードカウポックスとオルフ、パラポックス・レッド・ディアー、ボバイン・パピュラー・ストマティティス、このあたりがヒトに由来するポックスウイルスになります。

ずっとヒトになじんできて、大したことはなさそうですが、行き来している間に、普通のウイルスと違って、遺伝子を出したり入れたりして進化するウイルスなので、病原性が変化する危険性は残っていると知っておいてください。

**\*1 ゲノム** 生物が持つすべての遺伝情報で、その生物が持っている全塩基配列のことを指す。  
遺伝子 (gene) と染色体 (chromosome) から合成された言葉。

(東京大学名誉教授 / 岡山理科大学名誉教授 / 共和化工環境微生物学研究所所長  
吉川泰弘先生のお話より)

## 耐性菌のまん延を防ぐには その伝播経路を 遮断することが最も重要です



### 抗菌薬が使用される動物由来細菌はヒトや環境に伝播する

薬剤耐性 (AMR) 菌問題は、近年人類にとって大きな脅威になってきています。米国では年間280万人以上が耐性菌感染症にかかっているといわれていて、薬剤耐性菌が原因で3万5900人以上が死亡していると推定されるデータもあります。

日本では2019年まで報告がなかったのですが、MRSA 菌血症（メチシリン耐性黄色ブドウ球菌という多剤耐性細菌による）とフルオロキノロン耐性大腸菌による菌血症（フルオロキノロン系抗菌薬の使用増加に伴い耐性菌の問題が深刻化）という2つの耐性菌を原因とした症例をカウントするだけでも、年間8000人が死亡していると推定されています。

薬剤耐性菌を原因にした世界の年間死者数のデータを見ると、2014年・2015年に行われた試算では、このまま薬剤耐性菌対策を行わなかった場合、2013年時点で世界の死因トップのガンによる死者数820万人を超え、2050年には薬剤耐性菌を原因とした死者数は1000万人を超えるのではないかと推定されています。さらに、最近のデータでは2019年時点で127万人が薬剤耐性菌で命を落としていたという試算が出ています。

こうした状況から2015年5月、WHO（世界保健機関）総会で「グローバルアクションプラン」が採択され、日本でも2016年

に「AMR対策アクションプラン」が策定されました。

薬剤耐性菌問題では、動物において出現・選択された耐性菌は動物だけの問題では終わりません。抗菌薬が使用される動物由来細菌は、ヒトや環境に伝播してしまう可能性があります。そのため薬剤耐性菌問題はワンヘルスの視点による取り組みが必要となります

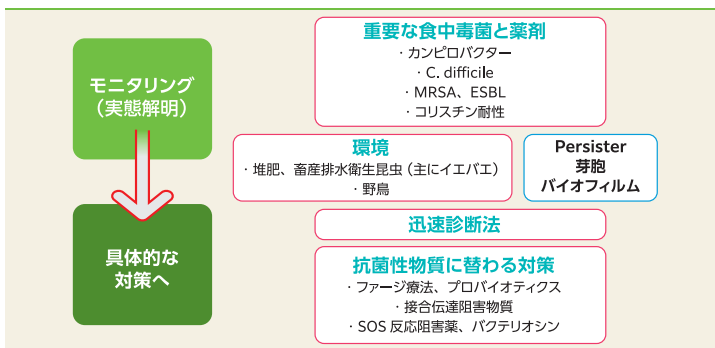
### 動物に投与された抗菌薬の多くは80～90%代謝されません

高度な耐性菌対策のためにも抗菌薬の適正使用が求められます。抗菌薬の使用と薬剤耐性菌の出現・まん延は、明確に関連しています。そのため、農林水産省は科学的な根拠に基づいて使用するためのガイドブックを作成し、さらに牛や豚、鶏などの生産者向けの薬剤耐性菌対策普及啓発動画の作成など啓発活動を行っています。

抗菌薬は動物医療の分野で比較的多く使われていますので、耐性菌がよく選択され、この動物からの耐性菌の伝播が考えられます。動物に投与された抗菌薬の多くは、80～90%は代謝されずに糞尿として体外に出て、堆肥として環境中に放出されています。

現在、イエバエ幼虫を用いた堆肥化处理や超高温堆肥化、焼成ホタテ貝殻粉末や石灰窒素の活用による堆肥中の薬剤耐性菌、耐性遺伝子の制御など、農場から耐性菌、耐性遺伝子を環境中に出さない方法として、大規模な農場で検証実験を行っているところです。

