

1. はじめに（著者まえがき）

地域で有価物を小規模生産する際に、希少性・品質優位性をもつ植物種、動物種、微生物種を選ぶことで、新産業を個性化・差別化できる。この戦略に基づき、これまでに、国研、都道府県や民間企業等により数々の優良な品種が育成されて、海外製品や国内競合製品との差別化が図られてきた。その一方で、品種育成は、時として十年以上の年月と大きい研究投資を要し、決して一朝一夕に実を結ぶものではない。現在、地域活性化が急務となっている中で、常識の枠を超えた多様なチャンスを提供するため、新たな切り口からの生物資源の確保・改良と研究基盤整備が必要となっている。また、本稿では詳細を紹介しないが、栽培、飼育または養殖という、生物資源の価値を最大化する素材生産工程は、その次段の加工変換技術とともに、個性と付加価値を生み出す大切な要素工程である。「氏」と「育ち」の両方が大切である中で、「氏」を活かす「育て方」にも我が国の技術蓄積の優位性を発揮することができる。さらに、新産業創出時には、堅実かつ長期的な市場確保、「ブランド化」、六次産業化に対する総合的な取組等のマーケティング戦略も重要となる。このように、生物資源の生産を水源または最上流として、川上から川下への技術開発及び産業化の可能性を大きく膨らませる。

本稿では、生物資源の選抜・育成やその利用について、これまでの取組の概要、そして展望を概説する。地域生物資源を供給する産業としては、農林水産業及び発酵産業が考えられるが、本稿では触媒としての微生物、タンク等での閉鎖系微生物培養物等については触れず、直接、製品または製造用素材となる生物資源について述べる。なお、著者の理解不足から、農林水産業を守るために尽力する育種・品種開発研究者の情熱と、彼らが果たしてきた多大な役割について、本稿内で十分・的確に紹介できていない点をお詫びする。

2. 地域植物資源の多様性

可食部、有用物質または素材を含む野生植物資源を用いて産業を興すためには、まず、野生種を「作物化」する必要がある。品種育成時には、まず多様な遺伝資源を保有し、それを用いて効率的に形質を改良し、その形質を安定化することが大切となる。改良すべき特性としては、主に食味、毒性などの品質、多収・収量安定性、栽培安定性等が挙げられるが、生産者・実需者や消費者へのニーズに対応した、きめ細やかな品種育成も精力的に進められている。主な作物品種育成の担い手としては、農研機構等の国立研究開発機関に加えて、地域に合わせた独自性の高い育成を行う各都道府県、自ら行う先端研究の成果を世に出す大学研究者、そして野菜、花き等を中心に種苗開発販売を行う民間企業が挙げられる。このような中で、農林水産省では、「最新農業技術・品種」として、毎年導入が期待される品種に関するトピックを紹介している

(http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/new_tech_cultivar/index.html)。また、農研機構遺伝資源センターでは、生物遺伝資源を国内外から収集・受入して増殖・保存し、来歴や特性情報を整備して、研究開発のために広く提供している。さらに、同センターでは、遺伝資源の多様性や保存方法を研究し、確かな遺伝資源と詳細な情報提供にも取り組んでおり、植物約 22 万 5 千点、微生物約 3 万 2 千点、動物約 1 千 9 百点の遺伝資源を保存している (<http://www.naro.affrc.go.jp/ngrc/index.html>)。

農研機構 HP (<http://www.naro.affrc.go.jp/patent/breed/list/index.html>) では、同機構で育成した 700 以上の植物品種について名称、公開日と概要を調べることができる。【食用作物】 稲 (品種数: 138)、小麦 (36)、大麦 (22)、大豆 (37)、ばれいしょ (16)、さつまいも (32)、そば (13)、だったんそば (8)、はとむぎ (4)、アマランサス (1) / 【工芸作物】 ごま (4)、なたね (6)、さとうきび (15)、てんさい (5)、茶 (12)、桑 (8) / 【野菜】 だいこん (3)、ヤーコン (4)、はくさい (6)、レタス (2)、ねぎ (12)、たまねぎ (8)、アスパラガス (1)、トマト (12)、かぼちゃ (9)、なす (10)、とうがらし属 (7)、きゅうり (4)、いちご (19)、メロン (8)、すいか (4) / 【果樹】 かんきつ (30)、きんかん (1)、りんご (16)、なし (1)、日本なし (11)、西洋なし (1)、くり (4)、もも (8)、すもも (3)、あんず (2)、うめ (4)、ぶどう (8)、かき (15)、ブルーベリー (2) / 【飼料作物】 イタリアンライグラス (13)、ペレニアルライグラス (2)、オーチャードグラス (6)、トールフェスク (4)、メドウフェスク (2)、フェストロリウム (3)、ギニアグラス (1)、しば (5)、あかクローバー (3)、アルファルファ (3)、しろクローバー (1)、とうもろこし (52)、えん麦 (8)、ソルガム (7) / 【花き・観賞作物】 きく (10)、ばら (2)、カーネーション (5)、つばき (4)、アリウムカエシウム (2)、稲 (3)、アリウムホランディクム×アリウムカラタビエンセ (1)、さつまいも (1)、いちご (1) / 【バイオマス作物】 エリアンサスアルンディナセウス (2)。

