

メンデルの遺伝法則発表から 150 年！

長田 敏行

(公財) 日本メンデル協会会長

(公財) 日本メンデル協会の活動をお知らせいたしますが、2015年度はメンデル (Gregor Johann Mendel) が、最初に遺伝法則に関する発表を行って 150 年目になります。メンデルの講演は、1865 年 2 月 8 日と 3 月 8 日の二回に分けてチェコ共和国ブルノ市の高等実科学校（当時の）で開かれた、地元の科学協会の例会で行われました。形質の異なるエンドウを交配した実験結果から、今日我々が「優劣の法則」、「分離の法則」、「独立の法則」として遺伝学で習うものが導き出されました。そして、その翌年には、科学協会の紀要にその論文を発表し、要所に配布するも、その重要性に気付かれることはなく、35 年後の 1900 年に三人の学者により再発見されて世に知られるようになった法則です。そこから、遺伝学は始まり、品種改良をもたらし、その発展の結果もたらされた分子遺伝学、分子生物学は、20 世紀後半の科学であり、21 世紀になってもその進展は止まらない基本原理の発見です。このような重要な発見であるので、ブルノ市のメンデル博物館では、150 年を記念したシンポジウムとそれに関連した展示が行われました。我々にも、参加要請はありましたが、後に述べる、長田、河野によるバングラデシュ、インドの旅行のため参加はできませんでした。その代り、日本メンデル協会の活動に関するパネルを展示してもらいました。さらに、その後、メンデル博物館は、毎年 3 月 8 日を国際メンデルデーとして祝おうと提案されており、多分その方向に向かうことだと思います。我が日本メンデル協会もその一翼を担うべく動いていると申

します。

もう一点お知らせしたいことがあります。(公財) 日本メンデル協会は、創立者篠遠喜人博士と創立に際して協力された中沢信午博士らにより収集されたメンデルに関する資料を保有しております。これらを皆様に知っていただくべく、2016 年には長野県下諏訪町諏訪湖博物館でこれらの資料を基にした企画展を予定しております。具体的なスケジュールは今後決められますが、いくつかの貴重な資料があり、また、遺伝学の成立の歴史が展示される予定ですので、是非ご覧になっていただけたらと思います。その内容は、確定次第学会ホームページなどでご連絡いたします。

さて、改めて言うまでもないかと思いますが、本協会の主業務は国際科学雑誌『CYTOLOGIA』の刊行です。2011 年度より、この雑誌に載った優れた論文の著者に和田賞を授与することを始めており、その受賞者の初期の方々はバングラデシュやインドにおられます。それで、これらの人々に賞を差上げ、彼らの研究環境を知り、相互に情報の交換をすることが目的として両国を訪問しました。和田賞とは、本協会のかつての代表であり、同時に和田薰幸会の代表でもあった和田文吾博士を記念して設けられた、CYTOLOGIA に登場した優れた論文を執筆した方々に差上げる賞です。CYTOLOGIA は、我が国の国際誌の中では例外的に外国人の投稿が多く、従って、採択されて、紙面に登場する論文の 60 ~ 70% が外国人のもので、特にインド、タイ、バングラデシュなどから多く投稿されています。そんな状況を反映して、初期の受賞者はそれらの国々から出ていることは、驚きではありません。ところが、編集担当者はそれらの人々がどの様な状況で研究をしているか、また、今後の国際協力の可能性はあるかなど、重

必要な情報を欠いております。今回、それらの人々に会い、賞を直接差上げることで、それらの情報が得られることを期待して訪問しました。それで、長田は、「バングラデシュ管見」として、バングラデシュで経験したことを報告し、河野は「インド紀行（前編）」で、インド訪問の印象をお知らせしたいと思います。これらの概要も、併せて知っていただけたらと思います。

バングラデシュ管見

長 田 敏 行

(公財) 日本メンデル協会会長

バングラデシュへ

訪問の直接的目的に限ったら、第一回の受賞者ダッカ大学のアラム (Sheikh Shamimul Alam) 教授にお目に掛れば、それで目的は達成されますが、バングラデシュの情報を探しても、それがいかに少ないということを旅行直前の調査で実感しました。ツーリストなら、旅行ガイドブックを一冊手に入れれば済むことかもしれません、我々の場合そうはいきません。持ち前の好奇心もあり、未知であるがゆえにより調べてみたいという欲求にかられましたが、そんな点もこの稿から汲み取っていただければと思います。

