

パネルディスカッション

司会 三輪太郎・睿太郎・パネラー 各報告者

(司会) それでは約 30 分位の予定で総合討論をしたいと思いますが、休憩後の後半の講演者の方に対しまして、講演だけで質疑を受ける時間がありませんでしたので、質問を受けたいと思います。会場の皆様には山川さん、加々美さん、岡部さんの講演に対する質問をお願いします。特に今回のシンポジウムでは、育種研究における大学の役割が共通テーマとして取り上げられていますが、育種教育、育種研究の方向をどのように考えて行けば良いのでしょうか。教育というのは大学で一定の知識や実用的な実験方法を教育して社会に出すわけですね。育種学や育種方法を学んだ場合、卒業してどのような職業に就くことができるのでしょうか。研究職に就きたいのであれば、公的な研究機関という選択肢がありますが。

育種を学んだ学生の就職先としての民間企業の皆様方は、どのような学生に来て欲しいと思っていますか。サカタのタネや造園会社ではどのような学生を求めているのでしょうか。サカタのタネの加々美さんからお願いいたします。

(加々美) わが社では、来週から大学生の面接が始まります。受験生の多くは農学出身者です。私も育種学の研究室を出てサカタのタネに入社しましたが、現在の種苗会社の受験生を見ていると、非常に幅が広く、工学部、生物工学、理学部と多様です。ただ、私ども種苗会社の研究部門では、育種、病理、またはバイオ分野の学生の採用を希望しています。最近はバイオテクノロジーを学んだ学生が多く、入社後も基礎研究やゲノム育種を希望しております。確かにこうした分野の基礎研究は必要ですが、圃場の経験、植物の観察経験が全く無い学生もいます。農学、特に植物系で仕事を希望する場合、真理追究のため基礎研究に没頭することも大切ですが、そういった研究成果を人類貢献に繋げるべく、圃場における実験や植物に対する観察力も重要です。こういった基礎と応用をバランス良く備えた研究者が欲しいと思います。海外では比較的そうした学生が多くいます。

野菜は、どちらかといえば農作物の中でもマイナーな植物ですが、米国では、ハウレンソウに特化した育種研究を行い、圃場を持っていて育種展開までやっているところもあります。このように、インドアで研究し得られたテクノロジーをアウトドアで応用し、育種が組み立てられる学生さんが、日本の大学でも多数育成されることを切に望んでいます。

(司会) 的確なコメントどうもありがとうございました。同じ視点で見た場合、岡部先生いかがでしょうか。

(岡部) 私は県の農業者大学校で後継者養成を 10 年ほどやりまして、それから試験場へ移りました。このときに試験場で育成した品種を現場で普及するという場面で、卒業生が非常に役立ちました。一般の農業者は新品种が売れるのかどうかを確認しなければ、作ってくれません。そのため、せっかく育成した新品种も利用されないでたなごらしになってしまいます。そうした品種は結構あります。その点、卒業生だと率先して作ってくれます。それから、業界として日本植木協会があり、日本列島植木植物園というプロジェクトを展開しております。育種の場合、先駆者利潤の獲得は重要ですので、初歩的な育種の技術を用いて品種を育成し、先駆者利潤を獲得しようというビジネスが盛んに行われています。種苗登録制度ができて、ますますその辺が認識されるようになっております。

東京農業者大学の卒業生もそういう民間ビジネスで活躍しております。こうした卒業生を集めると、かなり多様なビジネスができるのではないかと考えています。

(美濃部) 私も今は民間人ですが、研究者を雇い過ぎまして、これ以上の採用はできません。加々美さんが言われたのと同じようなことを経験しています。うちは育種事業を主としていますが、本格的に育種の研究室で訓練を受けてきた人は比較的少ないです。ゲノム育種のビジネスと言いますと、DNA 研究をやってきた人が応募してきますが、そういう人達は私達から見れば素人ですのであらためて教育し直さなくてはなりません。それよりも植物を観察する力、植物に強い興味をもつような学生が欲しいですね。文献知識で判断したり、マニュアルで仕事をするというタイプの人間は、うちのような研究開発企業には向かないと思います。