この中で、稲 138 品種の概要説明文からキーワードを拾うと、上述したとおり、食味、収量、耐病性、栽培時期そして収量安定性に係る情報が主となる。具体的には、「低アミロース」、「良食味」、「多収」、「いもち病」、「白葉枯病」、「縞葉枯病」、「耐冷性」、「ツマグロヨコバイ」、「穂発芽」、「耐倒伏性」及び「成熟期」等が散見する。それに加えて、下記のように多様な特性情報が表示されており、農研機構が、地域新産業創出を促す多様な手段を提供しようとしているのが読み取れる: 「冷飯食味」、「クスクス」、「味噌」、「巨大胚」、「ブレンド適性」、「グロブリン含量」、「外観品質」、「高アミロース」、「ピラフ・パエリア」、「ポップコーン香」、「カレー・ピラフ」、「バスマティ米を日本で栽培」、「北海道の酒米」、「易消化性タンパク質グルテリン含量」、「紫黒米」、「赤飯、黒粥、だんご、寿司等の着色米飯、着色酒」、「全重収量」、「稲発酵粗飼料向き」、「組み合わせで収穫期間拡大」、「雑味の原因となるアミノ酸の量を減らした淡麗な清酒」、「冷めても硬くなりにくい」、「弁当への利用」、「無菌包装米飯加工」、「団子加工」、「米菓加工」、「アルファー化米粉加工」、「粳臭少ない」、「赤米」、「タン

ニン」、「カテキン」、「穂重型の超多収系統」、「一般品種との識別性」、「胚芽部分が約3倍」、「ギャバ」、「ピンクの「のげ」」、「年次変動小さい」、「白濁やもち臭少ない」、「プロアントシアニジン」、「餅、おこわ、菓子」、「玄米極大粒」、「耐肥性」、「植物グリコーゲン」、「糖質米」、「茎葉多収」、「直播栽培」、「カレールウと合う」、「バイオエタノール用」、「アミノ酸度」、「心白発現率」、「トビイロウンカ抵抗性遺伝子」、「黄熟期 TDN 収量」、「麺への加工適性」、「おにぎり」、「食物繊維」、「カルシウム」、「黄色化合物」、「麦跡栽培向け」、「2回刈り栽培」、「玄米砕けやすい」、「地域特産品開発」、「特別栽培米」、「泡盛」、「寿司米」、「掛米」、「米粉パン」、「搗き餅」、「おこわ」、「ソフトタイプ米菓」、「米粉麺」、「リゾット用米」、「カドミウムを殆ど蓄積しない」、「餅硬化速度」、「高温登熟性」、「業務用米」、「脱粒性」、「耐塩性／塩害発生地域」。

各地域では、よりマイナーな農産物を特産化している例も数多く見られる。「地域農産物の品質・機能性成分総覧」（津志田藤二郎ら編、(株)サイエンスフォーラム、2000年）では、地域特産品として、ハスカップ、ギョウジャニンニク、トングリ、ジュンサイ、食用菊、クワの実、アカビユ、マイタケ、ラッキョウ、イナキビ、レンコン、ユウガオ、コンニャク、ラッカセイ、ルバーブ、ワサビ、エノキタケ、フキ、シソ、モロヘイヤ、賀茂ナス、ヒロシマナ、スタチ、阿波番茶、タケノコ、オリーブ、バンカン、ユズ、ビワ、カボス、バンペイユ、赤ピーマン、ニガウリなどが収載されている。また、「地域特産物の生理機能・活用便覧」（津志田藤二郎ら編、(株)サイエンスフォーラム、2004年）では、アスパラガス、ナガイモ、トチュウ、コゴミ、ヒメタケノコ、ヒエ、乾シイタケ、ソラマメ、ずんだ、チャマメ、タラノメ、ウルイ、桑の葉茶、エゴマ、クレソン、ネギニラ、ブルーベリー、アシタバ、ウド、赤タマネギ、カラシナ、オケサ柿、新潟丸茄子、入善ジャンボ西瓜、金時草、中島菜、ヒュウガナツ、プルーン、イチジク、ギンナン、カラ、伊勢いも、三重なばな、ジャバラ、伊吹ダイコン、赤カブ、みず菜、伏見とうがらし、聖護院だいこん、天王寺カブ、水茄子、毛馬キュウリ、丹波黒大豆、丹波ヤマノイモ、二十世紀ナシ、オウレン、ハマボウフウ、黒田セリ、津田カブ、クワイ、ワケギ、太田カブ、ナツミカン、徳佐うり、アワ、ヤマモモ、キウイフルーツ、ヤーコン、カリン、ポンカン、レモン、伊予緋カブ、裸麦、オクラ、ミョウガ、ゼンマイ、ブント、かつお菜、サフラン、スウィートバジル、女山大根、キノス、日向カボチャ、イグサ、甘夏ミカン、シモン葉、ニガナ、シークワシャー、ウコン、グアバ等が地域特産品として紹介されている。