我々はタイ国際航空機に乗って、バンコック国際空港からダッカ空港入りしたわけですが、その機内にツーリストらしからぬ風情の日本人がいたので言葉を交わすと、JICAよりの派遣で年内半分は現地で水利事業に携わっているとのことでした。上下水道の整備や水質の保全は極めて重要ですが、バングラデシュではまず手掛けなければならないインフラ事業で、それに日本が協力しているということを改めて認識しました。また、その方のおっしゃるには、到着の翌日は特に大学の周辺にはデモなどあるであろうから、十分気を付けた方がいいということで、全くそのような事態に備えていなかった私どもには驚きました。改めて、歴史的認識の重要性を実感しました。それは、かいづまんで

言うと次の通りです。

第二次大戦後インドとパキスタンが独立し、それぞれヒンズー教とイスラム教の国であることは、我々もよく知っています。一方、バングラデシュがパキスタンから独立したのは、1971年であることも知っていますが、その経緯までは知りませんでした。判明したことは、東パキスタンが西パキスタンの理不尽な立法措置に抗議して独立に立ち上がった際、西パキスタン軍が退避に際して、東の有力な知識人をあまた殺害したということです。知識人とは独立後に重要な役割を担うような諸分野の人々で、必然的に大学関係者が多いということでした。その折、殺害に関して罪に問われた人々の裁判の判決が我々の到着の翌日に出るので、その判決の具合によっては過激なデモがあるかもしれないということでした。改めて、国際情勢の機微を経験することとなりました。

入国

隣席の故国へ一時帰国するとおぼしきご婦人から、バングラデシュとは「ベンガル人の国」であるという意味であることを知りましたが、彼女はもう一言多分到着するときっとその状況にびっくりされますよとも付言されました。そして、ダッカ空港到着、ゲートをでるが、そこは国の玄関にしては狭く、自動小銃を持った警官か軍人が警備する物々しさでした。待機されている筈のアラム教授はプロフィルをメールで届けていただいているのに見当たりません。皆同じ顔に見えるのでした。やがて、アラム教授も見え、立派なニッサンのRV車で迎えに来て下さいました。そこから、彼らの取って下さったホテルまでの経路が、トラフィックジャムが一方ではなく、やはり社会インフラの不整備が目につく状況でした。道路事情としては、ほとんど信号がないことが目立ち、車はそれこそ混雑をすり抜けていく様子でした。また、オートリキシャの氾濫と、それをぬっていクリキシャの群れには驚くばかりです。人々の道路の横断はそれをすり抜けていくといったまさにカオス的状況です。

ダッカ大学

ダッカ大学の生命科学部へ案内いただいたが、建物は赤レンガの瀟洒な造りで、ユネスコの世界文化遺産に登録されているとのことであり、建造は植民地時代に遡るとのことでした。そのキャンパスの中をリキシャが日常的に走り、学生もそれを日常的に利用していることは新鮮なものに映りました。アラム教授の研究室は、国情を反映してか、豊かとはいえない様子ですが、彼らのCYTOLOGIAへの投稿の内容は、植物染色体に関する堅実な論文ですので、限られた状況の中で精一杯力を奮っているといえると実感しました。なお、アラム教授はかつて広島大学へ留学し、そこで学位を得てバングラデシュへ戻り、更に、フンボルト財団研究員としてキール大学で博士研究員をされて現職にあるということで、私もかつてのフンボルト財団研究員であり、後にフンボルト研究賞もいただいたということを話は弾みました。

本番はその翌日のセレモニーであり、その場所である100人収容程度の教室はほぼ満員で、立ち見の人も見られる光景でした。ブルカ、サリーをまとった女性が多く、大変華やかなのが印象的であり、学部の公式行事であり、学部長主催でした(図1)。まず、改めてアラム教授に和田賞のドキュメント読み上げてお渡しし、副賞の楯をお贈りしました。続いて、求められて、私は「モデル植物細胞としてのタバコ BY-2 株」の話をし、河野さんが「藻類バイオテクノロジー」の話をされました。それに交えて、日本メンデル協会の概要とCYTOLOGIAの歴史と活動について紹介を行いました。そのなかで、CYTOLOGIAは、第二次世界大戦中も刊行を中断することなく行い、また、戦後の混乱期も刊行し続けることができたと述べると、一斉に拍手が響いたのはうれしいことでした。更に、河野さんと私に記念品も下さり、今回の訪問がダッカ大学では大変重要な出来事であったという実感を持ちました。一般的情報として、狭い国土に1億5,000万の人口を抱え、人口密度は世界一であり、アジアの最貧国に属するとは云われますが、知的レベルは大変高く、国としてのポ

