

## シンポジウム

6月29日（日）

東京農業大学北海道オホーツクキャンパス講義棟 8号館 3階 8-302 教室

### 『自然資源と科学のチカラで創る未来～多様な挑戦と可能性』

- ・ サッポロビール社との協働による地域と共に行う大麦育種の取り組み

東京農業大学生物産業学部北方圏農学科・教授 吉田穂積

- ・ 自然を理解してこそ成功したオホーツクの水産増殖

東京農業大学生物産業学部海洋水産学科・教授 千葉 晋

- ・ 天然色素の光輝性固体の創出と利用開発

東京農業大学生物産業学部食香粧化学科・准教授 小河重三郎

- ・ 小ロット・ローカル小麦粉の開発と地産地消ビジネス

東京農業大学生物産業学部自然資源経営学科・教授 菅原 優

座長：東京農業大学 山崎雅夫

## サッポロビール社との協働による地域と共に行う大麦育種の取り組み

東京農業大学生物産業学部 北方圏農学科 吉田 穂積

北海道オホーツク圏は、日本の食料生産地である北海道にあっても農・畜・水・林とバランスの取れた第一次産業が営まれている地域である。耕種農業生産においては水稻が主体ではなく、ムギ類（主に小麦）、ばれいしょ、てん菜、たまねぎ等を中心とする野菜類の大規模寒冷地畑作農業が行われている地帯である。さらに、これら農産物の単位面積当たりの収穫量は、世界のトップクラスにある。北海道のムギ類の生産は、1980年代以降全道的に小麦の作付面積や生産量が増加傾向にあるが、道内の大麦生産は、一部地域を除き生産が行われていない状況にある。

大麦は、人類が農耕開始時から主要な食糧源として中・高緯度地域で利用されてきた重要な農作物である。また、白米にくらべ食物繊維、ビタミンB1、カリウム、マグネシウム等の含有量が多く明治以来、脚気の防止等の食材としてその重要な食品機能が知られている。北海道においては、明治政府により北海道開拓の為に寒冷地域での自給用食糧として本格的な大麦生産が行われてきた。しかしながら、1960年代に我が国における水稻の増産体制が確立され、小麦ともに作付け面積や生産量は急減し、現在の北海道における主な大麦は、ビール醸造用大麦（二条大麦）であり、網走市を中心とするオホーツク地域と富良野市を中心とする上川地域で生産されるのみである。

北海道における醸造用大麦の本格的な栽培は、明治期から開始され、第一次世界大戦後から国内でのビール生産が伸びた昭和初期までは道央圏で展開されていた。しかし、道央圏での水田拡大により、網走地方の高台にその生産地域が移動し、現在に至っている。令和5年度の道内の大麦作付面積は、網走市が72%を占める主生産地となっている。これは、北海道オホーツク地域が道内でも冷涼な気候のため登熟が緩やかに進み、ムギ類の収穫期である7月下旬から8月上旬にかけて降水量も道内で少なく多収で高品質の収穫物が得られるためである。

北海道でのビール製造は、北海道にある資源を利用した産業育成事業の一つとして1876年（明治9）に官営開拓使醸造所が札幌に設立され、その後、現サッポロビール（株）の前身である札幌麦酒株式会社が1887年に設立された。この時の払い下げ条件の一つとして醸造原料は道産品を用い、毎年醸造石高は700石（12.6万L）を減じないとして原料生産者と共に「協働」でのビール醸造が取

り決められていた。このような歴史的経緯からサッポロビール社は、創業当時より原料生産や原料育種に携わり、1960年代以降北海道との共同育種を展開、1990年に北海道の優良品種「りょうふう」の育成に品種選抜で協力、その後、再度共同育種体制で育種を進めたが、2007年に北海道のビール大麦育種事業の撤退にともない、改めてサッポロビール社単独での育種事業となった。しかし、「りょうふう」に変わる新品種の生産者レベルでの普及に至らない状況にあった。この時、サッポロビール社では既にカナダやオーストラリアで生産されていたビールの保存による品質低下（老化）の原因物質の合成を抑制する LOX レス（リポキシゲナーゼ-1 遺伝子欠損）ビール大麦の北海道向け系統を育成していたことから、道内のビール大麦主産地である網走市で地域密着型農場として試験研究を行っていた東京農業大学生物産業学部網走寒冷地農場において生産力試験を2010年より開始し、2016年に国内初の LOX レスビール大麦品種「札育2号」が品種登録された。その後、約30年ぶりに「りょうふう」から「札育2号（商標名きたのほし）」に切り替えが進み、現在、道内で約5,000tが生産されている。さらに、現在も気象変動に対応したビール大麦の育種試験が網走寒冷地農場にて地域の生産者の栽培支援を得ながら実施されている。しかしながら、1990年以降ビールの消費量が減少傾向にある。一方、近年、モチ麦に代表される大麦のもつ食品機能が再注目されている。そこで、サッポロビール社が育種研究材料として取り扱っていた多用途大麦が北海道においても食用として活用できないかと東京農業大学とともに共同研究を進め、品種登録などを行い、網走市や関係機関あるいは本学部卒業の生産者が現地生産に取り組み、大規模な普及には至っていないが北海道オホーツク地域での多用途大麦生産の扉が再び開き始めている。