農林水産省では、国内需要の拡大が見込まれ、中山間地域の活性化に繋がる作物として期待される薬用作物（漢方薬等の原料）について、産地と漢方薬メーカーとのマッチング推進、栽培実証ほ場の設置、農業機械の改良等を推進している。これまでに、「薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（委託プロジェクト研究）」、「薬用作物等地域特産作物向け防除体系の確立推進事業」及び「薬用作物等地域特産作物産地確立支援事業」を実施し、厚生労働省と連携しつつ、薬用作物を安定的に供給する産地の体制整備を図っている。

3. 動物資源とその育種

家畜改良センターでは、家畜の育種改良、遺伝資源の保存、飼養管理技術の改善、優良な飼料作物種苗供給による自給飼料の生産拡大に努めている。それに加えて、種畜及び飼料作物種苗の検査、牛個体識別システムの的確な運営、伝染性疾病や自然災害発生時における緊急対応を実施している (<http://www.nlbc.go.jp/index.html>)。

農研機構では、遺伝資源センターが中心となり、農業生物資源ジーンバンク事業(植物遺伝資源部門、微生物遺伝資源部門、動物遺伝資源部門、DNA 部門)を行っている (https://www.gene.affrc.go.jp/index_j.php)。その中で、動物遺伝資源部門は、同センターをセンターバンク(家畜、家きん、蚕など取り扱い)とし、農研機構畜産草地研究所(現・畜産研究部門)(家畜、家きん、ミツバチ類取り扱い)、国際農林水産業研究センター(天敵昆虫、有用昆虫類取り扱い)及び家畜改良センター(家畜(牛、馬、めん羊、山羊、豚、うさぎ)、家きん取り扱い)をサブバンクとし、遺伝資源の収集、特性調査、保存、配布等を行う。公開中の動物遺伝資源数は 1,249 点(うち、ウシ 149 点、ブタ 180 点、ヤギ 57 点、ウサギ 110 点、ニワトリ 64 点、カイコガ 639 点)。

家畜改良センターの各牧場では、乳用牛、肉用牛(黒毛和種、日本短角種、褐毛和種)、豚または鶏(産卵性、産肉性)の改良増殖を担当する。地域銘柄としての畜肉生産を図る動きについては、例えば、地域在来種を利用した銘柄鶏・地鶏の開発によって、ブロイラー鶏肉との差別化を図る例が見られている。家畜改良センター兵庫牧場等の系統を利用することで、全国で 42 の銘柄鶏・地鶏が生産されている。都道府県が保有する肉用鶏品種系統データベース(平成 29 年度調査版)では、軍鶏、RIR、BPR、名古屋、比内鶏、会津地鶏、蜀鶏、NH、黒柏鶏、讃岐コーチン、土佐九斤、対馬地鶏、天草大王、熊本種、地頭鶏、薩摩鶏等が挙げられている (<http://www.nlbc.go.jp/hyogo/kokusankei/database/h29seiseki.pdf>)。

昆虫については、蚕の育種、養蜂業用のみつばち育種、食用昆虫の育種、カブトムシ等のペット用昆虫の育種等が考えられる。

蚕は、古くからの育種により家畜化された昆虫である。明治 44 年(1911 年)に原蚕種製造所として設立した蚕糸試験場は、蚕のハイブリッド品種の開発・普及を世界に先駆けて行うとともに、人工飼料育の実用化、絹と化学繊維の特徴を併せもつ新素材の開発などにも成功し、世界の昆虫学の最高水準を維持してきた。1988 年に蚕糸・昆虫農業技術研究所となってからは、昆虫及び関連微生物の機能解明と利用、絹需要の動向に即した蚕糸研究を一体化して推進し、今後の革新的農業技術の創成を目指すこととなった (<http://www.naro.affrc.go.jp/archive/nias/newsletter/#sanshi>)。蚕の育種技術と品種育成に関しては、2001 年に農業生物資源研究所の内部研究所として再編されるまでの約 13 年間に、太織度蚕品種「さきがけ」、「ありあけ」、広食性蚕品種「あさぎり」、「しんあさぎり」、「はばたき」、限性黄繭蚕品種「黄白」、細織度蚕品