(司会) 藤巻先生、いかがですか。

(藤巻) 育種というのは 1 つの科学というよりは、むしろ技術であるし、実際に品種を作るのは実践的な事業です。しかし、学校教育の場では育種の実践的な訓練はできないと思います。それでは何を大学に期待するのか、やっぱり基礎的な訓練、あるいはものの見方、育種に対する関心や興味を育ててことが大切だと思います。その後の実際の訓練は、育種現

場でやるしかないと思います。大学では育種の技術は実際には教えていません。実際に育種をやっているわけではありませんので、実践的な教育はできないと思います。ですから、育種事業の現場で即使える人材の育成を大学に期待するのは無理だと思います。現場で鍛え直してもらわなければなりません。ただ問題は鍛え直すときに、鍛え甲斐のある人材を輩出することが大切です。

(司会) 鍛え甲斐のある人とはどういう人ですか。

(藤巻) 要するに強い関心を持つという意味です。

(司会) 山川さん、いかがですか。

(山川) 私はブリーダーだと言うと、最近うそだらうって言われます。お前はイモの機能性の研究者、あるいは食品科学の研究者じゃないかと言われます。しかし、その方面の研究論文は、私の仲間が主にやっているものです。自分はブリーダーだと思っています。ただ育種という行為は、人間が農業を始めて以来行われています。別に大学がなくても研究者がいなくても育種は行われてきました。だから品種を作る仕事というのは、作物が好なら誰でもできます。特殊な技術はいらないと思います。選べばいいんですよ、自然の中から選んでもいいし、交配して選んでもいいのです。育種というのは、それだけのことなのです。それでは大学では何をやるのか、あるいは育種学とは何をやる学問かということが問われます。大学での教育は、新しい品種を作るということに対し強烈な興味をもっている人材を育ててほしいと思います。

与えられたルールに乗って当たり前の品種を作るのではなく、自分で新しい育種目標をつくり、その目標を実現するための新技術を開発する。そこでは、バイオテック、化学や数字なども積極的に活用することが必要になります。また、どんな問題が起きても、ひるまずに挑戦する人材が求められています。こうした人材は、育種だけでなく全ての分野で求められています。育種の場合は総合的な技術ですので、特にそうした人材が求められます。また、大学の研究者はイネやムギなど、大規模な圃場を使って育種を実践することは難しいでしょうが、それほど大規模な圃場や施設を必要としないものであればできると思います。そのため、育種研究者育成のためのトレーニング圃場、つまり学生のトレーニングとして、大学で育種モデルを作り上げて体験することは必要だと思います。実際に育種をや

っている人とのコラボレーションも必要です。コラボレーションで大切なことは、大学としてイネが強いか、サツマイモが強いか、そういう特技を持つことです。ただ漠然とバイオ研究をやってもだめだと思います。ブリーダーだけでなく、栽培、バイオ等、全ての分野を揃えてイネに特化した研究をして強みを発揮すれば、様々な研究機関、企業から必ずコラボレーションの声が掛かってくると思います。

(司会) しかし、今の先生方の話では、強い興味を持っていればいいということだけに聞こえてしまいます。これでは、育種の基本的な教科書はできないのではないですか。一般的に、育種の勉強というと、高校時代にメンデルの法則を習い、大学で分子生物学や DNA のことを習うと思います。こうした伝統的な方法でいいのでしょうか。美濃部さんは、これまでの育種のアプローチとはかなり異なった方法を用いていますが、例えば美濃部さんが現代の育種の教科書を作るとしたらどんな要素を入れますか。

(美濃部) 申し訳ありませんが、実は私は育種の教科書を読んだことがありません。聞くところによると、どうも間違っていることが書いてあるのではないかという感じをもっています。実はメンデルの遺伝の法則に関連して、戻し交配をしたときに、どのぐらい置き換わるか質問したことがあります。その時、育種の関係者は $1/2$ 位、置き換わると言いました。これは正確には間違っています。したがって、遺伝学のきちとした理論に基づいて、育種学の教科書が書かれていないとすると、ちょっと問題かなという印象を持っただけです。ただ藤巻さんの話でもお分かりになったように、意外に量的形質については分かっています。細かく植物を観察すると、とんでもないことに気が付くはずなのに、狙っているもの以外に興味を示さないのが研究者です。わが社で開発した「恋しぐれ」という品種も、注目されているのは粒形が大きいということですが、これも狙って育成したわけではありません。品種登録の出願をする時まで気が付きませんでした。その特徴に気がついたのは、外部の人たちです。ですから、育種では常識に捕らわれないセンスでやる必要があるのかもしれない。しかし、基礎的な訓練は必要です。