最後に、今、世界は地球温暖化や混沌とした社会情勢下にあり、人口減少社会となった我が国において安心・安全な食料や生物資源原料をどのように確保していくべきかが論じられ、食料安全保障が日本の未来に向けての大きな課題となっている。北海道オホーツクは、我が国にとり重要な食料供給地であり、また、環オホーツク圏という古代より東アジアにとり地政学的に重要な地域のなかにある。幕末に「蝦夷共和国」を提唱した榎本武揚にそのルーツを持つ東京農業大学と北海道の殖産興業の礎として設立されたサッポロビール社とが北海道の大麦生産者と共に「協働」で実施しているこの大麦育種の取り組みが我が国の未来の食料安全保障の一躍を担うこととなれば嬉しいことである。

## 自然を理解してこそ成功したオホーツクの水産増殖

東京農業大学 生物産業学部 海洋水産学科

千葉 晋

人口増加と発展途上国の経済的発展に伴う食料需要の増加に加えて、健康かつ高品質なタンパク源としての認知が高まった結果、世界規模で見ると魚介類の消費量は増え続けている。これまで魚介類の供給は主に捕獲漁業、つまり天然魚介類を対象とした漁業に依存してきたが、現在は世界の漁業資源の約4割が過剰漁獲、いわゆる乱獲の状態あるという。漁業資源の持続可能性は喫緊の課題であり、国際的な方策が議論されているが、漁業資源の回復に向けた取り組みは容易ではない。このような背景を受けて最近では養殖漁業への転換が加速しており、2022年には世界の漁業生産において、養殖漁業による生産量が捕獲漁業による生産量を逆転するに至った。国連食糧農業機関（FAO）では2030年までに養殖漁業による生産量をさらに35%増やすという目標も立てており、もはや養殖の技術開発は社会的な取り組みになっている。同時のこの流れは新たなビジネス機会の創出にもつながっており、漁業権などの制約がないことから、これまで水産業界に縁のなかった異業種からの参入も盛んになっている。現在の水産業界は大きな転換期に入ってきたと言える。

日本は古くから水産大国のひとつであり、漁獲生産量と輸入量の多さから現在もその位置づけは変わらないだろう。全国の漁業生産量のうち北海道だけで全体の4分の1を占めているが、オホーツク海沿岸（猿払村～斜里町）の漁業生産量は北海道の4割を占める。ここで水揚げされる魚介類は国外や国内の他地域で漁獲されたものではなく、ほぼ地場産のものである。つまり、北海道オホーツク海沿岸域は日本国内において傑出して水産物が豊かな地域と謳ってよい。北海道オホーツクでは約50種が漁獲対象となっており、年間約40万トン、金額にして約920億円の水揚げがある。ただし、その生産量を占めている魚種はごく少数の魚種に限られていることが特徴的で、重量ベースではホタテガイ、スケトウダラ、サケの3魚種だけで91%を占め、金額ベースではホタテガイとサケの2魚種で全体の84%を占めている。つまり、ホタテガイとサケが北海道オホーツクを代表する2大魚種と言える。

この北海道オホーツクの漁業生産の高さは、一般的な捕獲漁業によるものでも、養殖漁業によるものでもない。養殖に比べるとはるかに認知度の低い水産用語に水産増殖というものがある。水産科学者の中でもこの用語は曖昧に使わ

れているのだが、狭義の意味では卵から仔稚魚の一時期だけを養殖し、それを野外に放流する漁業を指す。北海道オホーツクのホタテガイとサケの高い生産量はこの技術によってもたらされている。水産増殖は 1970 年代以降から盛んに研究されてきたが、現在は養殖に比べるとかなり影が薄くなった。その主たる原因は、期待したように漁業生産に結びつかなかったからであるが、その中で、数少ない成功した事例が、北海道オホーツクで行っているホタテガイとサケの水産増殖であり、特にホタテガイの成功例は世界的にみても類を見ない。