種「しんあけぼの」、春用蚕品種「山彦」、「大成」、夏秋用蚕品種「梓」、広食性春用品種「ひたちさんし」、「春・嶺×鐘・月8号」、特徴ある蚕品種（細繊維度繭糸製造用）「改良しんあけぼの」、極細繊維度蚕品種「はくぎん」、細繊維度・広食性蚕品種「ほのぼの」、遺伝子組換え蚕の作出技術開発、蚕による有用タンパク質の大量生産系構築等多くの成果を挙げてきた。このうち、「あけぼの」、「はくぎん」等の育成に携わった山本俊雄氏は、『近年の細繊維度品種は昭和10年代に秦信親氏により育成されたMKに端を発し、それを改良した支21号及び支25号は特殊用途品種として活躍し、「あけぼの」、「はくぎん」に繋がった。太繊維度の基となった支23号、27太も同時代に育成されている。先人の偉業はもちろんのこと、それらを保存してきた組織や担当者の努力に改めて敬意を払いたい。』と記述している（(財)大日本蚕糸会「シルクだより」No.43(2012)、http://www.silk.or.jp/tayori_pdf/43.pdf）。先達が築いた研究分野を大切に温め、その意志を受け継ぎながら、それぞれの時代の中で分野を発展させ続けることが、農学研究者の使命であることに気づく。

その後、組織再編を経て、本分野の研究蓄積は農研機構に継承されている。2016年には、「第1回カイコ・シルク産業の未来～蚕業革命による新産業創出に向けて～」のタイトルでシンポジウムを開催し、攻めの姿勢をアピールしている。

食用昆虫については、世界で500種類以上あると推定されており、国内でも、イナゴ、スズメバチ類の幼虫、タガメ、ゲンゴロウ、ボクトウガ、カミキリムシの幼虫、ブドウスカシバの幼虫、カイコガ（まゆこ）、カワゲラ類・トビゲラ類の幼虫（ざざむし）、セミの幼虫等が食されてきた（梅谷献二「多彩だった日本の昆虫食」<http://www.jataff.jp/konchu/hanasi/h02.htm>）。近年では、食品廃棄物資源の減容化と飼料向けミズアブの飼育とを結び付ける課題なども提案されている（https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/kadai/new_project/h28/pdf/1-1604.pdf）。

4. 林木・林産資源とその育種

森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センターと森林総合研究所 森林バイオ研究センターでは、林業用種苗の品種開発、先端技術を用いた育種期間の短縮、林木遺伝資源の収集・保存、林木育種の海外協力などに取り組む（<https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/index.html>）。育種方法としては、主として集団選抜育種法及び交雑育種法を用いている。これまでに開発した9,000以上の精英樹、300以上のエリートツリー（次世代精英樹）の利用により、「初期成長が早く下刈り回数低減が可能」、「伐期が短く金利負担が減」、「積雪による根元曲がりが減」、「ネズミにかじられるリスクが減」、「材質が良く利用の幅が拡大」、「花粉発生が少ないスギの生産が可能」、「マツノザイセンチュウに強く枯れにくいマツの生産が可能」そして「二酸化炭素吸収量の増大が可能」というメリットがあることを挙げている。また、DNA分析、組織培養、遺伝子組換え技術等を林木育種へ応用するための取組が行わ

れており、セルロース含量の高い遺伝子組換えポプラ、雄性不稔とした遺伝子組換えスギの隔離ほ場試験を実施している。林木遺伝資源の探索・収集と保存については、林木ジーンバンク事業として行っており、試験研究用として配布も実施している。

林産資源である「きのこ」については、森林総合研究所に遺伝資源ジーンバンクが存在する(<http://www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/mogenebank/mogenebank.html>)。なお、平成 20 年度以前の菌株については、農研機構のジーンバンクに保存されている。また、鳥取大学農学部附属菌類きのこ遺伝資源研究センターでは、(財)日本きのこセンターより譲渡された菌株を含む約 8,387 菌株(2016 年 3 月現在)を保有している(<http://muses.muses.tottori-u.ac.jp/facilities/FMRC/>)。本センターでは、きのこに関する基礎・応用研究に加えて、「菌類資源科学」の知識・技術を習得した人材の育成にも取り組む。その他に、各都道府県の林産試験場でも遺伝資源の維持管理を行っている。登録品種については、例えば、農林水産省品種登録ホームページから「シイタケ」で出願公表と品種登録の総数を検索すると、231 件ヒットし、(財)日本きのこセンター、森産業(株)、明治製菓(株)、(株)秋山種菌研究所、(株)北研、(株)富士種菌、北斗(株)等の企業名に加えて、大分県、和歌山県シイタケ企業組合、岩手県、そして加藤明氏、亀井俊亮氏という個人名での出願もなされている(<http://www.hinsyu.maff.go.jp/>)。このうち、(財)日本きのこセンターでは、傘の大きさや形状、色、反転しにくさ、ヒダの美しさ、超厚肉・美味、柄の長さ・太さ、肉質の硬さ、石突きの小ささ等の個性をアピールした乾用推奨品種及び生用推奨品種を紹介している(<http://www.kinokonet.com/result/variety/>)。