図 2 薬剤耐性菌問題に対するわれわれの取り組み



動物、環境、ヒトを見た時に、動物からヒトにうつる経路としては、食品・食肉を介した経路が特に懸念されます。ヒトと畜産物の間で頻繁に薬剤耐性菌の伝播は起こっていないのですが、ひとたび伝播してしまうと、ヒトの間で広まって治療するオプション（抗菌性物質に替わる対策）がない耐性菌がまん延してしまうこともあるので、可能な限り伝播を防ぐことが必要です。動物からヒト、ヒトから動物に分野を超えてうつる耐性菌には、その伝播経路を遮断することが最も重要です。

図2は薬剤耐性菌問題に対するわれわれの取り組みを表したものです。国際的に薬剤耐性菌問題がクローズアップされてきましたが、国や地方自治体がいかにやるにむづかしいことにも目を向け、具体的な対策を強化していきたいと考えています。

(酪農学園大学獣医学群獣医学類 食品衛生学ユニット教授 臼井優先生のお話より)

食肉用家畜生産における環境影響評価 (LCA) とその効果について

## 新たに導入された技術を 適切に評価し畜産業の 温室効果ガス排出削減を推進

# 4

### 日本では畜産を対象とした GHG 削減目標も設定

近年では社会における環境意識の高まりから、工業製品のみならず、農産物や食品にも環境調和型の生産が求められるようになってきました。それは畜産も例外ではありません。畜産は、GHG (Greenhouse Gas = 温室効果ガス) の排出など環境負荷の大きいことも指摘されています。

日本のGHG削減目標は、2030年度に2013年比で46%削減、2050年度にはカーボンニュートラル、すなわち正味の排出量0の達成を目標としています。農林水産分野では、まず2021年に「みどりの食料システム戦略」が立案され、①農林水産業のCO<sub>2</sub>のゼロエミッション化、②化学肥料の使用量を30%削減、③有機農業の面積割合を25%にする、などの目標が掲げられています。2025年には農林水産省の地球温暖化対策計画が改訂され、この中で畜産を対象としたGHG削減目標も設定されました。

### LCAは環境への影響を総合的に評価する手法

個別の技術あるいは1つのプロセスでGHGなどの環境負荷を削減した時に、ほかのプロセスで増えていたり、また別の環境負荷が増加したりすると、全体としては削減になりません。そ



のような時に、全体の評価を行う手法がLCA（ライフサイクルアセスメント）です。ライフサイクルは製品やサービスの一生、アセスメントは評価ということで、LCAとは製品やサービスの一生を通して発生するさまざまな環境への影響を総合的に評価する手法および概念といえます。

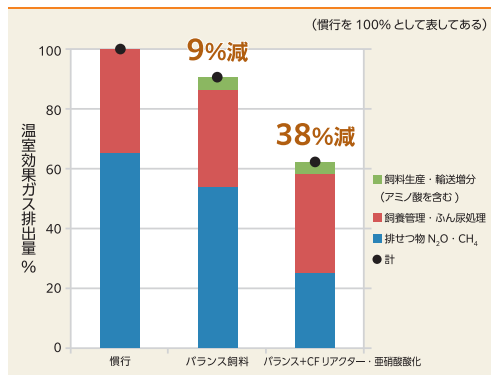
GHG排出削減策として、アミノ酸バランス改善飼料（バランス飼料）を導入した養豚をLCAで評価しました。慣行飼料では多くの余剰アミノ酸が排せつされていましたが、アミノ酸バランス改善飼料の導入で、成長に必要な栄養量を変えずに、排せつされるアミノ酸、すなわち窒素の排せつ量を減らすことが可能となりました。

効果を検証する試験では、慣行飼料に比べバランス飼料では尿中窒素排せつ量が低くなり、ふん尿を合わせた総窒素排せつ量は29%低く、排せつ物処理から発生するGHG（ $\text{N}_2\text{O}$ とメタン）は39%低いという結果となりました。LCAを行った結果、バランス飼料を給与する場合はアミノ酸の製造などにより飼料生産の段階で少し温室効果ガス排出量が増えましたが、排せつ物処理から発生する $\text{N}_2\text{O}$ が大きく減り、排せつ物管理全体としては約20%削減される結果となりました。

## さまざまなGHG削減技術の組み合わせが効果的

さらに、新たに導入した2つのGHG削減技術の評価を行いました。1つは炭素繊維リアクターという、汚水浄化からの $\text{N}_2\text{O}$ を削減する技術で、もう1つは堆肥化からの $\text{N}_2\text{O}$ の発生を抑制

図3 養豚における GHG 削減システムの LCA 評価



する技術です。

汚水を浄化する時には脱窒細菌の働きで窒素が除去されますが、脱窒細菌は酸素を嫌う性質を持っています。炭素繊維リアク

ターは、炭素繊維を中心とした厚い生物膜が形成され脱窒細菌の生息できる範囲が大きくなり、脱窒反応がスムーズに進行するため $N_2O$ の発生量が低くなります。炭素繊維リアクターの導入により $N_2O$ の排出量は導入前に比べ80%以上削減されました。