テンシャルは大変高いという印象をこれらのセレモニーを通じても感じ取ることができたことは、今回の旅行の成果であろうと思います。

その後、学科長のオフィスで説明を受けましたが、そこには歴代の学科長の肖像が飾られており、気になる名前がありました。それはMaheshwariという名前で、初代の生物学科長です。私の知っているその名前の人は、インドデリー大学の教授です。でも、ここはバングラデシュであり、インドとは微妙な関係であるからということで、最初は聞きそびれました。やがて、話が進むとその彼は間違いなくPanchanam Maheshwariであり、植物発生学の世界的にも著名な教科書を書いたその人でした。私個人として、印象が強く残っているのは、チョウセンアサガオの薬培養で最初に半数体を作った人々であり、S. Guha & S.C. Maheshwariとして発表された論文です⁽¹⁾。その時のデリー大学の植物学研究室を主宰していたのが、P. Maheshwariであり、伺うとダッカ大学からデリー大学へよばれたということでした。実は、このGuhaさんは10年ほど前には頻繁な往信があったのです。最初の連絡が、ネール大学(Jawaharlal Nehru University)のSipra Guha-Mukherjeeとあったので、半数体研究のGuhaさんと同一人物であることに気づきませんでした。東京大学勤務時代のことでしたが、インド政府よりの共同研究の申し入れがあると、文部科学省を通じて私を指名されてきました。それで、余り事情は良く分からず、共同研究の申



図1

ダッカ大学生命科学部での和田賞授賞式
右が第一回和田賞受賞者アラム教授

請書を文部科学省へ出しました。その担当者が Guha 教授でした。申請書類は、複数回書いたような記憶があるのですが、それは結局採択にはなりませんでした。そんなわけで、ここダッカ大学の生物学科に Maheshwari 教授の名前を見たことで、学問上はインドもバングラデシュも交流が盛んであることを認識し、我々ともつながっているということを実感した次第でした。

大学本部へ

セレモニーはもう一回あり、その翌日は Vice Chancellor のところを訪問するということでした。イギリス系の大学では、学長は名誉職ですので、大学のトップは、Vice Chancellor ということになります。明らかに英國風の紳士である、シディク (Arefin Siddique) 博士は、ジャーナリズム論がご専門とかで、文系的雰囲気を湛えた方でした。プレスが待機して、多くのフラッシュがたかれ、大学の歴史に関する冊子、紹介の冊子をいただき、再度大学のマーク入りの記念品としてネクタイなどをいただきました。そんな展開になろうとは予想していなかったので、これら予想外の歓迎に驚いたというのが正直なところです。なお、ダッカ大学は、13 学部、学生数 40,000 人の総合大学で、ほぼすべての学問分野をカバーしておりますが、農学系だけは別に農科大学があって、そちらでカバーしているということでした。

黄金のベンガル

アラム教授にはダッカで他に訪問の希望はと尋ねられており、それには博物館や植物園があればと申していたので、国立の博物館、環境省の直属の植物園を案内いただいたので、そこからの印象を申します。

博物館では、独立前の中世、古代のベンガルの物品に興味がありましたが、一方、バングラデシュの各地方の地勢・景観の展示もありました。特に、南部のベンガル湾に面する地域は世界最大のマングローブの森林ということで興味はありますが、今回訪問するには余りにも遠いところです。この国は特にモンスーンの時期に

は国土のかなりが水没する国柄であることを思い起こしました。また、現在私が少し調べ始めているオランダ東インド会社 (Vereenigde Oostindische Compagnie ということから VOC と略されますので、以下は VOC で通します) の活動範囲がこちらにつながっていることに気付きました。それを少し紹介します。