その他の特用林産物としては、樹実類(くり、くるみなど)、たけのこ、わさび、山菜類、うるし、竹材・桐材、木炭・木酢液等が挙げられる。この中で、うるしについては、国産漆の品質が高い一方で需要増に対応できていない状況である。森林総合研究所等は、2010~2012 年度に農林水産省の研究プロジェクト「地域活性化を目指した国産うるしの持続的管理・生産技術の開発」(http://www.affrc.maff.go.jp/docs/research_fund/2010/pdf/22006_gaiyo.pdf)を実施し、ウルシ林の持続的管理技術及び優良系統を開発した。また、漆産業と技術・文化を継承しその発展を図る目的で、2016 年に日本漆アカデミーが発足し、漆サミット 2017in 鎌倉が 11 月下旬に開催される。

5. 水産資源とその育種

内水面漁業・養殖業では、アユ、ワカサギ、ウナギ、コイ等の食用水産物の養殖に加えて、錦鯉等の観賞用水産物の内需・外需の拡大を目指す。また、海面養殖は、ブリ類、マダイ、カキ類、ホタテ貝、ノリ類、コンブ類、クルマエビ、ホヤ、真珠等で実施されている。近年では、クロマグロ及びウナギの国内完全養殖、シロチョウザメの国内養殖にも成功している。

水産研究・教育機構 増養殖研究所(<http://nria.fra.affrc.go.jp/>)では、ニホンウナ

ギ種苗の安定的大量生産、ブリ類、ヒラメ、アコヤガイなどの重要養殖魚介類の育種等の研究開発を行っている。本研究所内の育種研究センターは、ゲノム育種グループ、系統開発グループ及び育種基盤グループより構成される。また、同所では、ジーンバンク事業を継続しており、生物餌料（微細藻類及びワムシ）、藻類（コンブ類、ワカメ、アラメ、カジメ類及びアマノリ類）及び微生物（海洋細菌等）の保存と配布を行っている。

「魚類育種の取り組みと問題点」（岡内正典氏ら、水産育種 40、pp.65-84, (2011)、<http://nria.fra.affrc.go.jp/kenkyu/topics/20110414.pdf>）では、魚種により繁殖・飼育技術の完成度が大きく異なっている点を問題として挙げており、これらの完成度が高い魚種では、DNA 情報の蓄積も多く、種々の育種技術を適用できる条件が整いつつあると述べている。養殖対象種としてのニーズが高まると考えられるハタ類（クエ、マハタなど）では、飼育・養成技術が整っておらず、種苗生産技術の向上及び形質の個体間差を詳細に解析することが重要となる。同著の中で、岡本信明氏は、非管理下の開放形水域を利用する栽培漁業では、必ずしも「育種＝品種改良」ではなく、遺伝的多様性を保持した放流用種苗の生産デザインの作成が育種となると述べている。また、養殖魚を対象とした育種の段階として、(1)野生魚から養殖魚へ（完全養殖化の段階）、(2)養殖魚の量的生産へ（商業的大量生産化の段階、）そして(3)養殖魚の質的向上へ（種苗の差別化の段階）を挙げており、それに加えて、飼育魚への自然水域の逃亡を抑えるため、あるいは国内外への展開時における権益保護のための養殖用種苗の不妊化技術の重要性を説く。

水産無脊椎動物の育種研究に関する総説を公表した和田克彦氏は、真珠養殖を日本が世界に誇る無脊椎動物の利用技術と位置づけ、養蚕業に似たような品種改良が進められる可能性に期待を示す（動物遺伝育種研究 33、pp.27-38, (2005)、https://www.jstage.jst.go.jp/article/abgri2000/33/1-2/33_1-2_27/_pdf）。本総説では、軟体動物であるアコヤガイの真珠層の厚さに関する形質、感染症耐性系統などに係る研究成果、その他の二枚貝、甲殻類、ナマコ・ウニ類に関する研究成果等が紹介されている。展望としては、繁殖と飼育の向上をセットにして行う必要性や、国際的共同作業によるゲノム情報利用の必要性を指摘している。

6. 新たな生物資源の可能性

農林水産資源を使って新産業を興す際には、これまでの農林水産業での発想に囚われない挑戦が求められる。バイオエコノミーを実現するための斬新な生物素材の利用技術を考える上で、既存の枠を超えた新生物資源の探索が必要となることは、想像に難くない。その一方で、経済活動を営む段階となり、低コストで生物資源を栽培、飼育または養殖し収穫する際には、病虫害、気象条件、土壌・水条件などの要因に対して耐性・適応性をもち、収量が多くかつ変動が少なく、品質が高位安定していることが必要となる。また、環境・生態系へ深刻な影響を及ぼさないことも重要になる。こ