では、なぜ北海道オホーツクの水産増殖は成功したのか。まず、前提にあるのは、オホーツク海の特異性である。たとえば植物プランクトンによる基礎生産力が高く、それを基点とした食う・食われるの関係（食物連鎖）が豊かな生態系の下支えをしている。さらに、その食物連鎖の繋がり方の構造が比較的単純であり、漁業として利用価値の高い種が他の種に置き換わるなどの人間にとって不都合な事象が起こりにくい。つまり、その水産増殖の成功には、オホーツクが恵まれた場所であったことが関係していることは間違いない。しかし、成功のすべてが環境によるものではなく、地元の漁業関係者による技術開発や努力が深く関わっている。ホタテガイにしろ、サケにしろ、生まれてから死ぬまでの一連の過程（生活史）を詳細に調べ、人為が有効な時期にのみ増殖を介助することで、この成功に至っている。また、オホーツク海沿岸域では、漁業者と科学者の協働が定着しており、互いに切磋琢磨してきた歴史がある。漁業者の経験や勘に対する科学的裏付け、あるいは予測が技術を確固たるものにしてきた。この自然を理解し、自然に合わせて利用するという姿勢は、北海道オホーツクの漁業関係者の意識を高めた結果、先駆的な自然保護活動なども展開されるようになり、より良い環境循環が生まれるに至っている。一方で、この水産増殖の持続可能性において最大の障害となりうるのが近年の気候変動の影響である。十数年前から海洋熱波と称される異常な高温化現象が頻発するようになり、さらにこれまで上陸しなかった台風や、冬季の爆弾低気圧などの影響が深刻化している。これらの先達が経験してこなかった新たな問題にいかに対応していくかが、今後の大きな課題となる。本講演ではこれらの北海道オホーツクの水産増殖および将来の課題について概説したい。

## 天然色素の光輝性固体の創出と利用開発

東京農業大学 生物産業学部 食香料化学科 小河 重三郎

光沢性素材は、使用者や製品の個性を美しく引き立て、高級感ある食材や自然な化粧仕上がりを実現する上で極めて重要である。この「光沢」は、色素や顔料がもたらす光の吸収とは異なり、光の干渉現象によって生じるものである。よく知られた例として、天然の真珠や貝殻に見られる積層構造による反射光が挙げられる。従来、光沢性素材は主に金属や無機材料に依存していたが、近年では合成有機化合物を用いた新たな光沢性素材の開発に注目が集まっている。

金属系光沢素材はその比重の重さに加え、環境への負荷が懸念される。一方、有機化合物はこれらの課題を克服する代替素材として期待されており、さまざまな高分子系有機光沢素材が報告されている。また、近藤らはアゾ系化合物を用いた非伝導性のメタリック素材の可能性を提案しており、直方体状の分子構造が良好なスタッキングを形成しやすく、光干渉による効果的な光沢を実現する結晶構造をとることを示唆している。このような構造は、光沢性結晶を設計する上で有用なモチーフとなりうる。

一方、天然有機色素は古くから染料や着色剤として利用されるだけでなく、近年では薬理活性成分としての研究も進んでおり、上述の合成有機化合物の特徴に加えて「人体への低毒性」も特筆すべき点としてあげられる。近年、これら色素の集合構造の違いがその機能に直接影響を及ぼすことが報告されており、集合挙動自体が新たな研究対象として注目されている。しかしながら、天然有機色素を用いた光沢性結晶の創製に関する報告は全く研究がなされていなかった。そこで我々は近藤らの報告を手掛かりとし、天然色素において光沢性を示す集合構造モチーフの探索を目的として研究に取り組んできた。

本発表では、食品用途も視野に入れた加工プロセスにおいて、天然色素分子の集合状態を精査し、光沢を付与する条件を明らかにすることで、低毒性かつ環境負荷の少ない光輝性素材の開発を試みた成果について報告する。

なお、本研究は2022年に東京農業大学 生物産業学部がサントリーグローバルイノベーションセンター株式会社と包括連携協定を締結した後、食香料化学科で実施された共同研究成果の一つである。