(司会) 育種の教科書って僕も読んでいませんが、「遺伝率」が低い重要な形質を遺伝率のような概念に従って選抜を繰り返すという「育種理論」について疑問を感じています。こうした育種の技術的な点に関しては、分子生物学の発展により、ゲノムも分かって来ていますので、書き直していくようなことが必要ではないでしょうか。

(藤巻) なかなか挑戦的な質問ですが、先ほど説明しましたとおり、農業上重要な表現形質の発現に関与するポリジーンについては、その実態が現在でも殆ど分かっていません。ポリジーンの本体が解明出来れば、ノーベル賞ものです。これはなぜかという、ポリジーンの変化は、作物育種だけではなく、生物進化にも深く関わっています。しかし、その進化の根源が不明ですので、教科書を書き換えるほどの情報が蓄積されていません。それから、美濃部さんの話の中で戻し交雑に伴い二分の二ずつホモ化が進むというのは間違いだという内容のお話がありましたが、それは言い過ぎだと思います。美濃部さんのように分子生物学的な方法を用いて選抜を行えば、より早く反復親の方に回帰するのは当然です。二分の一というのは、大きな集団で確率的に出てきた数字ですので間違いとはいえません。

それから育種の教科書についての話ですが、非常に取っ付きやすいところだけが進んでいて、本当に難しい作物の重要な点は何も分かっていないというのが現実です。まだ、なかなか解決の糸口はつかめていません。最近はやりの QTL 解析では、特定の量的形質の変異に対する寄与度をゲノム上にプロットできますが、ポリジーンの本体や作用機作については皆目わかっていません。今後の大きな研究課題だと思います。

(司会) 今、刺激的な話題になっていますが、会場の方で何か意見がありませんか。

(駒嶺) 私は理学部の植物学教室で勉強していましたが、現在の植物学は分子生物学ばかりになっています。しかし、実際に一番必要なのは観察です。ある現象をよく観察して、それが新しい品種の選抜につながります。観察された現象の発生理由を分子生物学で解明することが重要ですが、今の学生は分子生物学のテクニックばかりに興味を持ててしまいます。これは、農学についてもまったく同様だと私は思います。農学部の農を取れという話がこれまでありました。しかし、農学部の農を取ってしまうのは大きな間違いであると思います。農学というのは、実際に畑を耕して作物を育て、それを良く観察するところから発展してきました。大学は農学のもの考え方、あるいはものを作る基本を教えるべきだと思います。そういう意味において、農学部における実学への挑戦は重要ですが、そうした実践が次第に少なくなっていると私は感じています。農学の学生であっても、作物をまったくいじったことがない学生がほとんどだと思います。サカタのタネを受ける方も、きっとそうした学生が多いと思います。

(駒嶺) それから、今日ほとんど出てこなかったのが遺伝子組み換えの話ですね。遺伝子組み換えは、育種にとって極めて重要です。藤巻先生によると遺伝子組み換えは、出口に至る 1 つのテクニックにすぎないとおっしゃいましたが、世界的には遺伝子組み換えが中心になりつつあります。しかし、日本は社会がそれを拒否していますので、研究も行政も十分な対応ができていません。しかしカロリーベースで見た日本の食料自給率はわずかに 39%で残りの 61%の食料を外国に依存しています。しかし、その外国、特にアメリカでは GMO が一般的で、トウモロコシ、ダイズ、綿花の多くが GMO です。しかし、日本ではそれでも相変わらず GMO に挑戦しない育種を、また育種が挑戦して研究を進めても国民は拒否するという構図になっています。私は、この点をとても憂えています。