のように、新たな生物資源を作物化あるいは家畜化（または家魚化）するためには、多くの品種開発・栽培研究を行う必要があり、野生資源からスタートする場合には、人員、時間と資金を費やすこととなる。

セルロース系資源作物として作出され、JES1 及び JEC1 が品種登録されたエリアンサスは、10 アールあたりの乾物収量が 4 トン前後となる。現在、エリアンサスの燃料化技術については実証試験が進められており、もしも、繊維質糖化プロセスが十分に低コスト化すれば、安価に糖液を得るための最適な作物となるものと期待される。エリアンサスの栽培技術開発に際しては、農林水産省委託プロジェクト研究「地域資源を活用した再生可能エネルギー等の利活用技術の開発（草本バイオエタノール）」（<http://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2039017879.pdf>）で、エリアンサスの一般特性（出穂特性、形態特性、収量関連特性、草型、越冬時枯死株発生頻度、組織培養適性等）、品種内個体の均一度の評価、機械収穫適性の評価、低コスト栽培・収穫技術の開発、生育時期別の原料品質の評価、一括収穫適期の選定、貯蔵試験等を行った。本報告書から、野生生物資源の作物化に向けた多様な検討・データ蓄積の一部を知ることができる。

石油化学工業と天然物化学との融合による新素材の開発、あるいは石油化学工業製品を代替するような新バイオ製品の製造は、持続的な資源循環のための重要な取組となるものと期待される。これまでも、色素生産のためのアイ、ベニバナ、ムラサキ、クチナシ等、天然香料成分、昆虫忌避成分、抗菌成分等に富む草本・木本植物、非可食のひまし油を生産するトウゴマ（ヒマ）、天然ゴム（ラテックス）を生産するパラゴムノキ、精油成分が価値をもつヒノキ等の樹木等、生物資源を使った多様な産業が創出されている。

7. 生物資源の高度利用における課題と展望

農林水産省農林水産技術会議では、2012 年に「作物育種の今後の進め方について」（http://www.affrc.maff.go.jp/docs/120611_2.htm）を取りまとめた。この中では、新品種導入の効果は大きく、我が国の品質やストレス耐性の改良の点で世界をリードしているとしつつ、新規需要拡大や六次産業化に向けての育種が十分に進んでいない部門もあると述べている。今後は、海外市場の動向を踏まえつつ、収量性や加工適性の向上等の分野の強化、そして限られた人的勢力を効果的に配置した育種研究体制の再構築と効率化が必要としている。また、ゲノム等先端技術の開発が進んでいる中で、DNA マーカー選抜だけでは対応できない量的形質に対する選抜技術の開発が重要となる点、作物によってはゲノム情報が十分でなく研究基盤整備が必要となる点、精密で高速大量処理が可能な形質評価技術の開発やバイオインフォマティクスの進展が重要となる点を課題としている。さらに、遺伝資源を巡る情勢が変化しつつあり、「生物の多様性に関する条約」（CBD）の第 10 回締約国会議（2010 年）において、「遺伝資源へのアクセス及びその利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分に関する名

古屋議定書（ABS 名古屋議定書）」が採択され、海外での遺伝資源収集・導入は困難化しつつある。このような中で、我が国における遺伝資源の収集、保全及び利活用の体制を整理すべきとしている。そして、本報告書では、作物育種の推進方向として、「特に、農業の競争力・体質強化を図るため、国内需要の代替でなく、輸入品との代替、六次産業化や輸出の拡大など新たな需要の創出につながる品種の開発を重点的に推進」していくこととしている。

気候変動への対応も喫緊の課題である。2017年に、日本学術会議農学委員会・育種学分科会は、報告書「気候変動に対応する育種学の課題と展開」を公表した（<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h170927-1.pdf>）。気候変動による直接的な収量変化、病害虫の発生・飛来等による収量不安定化、そして品質変化などが予想される点、そして遺伝育種研究の成果を速やかに作物育種につなげるため、ゲノム情報を利用した育種技術の開発が重要であり、従来の遺伝子組換え技術に加えて、ゲノム編集など新育種技術の開発も重要な課題である点を指摘している。また、作物や家畜の生産環境に共存する微生物との共生、寄生や相互作用に関する情報を解析し、育種学と多分野を融合した環境農学基盤を構築することや、土壌微生物のメタゲノム解析による耕作地の効率的利用や保全、耕作不適地の改良・緑化が重要と述べている。本報告書では、作物のストレス耐性として、乾燥耐性、塩害耐性、高温耐性、冠水・洪水耐性及び湿害耐性を挙げて、研究開発状況を解説している。