## 小ロット・ローカル小麦粉の開発と地産地商ビジネス

東京農業大学自然資源経営学科 菅原 優

日本の小麦生産において北海道は、2024年時点で作付面積は56.9%、収穫量は69.2%を占めているなど、国産小麦振興をリードしている地域である。また、小麦の流通・消費をめぐっては、1999年産より民間流通制度へと移行するなかで、北海道では2009年より北海道内で消費・加工される外国産小麦を食の安全・安心、地産地消の観点から、道産小麦に転換する取り組みとして、「麦チェン」施策が取り入れられてきた。当時は道内製粉における道産小麦使用割合は17.0%であったが、こうした施策により2016年には目標の50%を超えるなど、北海道内の地場産小麦粉の使用割合は増えてきている。因みに日本の小麦の消費仕向量に対する国産比率は2023年現在で17.3%となっており、2000年の10.9%と比べても増加傾向となっており、北海道における消費と結びついた小麦の生産振興が日本の小麦の生産振興にも大きく寄与していることを示している。

こうした北海道における道産小麦粉の使用拡大を実需者（製粉業界）の立場から推進してきたのが、江別市に立地している江別製粉㈱である。江別製粉は1948年に創業した小麦粉を製造・販売を行う食品製造業であり、年間約32,000トンの小麦粉の生産能力を有しており、約300種類の小麦粉を製造・販売している。江別製粉の経営理念は「“食”と“農”を結び、つくる喜び、食べる喜びを共有する」となっており、「北海道産小麦のパイオニアとして、他社がやらないことや新たな価値観を追い求め続ける会社を目指す」ことを経営ビジョンとして掲げている。こうした理念のもとで2004年に小麦粉の製造ラインに導入されたのが小ロットオーダーメイド小麦粉生産システム（F-ship）である。このシステムは、江別製粉が開発した小型製粉プラントであり、FはFlour（小麦粉）、Farm（農場）、Food（食品）、Fit（ぴったりの）、Fine（素晴らしい）の頭文字から、shipはSmall-scaled Highly Intensive Plant（小規模校集約型プラント）から採用している。

すなわち、小麦1トン単位といった小ロットの小麦粉の受注生産をすることが可能となり、北海道内の市町村レベルでの小麦粉を製造することが可能となった。例えば、大規模な農業経営単位でも原料に求める基準をクリアすればオリジナルの小麦粉の製造が可能となることで、小麦粉の地域ブランドとしての

取り組みや農業経営の個人ブランド戦略を後押しする仕組みが出来上がったと言える。

こうして一般大手の製粉業界では取り組んでいない小ロット・ローカル小麦粉の開発は、北海道各地の生産現場や農業者にも積極的に地場産小麦粉を使用したプロジェクトとして地域振興に取り組む地域の増加へとつながっていった。先駆的な事例としては、江別市が産官学で推進した「江別麦の会」による取り組みで、小麦品種「ハルユタカ」の初冬まき栽培の確立から「江別小麦めん」の開発といった生産・加工・消費のシステムの形成である。個人の農業経営レベルでは、大規模に小麦を生産する前田農産食品(株)による5品種の小麦粉の販売が知られている。先に触れた「麦チェン」施策や地産地消によって地域振興やフードツーリズム等にも取り組む地域が北海道内の各地で展開され、地産地消ビジネスとしての展開が見られるようになってきた。

オホーツク地域の小麦生産を行っている地域においても、小麦生産を取り扱うJAを中心に江別製粉やその他の中小製粉企業による「地場産小麦粉」生産は広がりを見せている。網走川上流に位置し、人口規模4,373人(2020年「国勢調査」)の津別町においては、2社の大規模農業生産法人が共同で生産する小麦品種「キタノカオリ」(秋まきの硬質小麦で製パン適性に優れる)を100%使用して、江別製粉との取引で小ロット・ローカル小麦粉として「ツベツノカオリ」を2021年に商品化し、地元の飲食店やパン屋などとの取引につなげ、地域を盛り上げている。

小麦の生産・加工・流通・消費をめぐる仕組みや制度は、1999年の民間流通への移行によって大きく変化してきた。一般的には小麦の生産(農業者)→集荷・調製(農協)→製粉(製粉会社)→二次加工(製麺・製パン等)→小売(外食産業含む)→消費といった物流ベースの取引のみならず、安全・安心志向や国産志向といった多様な消費者ニーズを情報としてキャッチし、試験研究機関の多様な小麦の品種開発(パスタ用や製パン向きの超強力粉「ゆめちから」等)や特色ある製粉システムによる多様な小麦粉の開発につながった。津別町の事例においても、個性のある農業経営者による栽培の広がりが、小麦をめぐる特色ある産地づくりへとつながり、地域内消費の高まりや他地域との取引が拡大することで、地産地消ビジネスの展開として地域活性化にも寄与していくものと考えられる。