

「食と農」の博物館

展示案内 No.82

展示期間 ■ 2019.04.25 ~ 2019.08.05

東京農業大学「食と農」の博物館

〒158-0098 東京都世田谷区上用賀2-4-28

TEL.03-5477-4033

FAX.03-3439-6528

(URL) <http://www.nodai.ac.jp/syokutonou/>

開館時間 午前10時～午後5時 (4月～11月)
午前10時～午後4時30分 (12月～3月)

休館日 月曜日(月曜が祝日の場合は火曜)・毎月最終火曜日
大学が定めた日(臨時休業がありますのでご注意ください)

「生きる」
を支える

農業化学の

「始まりから未来まで」

2019.4.25(木) ~ 8.5(月)

開館時間：10：00～17：00

入場料：無料

休館日：月曜日(※7/15は開館し翌火曜休、5/6は開館し翌火・水曜休、4/29、8/5は開館)、月末最終火曜日

東京農業大学「食と農」の博物館 1階企画展示室A・B

化学とバイオで
「食」を創り



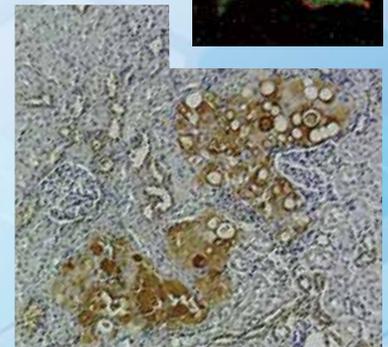
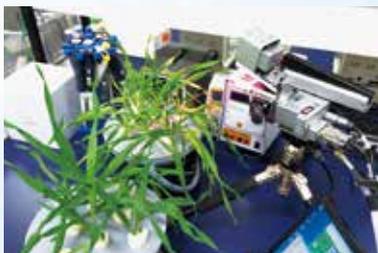
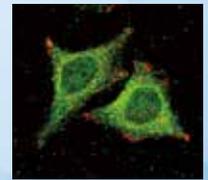
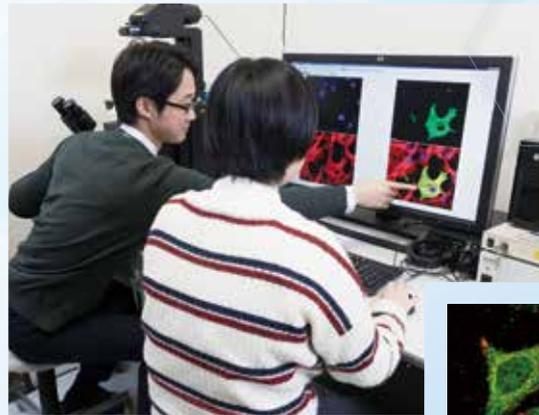
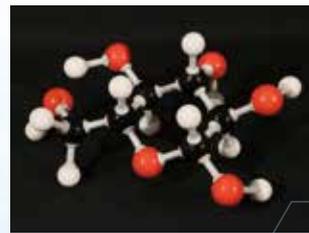
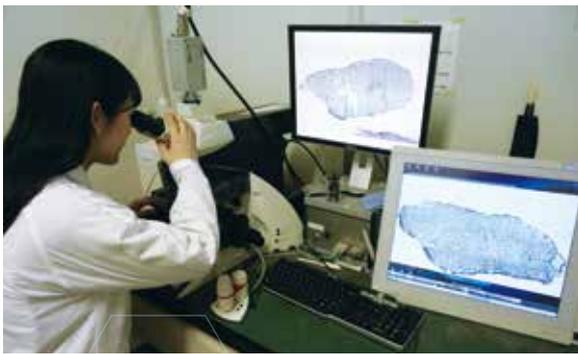


はじめに



農芸化学って何でしょうか。「農」は、まあ農業だよね、「化学」は物理・化学・生物・地学の理科4科目のひとつだけど、芸は園芸？まさか芸術じゃないだろうし…。農芸化学はAgricultural Chemistryの訳語ですが、直訳すれば「農業化学」ですので、やはり「芸」が謎ですね。「芸」には、技術、Art、という意味が込められているのです。つまり、化学の知識・技術を駆使して農業と農産物にまつわるあらゆる現象・問題を理解し、それを私たちの生活に活かそう、という学問領域なのです。でも、話が広すぎてピンときませんよね。そこでさまざまな実物を見ながら農芸化学のことをもっと知っていただこう、というのが今回の企画展です。