林木育種については、2011年3月に次世代育種促進研究会（事務局：森林総合研究所）が報告書「エリートツリーの普及に向けて」を取りまとめている（<https://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/jkisedaiikusyu/documents/tyuukanhoukoku110311.pdf>）。本報告書によると、欧米等では、成長形質を重視した集団の改良を繰り返す戦略をとっており、既に林木育種の成果を林業経営に反映し、次世代化による改良を進めている。これに対して、我が国では、多様な品質についての優良品種を開発しているが、開発速度では遅れをとり、次世代化が進んでいない状況下にある。そこで、「高速育種」をキーワードとして、今後、第二世代精英樹の選抜、採種園・採穂園の造成、苗木生産体制の確立及び第三世代精英樹開発の推進を図る必要があるとしている。

水産育種研究戦略は、2013年3月に水産総合研究センターで取りまとめられた（http://www.fra.affrc.go.jp/publications/manuals/Strategy_of_breeding_research.pdf）。本戦略では、養殖による水産物の多くが国内で消費されており、養殖生産力の維持・発展が食糧自給率向上に有効で、市場を海外に求めることで利益率向上、養殖産業の規模拡大による雇用創出にもつながるものと期待する。その一方で、飼餌料確保、疾病対策などの生産コスト増強や輸入水産物との競争により経営が厳しい状況にあると指摘し、改めて養殖対象生物に対する「育種」の有効性に注目すべきとしている。推進方向としては、「飼いやすい」、「成長が良い」、「病気に強い」、「低コスト」等を育種目標とし、ゲノム情報の活用や繁殖技術、育種技術の開発を産学官一体とな

り推進することとしている。養殖技術の開発を行う際には、全国レベルでは、産業規模が大きいもの、多くの地域で生産されているものを中心に、魚類ではブリ類、ハタ類、ニホンウナギ、クロマグロ、サケ・マス類、海藻ではノリ、無脊椎動物ではアサリ・カキ等の二枚貝、クルマエビ等を重点的に取り上げることが適当としている。その一方で、地域特産種については、日照時間や環境が異なり、ある一箇所で作出した品種を地方に導入しても成功するとは限らず、公設試験研究機関を中心に地域の環境に合う品種を作出することが必要としている。DNA マーカー開発、先端育種技術の導入、不妊化・借り腹技術、重要特産品種や希少種の保存、それを支える多様な技術開発、研究協力体制の整備等の重要性に加えて、水産生物の選抜育種や評価のための飼育施設が必要となる点を強調している。

内閣府総合科学技術・イノベーション会議・科学技術政策担当大臣等政務三役と総合科学技術・イノベーション会議有識者議員との会合（2017年10月12日）では、農林水産省農林水産技術会議事務局からタイトル：「バイオテクノロジーによるイノベーション戦略の検討について（農林水産分野）」の説明資料を提出している（<http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20171012/siryo3.pdf>）。この中では、ビッグデータ、バイオテクノロジー（ゲノム情報を用いた品種改良、ゲノム編集技術等）等を活用した品種改良（「スマート育種」）によって農林水産業のあり方を改革するという戦略を説明している。また、地域生物資源を活用したバイオ産業の創出を目指す中で、先行開発例として、GM カイコ医薬品、インターフェロン α 生産イチゴ、スギ花粉米、人口クモ糸繊維、光るシルク及び改質リグニンによる新素材開発を挙げている。多様な機能をもつ生物を物質生産工場として高度利用するという新産業の概念は、「スマートセルインダストリー」と称され、経済産業省主導で技術開発が進められている。本資料では、これらの技術開発を通じて、農山村地域等における産業・雇用の創出、地方創生の実現をめざすとしている。

8. おわりに（著者感想）

我が国には、沢山の生物資源が存在し、その改良によって、無数の新素材が生まれる可能性が秘められている。実際には、ここで列記した以上に、地域生物資源は数多く存在し、個性化・差別化のチャンスを待つ。

地域生物資源の改良と利用に関しては、二方向からの視点が必要と考える。一つ目は、食料安全保障からの視点である。将来にわたり優秀な国産品種が提供されれば、広く国民に対して良質な食料が安定供給され、また、そのことによって、国内農林水産業が持続的役割を果たし続ける。そのためには、全国広域レベルで重要性が高い作物、畜産物及び魚介類に対して、海外動向も注視しつつ、最先端技術による品種開発・種苗供給の可能性を研究・実証することが重要となる。この取組は、安定的な国産種苗供給を基軸とする国内農林水産業が、巨大な海外種苗会社によるグローバルな農業戦略、そして世界情勢の不安定化や気候変動の影響によって受けるリスクを低減する。

現時点で、社会的受容性に関して引き続き丁寧な説明が求められるゲノム編集技術や遺伝子組換え技術などを積極的に活用し、国内作物に対して想定される開発メリットを把握するための先端研究を推進するのも、国内農林水産業の防御、そして国産農林水産物や育種技術の海外展開という攻撃への布石と考えることができる。気候変動への作物の対応能力を高めるための取組も、そして ABS 名古屋議定書を遵守しながら他国の重要な遺伝資源に対する流動性を増すための粘り強い取組も、全て同様の効果を期待するものであろう。そして、この先には、国際協調を通じた、世界の食料安全保障高度化への貢献という形での、より高度な「国益」があるものと信じる。

