



第 69 回東京大学農学部

公開セミナー

「 未来を拓くこれからの農学 150 年 」

講演要旨集

~~~~~ プログラム ~~~~~

#### 【 開 会 の 挨 拶 】

挨拶 研究科長 東原 和成

13:45 ~ 14:20

#### データと AI が駆動する品種改良— 持続可能な農業の実現にむけて

生産・環境生物学専攻 教授 岩田 洋佳

#### 【 休 憩 （ 15 分 ） 】

14:35 ~ 15:10

#### 時を計る竹:竹の開花周期研究、100 年前から続く挑戦とこれから

附属演習林秩父演習林 助教 久本 洋子

#### 【 休 憩 （ 15 分 ） 】

15:25 ~ 16:00

#### 畜産学・獣医学がつくる持続可能な未来の畜産

獣医学専攻 教授 松田 二子

#### 【 休 憩 （ 15 分 ） 】

16:15 ~ 16:50

#### 食研究のニューウェーブ

応用生命化学専攻 教授 喜田 聡

【 閉 会 の 挨 拶 】 司会 准教授 三條場 千寿

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| 日 時 | 2025 年 10 月 18 日（土） 13:30 ~ 17:00 |
| 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                           |

# データと AI が駆動する品種改良

## ー 持続可能な農業の実現にむけて

生産・環境生物学専攻 教授 岩田 洋佳

### 1. 背景

気候変動やそれに伴う異常気象は、農業の生産に大きな影響を及ぼしている。今年のコメ不足もその一例であり、多くの人が身近に感じているだろう。コメ生産では、稲が実をふくらませる時期に気温が高くなりすぎると、米粒が十分に実らず、一等米の割合が下がってしまうことが問題となっている。こうした状況に対応するには、暑さに強い品種の導入や新しい品種の開発が欠かせない。品種改良、すなわち「育種」の役割は非常に大きい。

しかし、従来の育種には長い年月がかかり、育種家の経験や勘に大きく頼ってきた。確かに優れた品種が数多く生まれてきたが、気候変動や資源制約が深刻化し、新品種の導入が急がれる今の時代には、効率と適応の両面で限界が見えてきている。持続可能な農業を実現するには、従来の方法を補い、新しいアプローチを取り入れることが求められている。

### 2. データと AI が拓く新しい育種

これまでの 150 年の歩みを振り返ると、育種の発展は自動車の進化の歴史とも重ねて考えることができる。自動車がモーターを取り入れて従来の仕組みを大きく変えたように、育種も「生物の設計図」であるゲノム情報を活用することで従来の仕組みを変え、新たな局面を切り開こうとしている。

さらに近年では、ゲノム解析、リモートセンシング、AI やデータサイエンスの進展によって、育種を支える技術の幅が大きく広がっている。ゲノム情報に加えて、ドローンで取得した圃場データや土壌水分などの環境データを統合し、統計学や機械学習モデルを活用することで、生育や収量を予測し、交配設計や選抜に応用できるようになってきた。こうして、経験や勘に依存する属人的な育種から、予測と最適化に基づく合理的育種への転換が始まりつつある。

### 3. データが駆動し、蓄積される育種

では実際に、どのようにデータと AI を組み合わせて合理的に育種を進めていくのか。その具体的なアプローチが「データ駆動型育種」である。

「データ駆動型」とは、集めたデータを基にモデルを作り、その予測に基づいて効率的に意思決定を行う方法である。育種においては、①データ収集、②モデル化と予測、③最適な意思決定、というサイクルを繰り返し回すことが重要であり、このサイクルによってモデルは精緻化し、意思決定の精度も高まっていく。私たちは、干ばつに強いダイズの開発を例に、①ドローンによる非破壊計測、②ゲノム情報に基づく環境応答のモデル化、③交配後代の予測に基づく交配組合せ設計に取り組んできた。こうした取り組みによって、干ばつなどの異常気象にも