応用生物科学部 農芸化学科 樋口 恭子
2019年4月



(左上から時計回りに) 米飯の内部構造の顕微鏡観察／乳酸菌／D-グルコースの分子模型／共焦点蛍光顕微鏡による観察／蛍光染色で緑と赤を付加した培養細胞／腫瘍マーカーの染色。茶色い箇所が腫瘍／土壌採取／貧血予防になるコメの実用化を研究／光合成速度の測定／安全キャビネットを使った無菌操作



世界の農芸化学の始まり

18世紀ごろまで、生物学は形態観察や分類が中心で、化学や物理学と交わることはあまりありませんでした。1830年代にヨーロッパで、ワインは生きた酵母の働きによって作られるということが証明され、それとともに酵素は生体触媒であるという予言、また細胞の中で起こる化学反応を代謝（メタボリズム）と呼ぼう、という提案がなされ、化学と生物学が交わる「生化学」という学際的な分野が誕生しました。

時を同じくして、化学の農業・農産物への応用面としてAgricultural Chemistry（農芸化学）が意識されるようになります。1830年代にドイツの化学者シュプレングルとリービッヒは、作物が無機物だけで十分に生育し世代を全うする、という無機栄養説を確立し、化学肥料の理論的根拠を提供しました。1842年にはイギリスのローズが初の化学肥料、過リン酸石灰を製造します。



鈴木梅太郎が発見した
オリザニン(ビタミンB₁)



日本の農芸化学の始まり

明治維新と共に日本もこれら最先端の学問・技術をどん欲に取り入れました。1877年にイギリスからキンチが来日し、駒場農学校（東京大学農学部の前身）で分析化学を中心とした「農芸化学」の講義を始めます。その後を継いでドイツから来日したケルネル、ロイブラの教えを受けた鈴木梅太郎は、1910年にオリザニン（ビタミンB₁）の発見を発表します。その鈴木が1913年に東京農業大学の教授に就任して植物栄養論の講義を担当したことが契機となり、同大学に私立大学初の農芸化学科が設立されました。

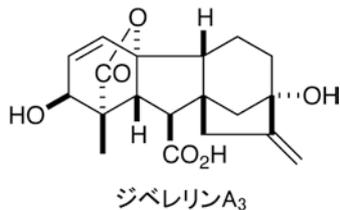
鈴木最大の功績は5番目の栄養素であるビタミンの第1号となるビタミンB₁（脚気の予防に効いた）の発見ですが、その研究・教育活動は農芸化学分野の全般に及んでいます。その至言、「産業の発達には科学の進歩により達成される」をまさに実践し、農林水畜産業や食品加工、栄養に関するイノベーションとそれを支える理論の発展をけん引しました。



みなみれいぞう
南禮蔵により世界各地から収集されたリン鉱石の標本。
産地は中国、ロシア、北アメリカなど広範囲に渡る



ジベレリンは種なしシャインマスカットの生産にも用いられる



1926年に黒澤英一（台湾総督府農事試験場）は、イネが徒長する馬鹿苗病が、病原菌 *Gibberella fujikuroi* の作り出す毒素によって引き起こされることを発見しました。藪田貞治郎と住木諭介（東京帝国大学農学部）はその原因物質を1938年に結晶化し、ジベレリンと命名しました。その後、ジベレリンは様々な機能を持つ植物ホルモンであることがわかり、その機能は種なしブドウの生産などに用いられ、最近ではシャインマスカットの種なし化も実現しています。

日本の工業化に伴って起きた環境問題への対処においても、農芸化学者は大きな貢

献をしています。駒場農学校農学科の第1回卒業生であった横井時敬（東京農業大学初代学長）は足尾鉍毒事件が明るみに出た当時は農商務省の役人でしたが、政府の対応に憤激して農商務省を辞し、多数の啓発文を雑誌に掲載して鉍毒の問題を社会に告発しました。裁判では農学者として農民の側に立って証言も行っています。ケルネルの直弟子である古在由直（東京帝国大学農科大学）は、稲が枯れる原因が鉍山から排出された銅であることを化学的に実証しています（1892年に東京化学会誌、農学会会報で発表）。