もう一つの視点は、「地域の生物資源を小規模利用する産業を成立させる」というものである。冒頭で述べた「育ち」としての栽培技術や加工変換技術は、容易に国内外の他地域に移転できるが、古くから地域にある、または地域特産化した生物資源は、「氏」として地域のもつ個性を表現するための最も効果的な手段となろう。しかしながら、市町村レベル、地域企業レベルでの小規模な取組については、一つ一つの市場が小さいため、研究人員、時間と資金を割きにくい。このため、地域資源については、主に遺伝資源を保存する公設試験研究機関での対応、あるいは競争的資金による技術開発が求められている。上述した「作物育種の今後の進め方について」では、各地域やセクターによる分散的な開発を支援するため、独法、公設試、大学と民間が役割分担を行い、野菜や果樹などの比較的広域栽培されている品目について、重複を排除しつつ効率的に品種開発を行えるような体制を創ろうとしている。その一方で、よりマイナーで独自性の高い生物資源を改良する際には、このような連携体制の構築は困難となる。また、小規模の生物資源活用を考えた場合、その最大のライバルは、時として気候風土が類似した隣県、あるいは隣の市町村ということになる。このため、競争的環境を想定した、簡素で低コストな素材選抜と開発への支援が求められる。ボトムアップでの新産業創出を加速するためには、地域生物資源の個性化に興味がある人々が、新たな品種育成や種苗供給に挑戦できるよう、技術面、法令面そして経済面での問題を含めて道筋を示す必要があると考える。

生物資源のもつ潜在力については、(素人の雑な思いつきだが)例えば、その地域の由緒ある老木の枝から幼苗を再分化させて販売するだけで、地域の個性を出すことができると思う。(※11月24日に富山県の稲育種研究者と語る機会があり、この由緒ある木の例え話をしたら、県内で同様の例があることを教わった。調べると、富山市内の神社のスギが、偶然、無花粉スギだと分かり、これを用いた「はるよこい」を品種登録している (http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1103/mf_news_03.html。)) 特定の生物資源を利用して価値を創出するためには、その生物資源を「ブランド化」する必要がある。表現型としての個性や開発秘話だけならば、すぐに情報提供できるが、差別化のためには、その顧客へのメリットを説明する必要がある。それに加えて、販売物の品質保証責任と危機管理責任を果たす必要があり、一度、人的被害をもたらすような無責任な製品提供を行えば、その製品のみならず、ブランド化時に使った地域

名までも一夜にして悪名に変わってしまう。さらに、国内外他社により許可無く生産されないよう、品種登録等の手続きや品種判別技術の開発が必要となることもあろう。農研機構などが進める品種・産地判別技術やハザードの簡易検知技術の開発などは、個別の地域製品への信頼性を高め、最終的には、我が国の農林水産物由来製品のブランド化に寄与するものと期待する。

上述した二つの視点は、今回の品種育成戦略のみならず、著者が関係した国産バイオエタノール製造技術開発などを含めて、国内地域活性化のための技術政策を考える際に、常に意識すべきポイントとなろう。バイオ先端技術の高度化は、熾烈な競争にさらされる科学技術立国の維持・発展のため極めて重要であり、時代に応じて形を変えながらも決して止めてはいけない。その一方で、このような技術は **Made by Japan** に直結し、低コストでの海外製造には繋がりやすいものの、そのままでは、国内地域活性化という観点からの技術浸透力は必ずしも大きくないことがある。本 WG では、一つ目の視点としての先端バイオプロセス技術開発成果を、ブーメランにすることなく、上手に国内地域活性化に繋げるための方策を考える必要がある。それに対して、二つ目の視点である国内農山漁村地域の活性化は、今や喫緊の課題である。地域に様々な産業化チャンスを提供するため、小規模地域でのきめ細やかな技術開発が必要となる。バイオ先端技術の動向も迅速に取り入れつつ、時として、マイナーな生物資源の小規模活用を考えた研究成果を生み出すことが求められている。競争的資金による点描だけで斬新で綺麗な国の絵が描ければ良いが、人員、時間や資金に限られる中で、各の取組を一層効果的なものとするための手段を講じることが大切となる。具体的には、世の動向の一步先を捉え、多くの関係者が自らの立ち位置から新発想を生み出し、個々の研究を加速できるような、新原理・新基盤技術を湧出し続ける必要がある。本 WG では、現在のボトムアップでの個別対応研究に加えて、その効果を飛躍的に増大できるような、共通性が高いブレイクスルー技術を提供するための方策を考える。