対応可能な頑健な品種の育成につながると期待される。

さらに、データ駆動型育種の意義は合理化にとどまらない。育種の現場で日常的に収集・蓄積される膨大なデータは「ビッグデータ」として、効率的な品種育成を可能にするだけでなく、新たな遺伝学的知見の発見にもつながる。こうしたデータの蓄積により、育種現場は巨大な遺伝実験の場へと発展していく。もちろん、そのためには仕組みを整えるコストが必要だが、それを乗り越えた先に、実用面でも科学面でも大きな飛躍が待っている。

#### 4. 持続可能な農業の実現に向けて

農業は本来、持続可能な営みであった。育種によってその持続可能性を再び確立することは、今日の重要な課題である。そのためには、農業で培われてきた伝統的な手法を新たに活かすことが欠かせない。地域で伝統的に栽培されてきたが近代農業では十分に利用されてこなかった作物、微生物との共生、混作・品種混合といった方法は、いま世界的にも注目を集めている。

今後はこうした伝統的な作物や方法に、データやAIが駆動する新しい育種法を適用して「アップサイクル」することで、気候変動にも強く、生産性と安定性を兼ね備えた持続可能な農業システムを構築していくことが重要である。私たちもこの視点に立ち、薬用植物の育種や作物と微生物の共生、混作・品種混合に関する研究を進めている。本講演ではその具体例についても紹介する。

#### 5. 次の150年へ

これからの150年を考えると、まず強調すべきは、データ計測やAI、さらにはゲノム編集や植物工場などの技術が、今もなお凄まじい速さで進化していることである。十数年前でさえも、今日の発展を正確に予測することは難しかった。今後もその進歩は加速し続けるだろう。

今後はこうした技術革新を、持続可能な農業システムの実現に結びつけていくことが求められる。そのためには、未来の育種をただ待つのではなく、自ら想像し、デザインしていく力が不可欠である。私も努力を続けるが、未来を切り拓くのは若い世代の力であり、その挑戦を心から期待している。

# 時を計る竹：竹の開花周期研究、 100 年前から続く挑戦とこれから

附属演習林 助教 久本 洋子

## 1. タケの開花は古くから研究者の関心事だった

タケは長期間、地下茎やタケノコで栄養繁殖を続けた後、数十～百年近くの周期で、一斉に開花・枯死するという特異な生活史を持つ。この現象は古くから知られており、なぜタケが花を咲かせるまでこれほど長く待つのか、という論文も報告されている。この論文では、世界のタケ類 41 種について文献の記録から開花までの年数がまとめられており、タケの種類によって異なる開花周期を持つことが示唆されている。しかし、これらの年数は文献に基づく推定値であり、正確な開花周期を確かめるには、実際にタケを植えて長期間育て、いつ開花するのかを観察することが確実である。

## 2. 約 100 年前から始まった 300 年計画のモウソウチク開花周期実証試験

実際に、そのようなタケの植栽試験が日本で実施されてきた。その一つとして東京大学千葉演習林のモウソウチク開花周期実証試験地がある（図 1）。この試験は神奈川県山林会の近野英吉氏が提案したことに始まる。その提案に協力したのが当時の東京帝国大学演習林長・園部一郎博士であった。近野博士は、1～2 世代の開花年数を確認した程度では確実な周期性とはいえないとして、1 世代を約 60 年とみなして 4～5 世代を確認できるよう、300 年にわたって開花年数を調べる長期試験を計画した。非常に息の長い実験であるため、後世までその意図が引き継がれるように、試験地内には説明文を刻んだ石碑が残されている（図 1a, b）。



図 1 a:試験地の中に設置されている石碑の表面。b:石碑の裏面。試験内容が刻まれている。  
c: モウソウチク開花周期実証試験地の 2 世代目の様子。