持続的な食料生産に必須の「資源」である土壌の性質を把握するために行う国の土壌環境基礎調査には、東京農業大学土壌学研究室の学生も加わり、土壌図の作成に貢献しました。



日刊新聞「日本」等で足尾鉍毒事件を取り上げ社会に告発した横井時敬

これら農芸化学の先達の偉大な業績はいずれも分析化学の知識、技術に支えられており、目に見える生命現象は化学的に説明できること、そしてそこから得られた新知見は人間生活の向上をもたらすということを世に知らしめました。



農芸化学の今とこれから



増大する人口が必要とする安全な作物を供給し続けるために、資源としての土壌の状態を把握し、良好な土壌を維持するための取り組みの必要性はますます高まっています。現在の東京農業大学農芸化学科の土

壌肥料学研究室では、2011年3月の福島第一原子力発電所事故で生じた放射性セシウムによる土壌汚染問題の解決に取り組んでいます。畑わさびに対する肥培管理技術を開発し、2018年4月には出荷再開にこ

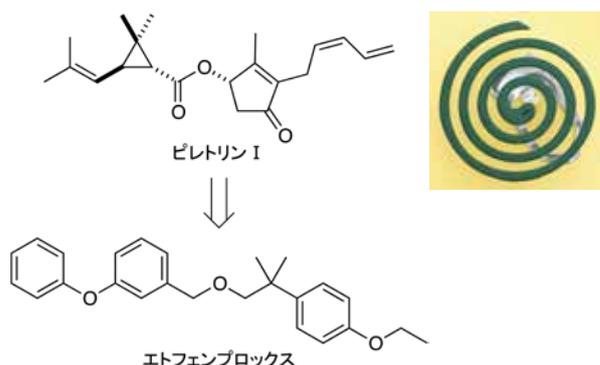
ぎつけることができました。

またセシウム吸収抑制対策としてのカリウム施肥量の増加による弊害として、養分バランスが崩れるという問題を解決するために、土壌のセシウム固定能力を評価する方法の改善・簡略化に取り組んでいます。

シュブレンゲルとリービッヒの無機栄養説は効率的な施肥を理論面で後押ししましたが、実際の土壌においては、支持体として、また化学的な緩衝剤として、十分量の土壌有機物の存在が不可欠です。土壌有機物の構造と機能、また物質循環の中での土壌有機物の役割についても研究を進めています。

動植物や微生物、昆虫などあらゆる生物の作り出す物質（生物活性物質）を発見し、そのはたらきを明らかにして農薬や医薬として人の役に立てる「天然物化学」は農芸化学のお家芸です。かつて、効率のよい作物生産だけを考えて開発された農薬の中には、作用しては困る生物に対しても毒性の高いものが多くありました。現在ではまったく新しい分子構造の化合物の創造を可能にする有機合成化学が発展してきています。例えば、天然で見つかった殺虫成分ピレトリンから、魚などの昆虫以外の生物への毒性を抑えたエトフェンプロックスなど選択性の高いピレスロイド系殺虫剤が開発されるなど、日本の安全な農業・農産物

の質が担保されています。



ピレスロイド系殺虫剤の進化。天然のままでは利用しづらい成分を改良する事で生活や農業生産に役立てている

農芸化学から生まれたイネの品種改良

現代社会では単に食料の増産だけでなく、栄養価が高く付加価値の高い農産物が求められています。そのような機能を発揮するのに必要な遺伝子の解明が進み、遺伝子マーカーを活用した効率のよい育種が行われるようになっていきます。また分析技術の向上により、作物の栄養成分を少量で迅速に評価できるようになり、高機能の系統を突然変異株の中から効率よく選抜することも可能になっています。

現在、東京農業大学では農芸化学科が中心となって、鉄含量の高いイネ品種およびその加工食品を開発中で、貧血予防になる



7年ぶりに出荷が再開された伊達産の畑ワサビ



高機能だが穂が小さい(収量が少ない)イネを改良中

コメの実用化を目指しています。さらに最近では、偶然に頼った突然変異育種だけでなく、狙った遺伝子に対して自然変異と同様に遺伝情報のわずかな書き換えを行うゲノム編集技術が実用化され、病虫害に強い、あるいは商品価値の高い作物を開発できる可能性が広がっています。