良く知られているように江戸時代において、日本と西洋諸国との窓口は、VOC の商館のある長崎出島でした。そこへ来て顕著な功績を挙げたのは、ケンペル (Engelbert Kaempfer), ツンベリー (Carl Peter Thunberg), シーボルト (Philip Franz von Siebold) ですが、それぞれが来日の時期は異なり、ケンペルは VOC が盛んな時 (1690–1692), ツンベリーは衰退に向かった時 (1775–1776), また、シーボルトはオランダが起死回生をかけた時期 (1823–1829) となります。その時の、日本からの輸出品は何でしょうか。実は、主要な輸出品は、一貫して銅でした。17 世紀前半には銀や金が出た時期もありますが、それはここでは省略します。そして、その輸出された銅が常に VOC の主要な利益の元であり、特に前半は VOC のアジアでの貿易の利益のほとんどを担っていたことが知られています。VOC の総督は、「銅は日本貿易のダンスのパートナー」と言っております。それでは、その銅はどこへ運ばれていったのでしょうか。主要な輸出先は、インド南西部のコロマンデル、そして、「黄金の」と冠せられるベンガル地方です。もたらされた銅からは銅錢が鋳造されたり、また、細い線にして網が作られて虫よけに使われました。ある時期には、オランダ本国へも齎されておりますが、それは、当時の銅産国スウェーデンがデンマークとの戦争により供給できなかったときです。その量はオランダでの消費の三分の一から二分の一であったということです。そして、銅の代りに、ベンガル地方からは絹が日本へもたらされました。これらの分析は、オランダハーグの国立公文書館の VOC 文書の解析からですが⁽²⁾、知っていさか驚いた次第です。

ところが、18 世紀に入って、イギリスの東インド会社が、海軍力と共に勢力を拡大して、

VOCを駆逐していきました。その理由は、VOCでは専ら収益はアジア圏で得ていたのですが、イギリスは植民地支配で得た利益を持ち帰った人が東インド会社へ投資しているので、アジア圏での利益に頼るVOCは敵ではなかったということです。しかも、ウェールズ地方で銅山が開発されたので、それらの銅がアジアへも齎されたということです。

一方、日本からの銅の供給にも不思議なことがあります。初期は、別子銅山が開発され産出量も高かったのですが、やがて鉱脈は尽き、地下へ深く入るので、採掘費がかさむのですが、それでも銅は生産し続け、しかも、幕府の銅座の買い上げ高は低く抑え、なおかつ、それより廉価で輸出していたという点で不可解としか言いようがないのです。正常な経済活動ではないと云えるでしょう。そして、その替りに輸入品の額を低く抑えたり、関係者の個人での貿易活動など、他の取引で全体のバランスを取っていたという事です^(3,4)。このように、かつて銅を通じてベンガルとつながっていたとは、現在のバングラデシュからは想像もつきませんが、これらは歴史的事実です。

後、環境省に直属する広大な植物園とその隣の立派な植物標本館では、当地の植物の概略を知りましたが、バングラデシュ北部ではインドゾウの侵入に悩んでいるが、それに備えて極めて鋭利なとげをもつ太いタケを植えることを検討しているという話には興味が惹かれました。インドとは国境を接しており、それは人工的に線引きされたものゆえ動物には関係ないということを示しているように思います。なお、最近の報道によるとインド、バングラデシュの飛び地の解消が両国首脳の会談により解決されたということは、人のことについても同様なことがあるということでしょうか。また、雨季には植物園の小さな湖の水位が5-6mは上昇するという

説明は、この国ならではの出来事であると感じました。

おわりに

これで私のバングラデシュ管見は閉じたいと思いますが、今度バングラデシュといつても首都のダッカのみの訪問でしたので、見聞きしたことはほんのわずかです。社会のインフラに問題点を抱えていても、知的レベルは高く、国としてのポテンシャルは大きいにあり、このような国と連携することは長期的見地からすると有意義であるという印象でした。なお、訪問の最後にアラム教授と相談した折には、染色体研究施設も発足したので、クロモソームペインティングのより高度な手法を習得したいので、人を派遣して欲しいという強い要望を述べられました。また、研究室の優秀な女性研究者が日本への留学を真剣に考えておられる様子から、何とかその希望にこたえてあげたいと思うばかりです。さらに、当地においては、CYTOLOGIAは大変重要な位置を占め、今回の滞在中も、日本メンデル協会のメンバーになりたいという複数の申し出があったことは、将来の展望につながるものでした。そのような思いをもって、ダッカを後にして、次の訪問先ニューデリーへ向かったのでした。