試験地のモウソウチクは 1930 年に現・横浜市保土ヶ谷区の民家に植栽された竹林のうち 1 株が部分開花・結実したものが由来である。発芽した実生を採取し、3 年間の養苗の後、1934 年に千葉演習林に実生 2 株が植栽された。他にも東京大学田無演習林、森林総合研究所旧赤沼試験地、京都大学上賀茂試験地等にも植栽された。それらの株のほとんどは 1997 年、すなわ

ち発芽から 67 年目に開花した。現在試験地では 2 世代目が生育しており（図 1c）、67 年開花周期が確かであれば、2064 年に再び開花すると考えられている。

### 3. ハチクは 2010 年代後半から 120 年周期の開花期に突入した

モウソウチク以外のタケでの一斉開花事例としては、茶せん material などに用いられるハチクというタケで、文献記録から 120 年周期であることが推定されている。前回の開花が 1908 年ごろであることから、2028 年頃には全国的な開花のピークを迎えるとされ、前後 10 年ほどの幅を持たせて 2018 年頃には開花が始まると予想されていた。実際に、2010 年代前半から各地で開花が報告されはじめた。発表者らは現在タケ類の開花情報を広く一般からも収集しており、ハチクではすでに 1,500 件以上が確認されている（図 2）。



### 4. タケの開花周期メカニズムの解明を目指して

タケの開花現象の興味深いこととして、タケの開花が環境によらず遺伝的に制御されていると考えられる点がある。その根拠として、異なる環境に移植された株が同時期に開花した事例が複数あることが挙げられる。たとえば、48 年周期で開花するメロカンナというタケは 2007 年からインドで一斉開花したが、そのとき、日本の植物園内で育てられていた鉢植えの株も開花している。このような事実からは、ある疑問が生じるだろう。いったいタケはどのようなメカニズムで何十年という年数を計り、それを記憶し、そして開花年になると開花するのか、ということである。この疑問は現在も明らかになっていない。しかし、日本には約 100 年前から独自に管理されてきた開花年や年齢が記録された複数のモウソウチク系統が植物園や大学演習林等で維持されている。これらは国内外でも類を見ない貴重な研究材料である。また、現在、120 年に一度のハチクの一斉開花に遭遇するという開花研究をするにはまたとないタイミングである。これらの材料を用いて今後タケ類の開花周期メカニズムを明らかにできればと考えている。

図 2 ハチクの開花マップ

# 畜産学・獣医学がつくる持続可能な未来の畜産

獣医学専攻 教授 松田 二子

## 1. 家畜とは

家畜とは、人間が利用する目的で野生動物から遺伝的に改良した動物であり、牛、豚、鶏など最も一般的な家畜である産業動物のほか、広義には伴侶（愛玩）動物や実験動物も含まれる。最初の家畜は犬で、狩猟採集生活を送っていた人類が、今から3万年～1万数千年ほど前に狩猟の協力者としてオオカミを家畜化したのが始まりと言われている。続いて農耕開始後の約1万年前以降に、ヤギ、ヒツジ、牛、豚、鶏などが家畜化されていった。

## 2. 畜産の現状と課題

家畜は歴史の中で、ヒトの都合に応じて作り替えられてきた。古くは、ヒトに好ましい形質を持つ個体同士を交配することにより、時間をかけて育種改良が進められてきたが、現代では高度な科学技術を駆使することにより、改良スピードは飛躍的に速まっている。牛の改良を大きく進めたのが1960年頃から普及した人工授精で、優秀な種雄牛の精液を使って多数の雌を妊娠させることができることから、乳牛の乳生産量や肉牛の肉質は大幅に向上した。また近年では、各個体のゲノムを網羅的に解析し、遺伝的に能力の高い個体を選抜できるゲノミック評価が牛の改良をさらに速めている。一方で、個々の個体の生産能力は向上したにも関わらず、人工授精時の受胎率（妊娠率）は40%台まで低下しており、牛の生産効率に深刻な影響を与えている。



「家畜育種の父」  
ロバート・ベイクウェル

現在、牛などの反芻家畜の消化活動に伴い発生するメタンガスが地球温暖化の一因となることが畜産業の大きな問題とされている。繁殖効率向上を含め、様々な面から家畜の生産性を高めていくことが、畜産による地球環境への負荷を軽減していくために必須である。