食材を農^農化学で考える

良薬は口に苦し、と言いますが、私たちは「健康によい」という理由だけで食品を買い、食べるわけではありません。おいしい食事は私たちに幸福感をもたらし、生活の質を向上させます。おいしい食品の開発も、経験に頼った技術向上だけではなく、食品を構成する成分の構造や組成がどんな物性を実現しているのか、あるいは味覚受容体との相互作用をもたらすのか、など理化学的根拠に基づいて行われるようになっていきます。



ヨーグルトの電子顕微鏡写真(森永乳業株式会社提供)。ヨーグルトには、乳酸桿菌じゅうさんかんきんと乳酸球菌じゅうさんきゅうきんが共存していることが観察できる



乳酸菌やビフィズス菌などは人や動物の健康効果が期待できることから、このような有用な細菌を積極的に活用した多様な食品が開発されており、食品市場を賑わしている

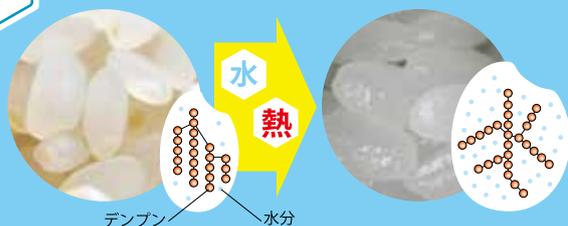
体内活動を農^農化学で考える

食事をした後に私たちの体に起きる変化の研究も、農芸化学の守備範囲です。正常な腸内フローラは、単に腸内環境を良好に保ち栄養素の消化・吸収を促進するだけでなく、私たちの体の細胞が外界と接する最前線である腸の内壁と相互作用することにより、免疫系や神経系を刺激して全身に影響を及ぼします。乳酸菌は多様な機能を持ち、その腸内フローラを改善することから乳酸菌を利用した様々な食品が開発されています。

私たちが摂取した食品成分は、私たちの体に遺伝子のレベルでの影響も及ぼします。転写因子は遺伝子発現を調節する機能をもっていますが、近年、機能性食品に含まれる成分が転写因子に働きかけ、それによって私たちの体に良い影響を及ぼすことがわかってきています。

コラム

『お米を炊く』=化学変化!!



お米は、**水**と**熱**で煮る・蒸す・焼く…などの加熱によって「ごはん」に変化している。まず、適度な温度の加熱により胚乳に存在する酵素作用が活発化し、デンプンや細胞壁を分解する。ここで粘りや硬さ、味が変化する。更なる加熱によって、お米に含まれる房のように連なるデンプンが水を含む事で、ふっくらとしたおいしい「ごはん」になるのだ。



150年前、学際的で新しい学問分野として誕生した農芸化学は、今も農学の他分野のみならず、理学、医学とも連携する学際的な分野として発展を続けています。

化学を共通言語として私たちの「生きる」を支え続けている、農芸化学。その豊かな世界をお楽しみください。

コラム

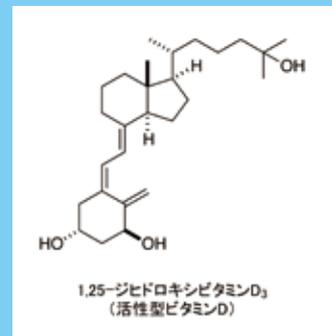
からだで生合成※できるビタミンD、でもしっかり食事から摂らないと大変！

※体内で有機物が合成されること。

ビタミンは、体の中で作ることができないため、食事からとることが必須の栄養素であり、油に溶解性を示すものと、水に溶けるものがあります。ビタミンDは前者で、欠乏するとくる病や骨軟化症、骨粗鬆症など骨に障害を生じます。また、歯のエナメル質が弱くなり、虫歯になりやすくなる原因や、低カルシウムによるイライラの原因として知られています。



適度な紫外線を浴びることで体内でビタミンDが生成される。ビタミンDを生成する為に必要とされる食事や太陽光線は、健康な体にとって大切なものである



他の油に溶解性を示すビタミンA、E、Kと異なりビタミンDは、実はコレステロールから体の中で生合成できるビタミンです。皮膚においてコレステロールから合成された7-デヒドロコレステロールは、紫外線にあたることでビタミンDへと変化します。そのため、自宅にこもっている人は、ビタミンDが欠乏しやすいと言われています。過剰に外出を避けて育った子供達がくる病になったという最近のニュースはその一例です。