こうした問題に足して、大学の役割をどのように考えるべきか、今後の育種を考える場合に重要なことであると考えています。この点に関して是非皆さんのご意見を伺いたいと思います。私も GMO については国民の理解を求めるために、日本の各地を回って説いていますが、難しさを感じています。

(司会) 遺伝子組み換えのアクセプタンスは、それを受ける主体によってかなり違いがあります。この会場にいる方は、研究者がほとんどで教育論・研究論で言えば、遺伝子組み換えというものを当然手法としても使うし、学生に教育をすべきだということに異論が出ないのではないかと思います。

ただし、遺伝子組み換え作物が商品として市場に出たときのアクセプタンスにつきましては、また別の問題となりますので、その点につきましては別の場で議論をしたいと思います。それでよろしいでしょうか。

(駒嶺) それで結構ですが、サカタのタネの加々美さんに是非、その点の話をお聞かせいただきたいと思います。

(加々美) 遺伝子組み換えにつきまして、穀類についてはおっしゃられた通りの実態だと思っています。一方、私どもが販売している花や野菜といった世界ではどうかと申しますと、日本は消費者の拒絶反応が強く、なかなか商品化ができません。しかし、私どもは世界中に品種を作り販売している会社ですので、眼を世界に転じますと、海外では他社から、ここ 2~3 年でたぶん商品化されるようになると思います。育種学の発展という視点を意識されて質問されたと思いますが、遺伝子組み換えという消費者の受け入れに対する議論も

大切ですが、企業の立場からすると、知財という戦略的な部分も、世の中への普及という点から重要なポイントとなります。現在は、Bt といった耐虫性や除草剤耐性が穀類で実用化されていますが、将来は水資源の問題を克服する遺伝子の解明といったような地球規模の問題解決を目指す研究が重要と思います。そうなる壮大な規模での研究投資が必要となるでしょう。こうなる日本種の会社には、その力がありません。それこそ産官学で日本がそうした研究でリードし成果の権利化によって知財立国になるぐらいの気持ちでやらないとだめだと考えています。

(藤巻) いささか GMO の話から離れてしまいましたが、先程山川さんが仰った大学における育種の実践について、少し意見を言わせてください。山川さんが主張されました通り、各大学で自分の得意な作物を持つことは大変大事なことだと思います。例えば、アメリカ合衆国の大学の多くは、得意な作物をもっています。その場合、地方の大学で育種をやる時には、地域の特産物を対象にするのがよろしいと思います。例えば、信州大学ではソバ等というように、ほかのところではやっていないものから始めるといいと思います。初めは遺伝資源を収集して、次に育種に近いことをする、さらに、それに関わる様々な情報を蓄積できるような研究を展開することが大学の1つの研究の在り方だと思います。

(辻本) 鳥取大学の辻本です。鳥取大学の例では、園芸学研究室がナシの品種をもうリリースしており、マーケットにも出回っております。そういう意味では果樹でもできると思います。私自身はコムギの研究者ですが、なかなか品種は作れません。そのため、ずっと悩みながら育種学を学生に教えています。最近、遺伝子学と遺伝子発現の間に非常に大きな違いがあると思っています。つまり遺伝子学を教えることは育種学に通じますが、遺伝子発現を教えると生理学全般につながります。従いまして、遺伝子組み換えをやるための遺伝子を採るのであれば分子生物学でもいいのですが、遺伝子、すなわちゲノムについては育種学でというように整理して学生に育種学を教えています。

(司会) 高橋先生、実学の立場からご意見はありませんか。

(高橋) 大学で育種を教える場合に難しいのは、学生は4年で卒業していきますから、いかにこの短い期間で育種の理論と方法を実際に教えるかとても難しい課題があります。しかし、食料供給に責任をもつ農学では、育種を抜きにその使命を果たすことはできません。