## 3. 畜産学と獣医学

畜産学の中には生理学、育種・繁殖学、栄養学、飼料学、畜産物科学、流通・経営学、飼育・管理学、畜産環境学など様々な分野が含まれる。獣医学の中で畜産に関連する分野としては、産業動物内科・外科学、臨床繁殖学、獣医疫学、家畜衛生学、家畜感染症学などが挙げられる。

畜産における様々な課題を解決することを目指し、畜産学・獣医学研究や技術開発を行う大学、研究所、試験場などが日本各地に存在している。東京大学農学部にも獣医学専攻があり、獣医師を養成するための教育と獣医学研究を行っている。犬や猫などの伴侶動物だけでなく、産業動物も獣医師の重要な診療対象であり、獣医学においては家畜の健康維持や生産性向上のための研究も行われている。私の所属する獣医繁殖育種学研究室は、現在獣医学専攻に属しているが、我が国最初の家畜学の教育・研究を行う講座として東京帝国大学に創立された「畜産

学講座」を源流としており、これまで132年に渡り、家畜及び畜産に関する研究を続けてきた。

#### 4. 現代畜産の問題解決に向けた畜産学・獣医学の挑戦

私たちの研究室では現在、哺乳類の繁殖機能や繁殖障害発生のメカニズムを解明すべく研究を展開している。脳（視床下部・下垂体）から分泌されるホルモンによる卵巢・精巣機能の制御機構の解明に取り組み、新たな繁殖機能促進技術の開発を目指している。また、牛の受胎性を低下させる先天性生殖器疾患の原因遺伝子の探索を行っており、原因遺伝子保因牛の淘汰を進めることで、家畜の受胎率向上を目指している。



雌牛の先天性生殖器疾患の検査

地球環境へ一定の負荷を与えることから、近年は畜産が問題視されることが多く、代替肉、培養肉、昆虫食など畜産物に代わる食料への注目度は高い。一方で、家畜は人が食べられない草などを肉やミルクに変えることができ、家畜の排泄物は堆肥として作物生産を助け、環境における有機的な資源循環に貢献するなど、人が家畜から得ている恩恵は大きい。畜産学・獣医学研究者は、メタン産生など畜産の欠点を軽減する技術開発や、家畜の生産性をさらに向上させる技術開発に挑戦し、持続可能な未来の畜産の実現を目指している。

# 食研究のニューウェーブ

応用生命化学専攻 教授 喜田 聡

## 1. 日本における食研究

我が国は「美食の国ニッポン」として世界に知られ、今や日本の食文化は世界に影響を及ぼしている。池田菊苗博士による旨味（グルタミン酸）の発見から約 100 年後に旨味受容体が発見され、旨味が甘味や苦味に並ぶ 5 基本味のひとつと証明された。日本人が愛してきた旨味 (umami) が社会的にも国際的にメジャーな味覚となり、旨味が濃縮された「ダシ (dashi)」は今や世界中の料理を席巻している。東京大学農学部鈴木梅太郎博士は umami と同時期にビタミン B1（オリザニン）を世界初のビタミンとして発見し、また、この発展系として、食品の機能性にいち早く注目したのも本学農学部である (Nature, 364, 180-, 1993)。

## 2. これからの食研究

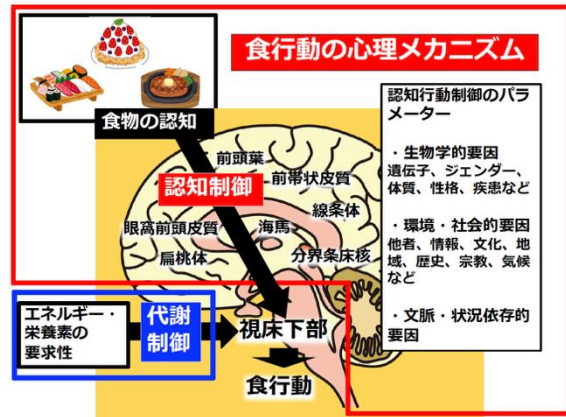
この 20 年間、分子栄養学、時間栄養学、ニュートリゲノミクス、プレシジョン栄養学などの研究分野が生まれてきた。今後はプレシジョン栄養学の進展により、栄養素の役割とその作用機構の全貌が解明され、個々人が健康を保つために必要とされる栄養素の必要量を算出する方法が開発されることを期待したい。一方で、機能性食品の市場は右肩上がりの状態が続いており、経済を活性化している。しかし、その一方で、我々の食習慣はメタボリックシンドロームを中心とする様々な疾患の環境要因となっており、好きなものばかり食べることはこれら疾患の発症リスクを高めてしまう。一方、過食症や神経性やせ症（拒食症）などの摂食障害は社会的に重大な問題となっている。以上は、我々の日々の食行動と関連する問題であるが、我々の食行動の生物学的基盤は明らかにされているのであろうか？