豚ふんの堆肥化処理では、亜硝酸という物質が堆肥中で増加し $N_2O$ が大量に発生します。細菌の力で亜硝酸を酸化し硝酸にすることで $N_2O$ の発生を抑えることができ、約80%削減することができました。

これらのGHG削減技術を導入した場合についてLCA評価を行いました。バランス飼料のみを導入した場合は、全体のGHG排出量が9%削減されました。バランス飼料に炭素繊維リアクターと堆肥化での亜硝酸酸化を組み合わせた場合は、全体のGHG排出量が38%削減されるという結果となりました(図3)。

(国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門  
高度飼養技術研究領域スマート畜産施設グループ長 荻野暁史先生のお話より)

鶏卵価格の高騰につながった高病原性鳥インフルエンザをはじめ、家畜の伝染性疾病の発生が顕著です。畜産への経済的な影響のみならず、人の健康への影響も無視できません。「動物と人の健康は1つ」であり、生態系の健全性の確保につながる“*One World One Health*”を実行すべき時と、今号を企画しました。

「H5N1亜型の高病原性鳥インフルエンザの世界的流行が続いており、米国で乳牛への初の感染、さらに乳牛からヒトへの感染例も報告されています」と伊藤壽啓先生。鳥インフルエンザの病原性と宿主域についての研究で、ブタがインフルエンザウイルスの中間宿主であることが明らかに。「ブタへの感染を監視し続けることが、将来のパンデミック対策に重要です」。

ポックスウイルスの感染症が最近になって2つ日本に飛び込んできたことに驚きを隠せない吉川泰弘先生。ランピースキン病は牛や水牛に感染しますが、人獣共通感染症ではありません。もう1つのエムポックスは人獣共通感染症で、ヒト-ヒト感染します。「ポックスウイルスは多くの遺伝子を持ち、共生や進化をする複雑系なので、病原性が変化する危険性は残っていると知っておいてください」。

薬剤耐性菌とは、本来効くはずの抗菌薬に対して抵抗力を持つ細菌のこと。「対策をしなければ2050年には全世界で死者数が毎年1000万人を超えるという見方もあり、人類にとって大きな脅威となっています」と臼井優先生。抗菌薬が使われる動物由来の細菌は、ヒトや環境に伝播する可能性があり、「薬剤耐性菌問題は動物・ヒト・環境というワンヘルスの視点で包括的に扱うべきです」。

「近年、社会における環境意識の高まりから、工業製品のみならず農産物や食品、さらには畜産にも環境調和型の生産が求められています」と荻野暁史先生。畜産は温室効果ガス(GHG)の排出など環境負荷が大きいと指摘されていることから、アミノ酸バランスを改善した飼料の開発や、環境影響評価という新たに開発された技術を用いてGHG( $\text{N}_2\text{O}$ とメタン)の排出削減を進めているということです。

## 食肉の安全・安心に関する最新情報を提供



当財団は、食肉に関する知識不足と誤解によって食肉消費が阻害されることが懸念される中で、昭和57年3月18日に設立(平成25年4月1日より公益財団法人に移行)されました。

以後、食肉に関する知識・情報の提供、食肉消費の増進、食肉の生産・流通および消費に関する調査研究を行ってまいりました。

これらの活動の一つとして、平成20年度から、「食肉学術フォーラム委員会」を開催し、国産食肉の安全・安心にかかわるテーマについて、医学、栄養学、獣医・畜産学などの専門家による検討・協議を行ってまいりました。その成果を毎年、冊子、パンフレットなどの出版物に取りまとめ、関係機関、関係団体に配布して、活用いただいているところです。

今後とも、食肉業界の発展と国民食生活の向上、そして、食肉に対する不安感の払拭に貢献するため、フォーラム委員会の活動の充実に努めてまいります。

〈 本パンフレットは、令和7年8月1日および8月8日に開催された「食肉学術フォーラム委員会」の講演をもとに作成されました 〉



食肉学術フォーラム委員会の模様



## 公益財団法人 日本食肉消費総合センター

〒107-0052 東京都港区赤坂 6-13-16 アジミックビル5F

ホームページ: <https://www.jmi.or.jp>

ご相談・お問い合わせ

e-mail : [consumer@jmi.or.jp](mailto:consumer@jmi.or.jp)

FAX : 03-3584-6865

資料請求 : [info@jmi.or.jp](mailto:info@jmi.or.jp)

畜産情報ネットワーク : <https://www.lin.gr.jp>



令和8年度 食肉流通経営体質強化促進事業

後援 **alic** 独立行政法人 農畜産業振興機構

制作 株式会社 エディターハウス