私は、栽培ですので、育種との連携が大切だと思っています。

(司会) 育種学会の会員である若い樋口さんはいかがですか。

(樋口) 私はずっと植物栄養生理学をやってきましたので遺伝子組み換えを当然技術として使います。そのため、組み換え技術に対する興味から育種学会に入りました。先ほど大学からどのような学生を輩出するかという話がありましたが、最近は就職活動が年々早まっています。農芸化学の分野では、食品会社に就職を希望する学生が多いため、食品系の研究室に入らなくては行けないですか、という夢のない話ばかりです。私の研究室は植物ですが、研究室に入って植物に触れて実験をしてみると、植物の面白さを理解し、種苗会社に行きたいという学生もいます。そのため、実習の中で作物、植物に触れるチャンスをゼロにしないように頑張っています。この春、たまたま珍しく種苗会社に、うちの研究室から2人も採用していただきました。確かに育種、遺伝学のバックグラウンドが全然ない学生をトレーニングするのは、会社の方も大変だとは思いますが、とにかく体を動かして生き物を育てることで、生き物を見る目を養うということを心掛けて、学生を輩出したいと思っています。

しかし、ものを見る目は、自分の子供のころと比べると年々低下しているように思えます。実習のときにもスケッチをなさいと言うと、まずみんな携帯で写真を撮ろうとするから、自分の手でスケッチをさせるようにしています。実験植物も育てていて温室を毎日見に行きますが、虫が付いているとか植物の様子がおかしいと気が付くのは私が先で、学生はちっとも気が付きません。どうしたら観察力を養えるか、悩んでいるところです。

私の勤務する大学のように、教員一人が指導する学生が非常に多いところでは、いかに効率よく観察眼を養わせるかが大きな課題です。私にも答えが見つかりません。先生方でどなたか、良い教育の方法をお持ちの方がいらっしゃったら教えていただきたいなと思います。

(司会) 本日は、様々な方がこのシンポジウムに参加していただきました。農水省の知財に対する取り組みについて紹介していただけませんか。

(佐々木) 知財は品種育成の中でとても重要です。現在は、国際的な標準に合わせるため、日本の品種の審査基準の見直しを進めています。また、国際的な動きとしては、東アジア

品種フォーラムを今年の夏に開催しました。実際にこのフォーラムに加盟している国は日本、中国、韓国とベトナムとまだまだ少ないのですが、参加国をアジア全体に広めていこうという動きもあります。

せっかくですので私からも大学に期待することを述べさせていただきます。全体として、大学教育における実学的な教育方法の重要性が多くの方々から指摘されたと思いますが、私も全く同感です。ぜひ大学でも、具体的な達成目標の実現を目指した研究・教育を進めていただきたいと思います。育種の場合のゴールは、社会に役立つ品種の開発と普及であると思います。もちろん大学でこうしたことを全て出来るかということ、できない部分が多いと思いますが、それでもゴールをめざすことが大切です。5人抜きでゴールをするマラドーナみたいな人もいますが、マラドーナに的確なパスを送るという役も必要です。教育の場面でも、やはり皆さんからお話があったように、できれば学生さんに育種の醍醐味を伝えたいですね。バーチャルな人間ばかりができていられる昨今でございますので、ものを作る、ものを見るという教育の充実が今強く求められているのではないのでしょうか。もし大学で全てできなくても、どこかの試験研究機関と連携して行うことはできます。

さらに、さっきの GM の話に関しましては、是非とも専門的な立場から積極的に社会発信していただきたいと思います。こうした面で大学に大いに期待しております。例えば GM の安全性や将来性の話、さらにはイネについて言えば、コシヒカリの親戚品種ばかりでいいのか、といった大きな問題提起をしていただければと思います。よろしくお願いします。

(司会) 様々な意見がでてきて、これからという時に時間になってしまいました。私は生物多様性をどのように見るかということにつきましては、たぶん現在は生物多様性については、自然史的な過程の中で生まれた生物の多様性を大切にするという時代に入っていると思います。生物にどのような変異が起こっているのかから始まって、それを人為的にどう動かしてきたか、それはどのような目標をもっていたのか、そのプロダクトは、そうした目標を実現のために必要な精度と方法を一元的に教え込むような体系が必要だと思います。

現在の科学は、全て専門分化して各分野がばらばらに研究をしているのが現状ですが、本当はそういう分野が 1 つの技術として、一元的に理解されることが非常に大事だと感じております。今後とも、あらゆる機会に議論を進めていくことが必要です。

本日は、どうもありがとうございました。