### (1) 食の役割の原点に立ち返る研究

栄養素とエネルギー源の供給物としての食の役割は我々の生命維持の原点である（食品の一次機能）。一方で、美味しいものを食べると幸せな気分になり、また、古の時代から、「食」は社会的繋がりを築くツールとして使われてきた。しかし、食が我々を愉しませる働き、また、ヒト同士の繋がりを強くしてくれる働きについても、その機構は未解明である。私は、食がここに働きかける機能を「食品の 0 次機能」を呼んでおり、その機能の解明もこれから大切だと考えている。

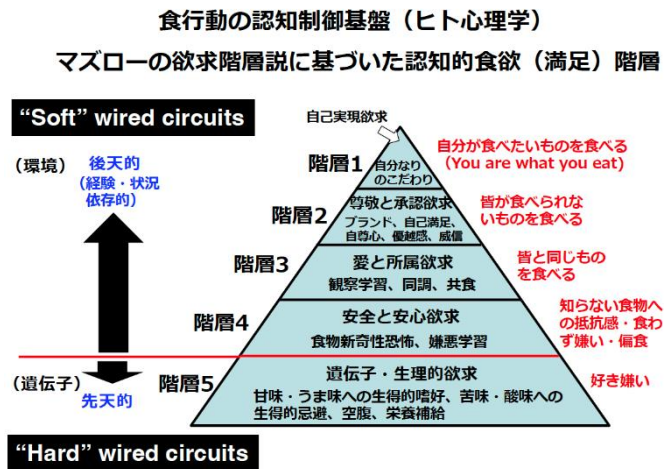
## (2) 食行動の心理メカニズム

現在、エネルギーと栄養素の必要性に基づく食行動の代謝制御の生物学的基盤の解明は進展している。一方、我々は、食嗜好性（食物価値）に基づいて何を食べるかを意思決定しており、別腹食い、衝動食いなど本来生命維持には必要のない食行動も時に示す。この「認知制御」については、ヒト心理学分野では研究され、我々が示す食行動の認知制御が分析されている。しかし、この認知制御の生物学的機構は未解明である（上図）。近年、甘味と苦味の味覚価値を先天的に決定する神経回路（Hard-wired circuit）が明らかにされたが、味覚、嗅覚などマルチセンシングにより丸ごとの食物が認識され、食物価値が決定され、



食物価値が後天的（経験依存的）に変容する機構は未解明である。すなわち、我々の食行動の心理メカニズムの作動原理は、ほとんど解明されていない。摂食障害の背景にはこの食行動の認知制御の破綻があると考えられる。そこで、我々は、これまで心理学的研究が中心であった食行動の認知制御基盤の生物学的な解明を目指して、食物が認識され、その価値が評価・決定・変容され、この食物価値に基づいて食行動が認知制御される機構の神経科学的解明に取り組んでいる。この研究の指標として用いているのが心理学者のマズローの欲求階層であり、この階層モデルに相当する動物モデルを開発し、ヒト対象研究との連携により研究を進めている（右図）。

このような研究の進展により、食習慣を改善する技術、偏食や摂食障害の解決策が開発すると考えている。さらに、プレシジョン栄養学との合流により、個々人の栄養管理、さらには、生涯にわたる食育の普及など社会的にもインパクトを与えると予想している。



# 講演者プロフィール

<sup>いわた</sup>岩田 <sup>ひろよし</sup>洋佳（生産・環境生物学専攻 生物測定学研究室）

## 主な研究活動

持続可能な農業の実現に向けて、作物の品種改良を効率化する研究を行っています。ゲノム情報とデータ科学を組み合わせ、新しい品種をより早く、的確に生み出す方法の開発に加え、植物と微生物や植物同士の相互作用を活かした改良、リモートセンシングの農林業への応用など、幅広くデータ駆動型育種の研究を進めています。

<sup>ひさもと</sup>久本 <sup>ようこ</sup>洋子（附属演習林 秩父演習林）

## 主な研究活動

竹は数十年に一度の周期で開花するという特異な生活史を持ちます。この開花周期性の遺伝的メカニズムを明らかにする研究を行っています。また、近年、竹の利用が減り、放置竹林が問題となっています。地下茎などの竹の生態を調べることで、竹林の拡大抑制につなげたいと考えています。

<sup>まつが</sup>松田 <sup>ふうこ</sup>二子（獣医学専攻 獣医繁殖育種学研究室）

## 主な研究活動

哺乳類の繁殖機能や繁殖障害発生のメカニズムを研究しています。卵巣・精巣機能を制御する内分泌機構の解明や、牛の受胎性を低下させる先天性生殖器疾患の原因遺伝子探索を行っており、家畜の繁殖効率向上につなげたいと考えています。

<sup>きだ</sup>喜田 <sup>さとし</sup>聡（応用生命化学・栄養化学研究室）

## 主な研究活動

食嗜好性（好き嫌い）は先天的に決定されているが、食の経験によって変容することに着目して、食嗜好性が決定・変容され、食嗜好性に基づいて食行動が心理的に制御されるメカニズムを脳科学的に研究しています。脳機能に対する栄養素の作用機構の解明、記憶制御機構の解明と脳疾患改善への応用研究も進めています。