しいたけは日光にあたるとビタミンDがより豊富になる。干しいたけはビタミンDの宝庫とも言える

日頃からバランスの取れた食事をとることで病気を予防したり治療につなげることができるんだね

欠乏症からもわかるようにビタミンDはカルシウム代謝とリン代謝と密接に関連しています。ビタミンDは腸でのカルシウム吸収を助けるのみならず、カルシウムを骨に定着させる

作用があります。これらの作用は細胞内でビタミンDがタンパク質と結合して遺伝子に作用することで機能を発揮することがわかり、骨のみならず免疫作用や結腸ガンや乳がんに対する作用も明らかになってきています。

きくらげ(約4個)、カツオ(60g)、しらす(8g)、しいたけ(約10個)で1日に必要な5 μ gマイクログラムの摂取が可能となります。これらの食品を混合して料理したりすることで、無理なく毎日の摂取量がとれるでしょう。

そのことをいしく どうげん 医食同源 というのよね



2019年度の特別展・企画展

■企画展 農芸化学の始まりから未来まで

ー化学とバイオで「食」を創り「生きる」を支えるー

【会 期】2019年4月25日(木)～2019年8月5日(月)

【主 催】東京農業大学 応用生物科学部 農芸化学科(代表:学科長 樋口 恭子)

【企 画】農芸化学科展示実行委員会

山本 祐司 前田良之 五十君 静信 松島 芳隆 野口 智弘 辻井 良政 柴田 文隆

【協 力】株式会社アイカム/株式会社アイセック/アサヒ飲料株式会社/アサヒカルピスウェルネス株式会社/
株式会社大嶋農場/協和発酵バイオ株式会社/株式会社サカタのタネ/
サッポロビール株式会社バイオ研究開発部/住友化学株式会社/象印マホービン株式会社/
日本うま味調味料協会/ハウス食品グループ本社株式会社/株式会社明治/森永乳業株式会社/
国立研究開発法人理化学研究所/株式会社ヤクルト本社/雪印メグミルク株式会社

■展示関連講演会・イベント・ワークショップ等

講演会・試食『ごはんを美味しく食べよう』<事前申込>

日時:2019年5月11日(土) 13:30～15:00

場所:博物館1F 映像コーナー 定員:30名

講師:株式会社大嶋農場 代表取締役 大嶋 康司 氏・教授 辻井 良政

トークショー『野菜と花の品種改良と商品開発』<参加自由>

日時:2019年6月23日(日) 13:30～15:00

場所:博物館1F 映像コーナー

講師:株式会社サカタのタネ 中田 栄治郎 氏・教授 山本 祐司

イベント『身近な分子の模型であそぼう』<事前申込>

日時:2019年7月27日(土) 13:30～15:00

場所:博物館1F 映像コーナー 定員:16名

講師:教授 松島 芳隆

参加費:1,500円(分子模型の費用。お持ち帰り頂けます)

対象:小学生3年生～中学生

トークショー『ゲノム編集って何?』<参加自由>

日時:2019年7月28日(日) 13:30～15:00

場所:博物館1F 映像コーナー

講師:東京農業大学総合研究所 客員教授 佐々木 卓治・教授 山本 祐司・教授 樋口 恭子

※講演会・イベント・ワークショップの内容は変更になる可能性があります。

詳しくはHPをご確認ください。

<https://www.nodai.ac.jp/campus/facilities/syokutonou/>

特別展「ロシアの自然 ー極東ロシアの生物多様性ー」(仮称)

【会期】2019年8月23日(金)～2019年10月14日(月)

企画展 伊藤 健 写真展「植物園 ー厚木キャンパスの植物たちー」(仮称)

【会期】2019年10月24日(木)～2020年4月15日(水)

■東京農業大学オープンキャンパス2019

キャンパスツアー <予約不要>

6月9日(日)・6月23日(日) 10:00～15:00

オープンキャンパス <予約不要>

8月4日(日)・8月5日(月) 10:00～16:00

お問い合わせ/東京農業大学 世田谷キャンパス 入試センター TEL:03-5477-2226