文献

1. Guha, S., Maheshwari, S.C.: Nature 212, 97-98 (1966)
2. 山脇悌二郎: 長崎のオランダ商館—世界のなかの鎖国日本, 中公新書 (1980)
3. 佐藤雅美: 幕末住友役員会, 講談社 (1988)
4. 島田竜登: 18世紀における国際銅貿易の比較分析—オランダ東インド会社とイギリス東インド会社. 早稲田政治経済雑誌362, 54-70 (2006)

インド紀行（前編）

河野重行

キトロギア編集長

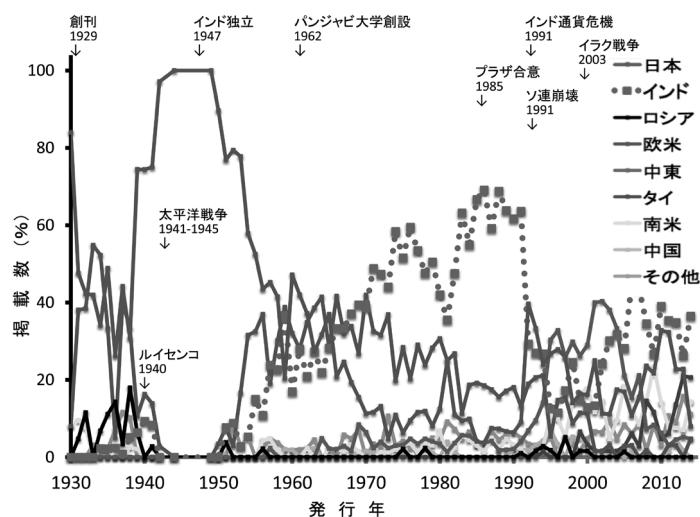
日本メンデル協会の「和田賞」は、国際細胞学会誌「キトロギア (CYTOLOGIA)」の創刊と発展に貢献した和田文吾博士と現在も支援してくださる和田薰幸会を記念して2011年に創設された賞で、細胞遺伝学分野でキトロギアの発展に貢献した研究者に与えられる。2013年度、第3回受賞者は、インドのVijay Kumar Singhal (シンガール) 博士、2014年度の第4回受賞者もインドのRaghbir Chand Gupta (グプタ) 博士であった。二人の業績を称えて賞状と賞品の盾を直接手渡そうということになった。当地を訪ね直接手渡せば何よりもキトロギアのプロモーションにもなる。キトロギアの歴史はインドの苦渋に満ちた歴史とも重なるし(図1)、インドの発展にキトロギアが支えられてきた側面もある。今回は、二人の細胞遺伝学者を訪ね、インドを旅して考えたことを2回に分けて紹介しよう。

二人とも、パンジャーブ大学の教授で、パンジャーブ平原からヒマラヤ山脈南西麓の植生と染色体進化の関係を研究している。授賞対象となったのは、クレマチス・モンタ

ナ (*Clematis montana*) やアグリモニー・ユーパトリア (*Agrimonia eupatoria*) の種内変異と核型 (染色体の形状と数) に関する研究である。

クレマチスの仲間は北半球に広く分布している。原種は約300種類存在するといわれ、インドや日本をはじめ中国、ヨーロッパ、ニュージーランド、アメリカ合衆国など世界各地に分布している。クレマチスの語源はギリシャ語の「つる」=クレマ (klema) からきているが、日本にはテッセンと呼ばれる在来種があつて(図2)、クレマチスよりそちらの方がよく通じるかも知れない。「テッセン」とは不思議な名前だが、クレマチスはつる性で、そのつるが鉄のように固いということで「鉄線」と呼ばれるようになったようだ。鉢に仕立てられた大輪のテッセンを花屋の店先で見かけることが多い。クレマチスにはモンタナ系と呼ばれる淡いピンク色の系統がある。旧枝咲きといって前年の枝に小輪の花をたくさんつける。ヒマラヤや中国に自生する原種や日本原産のカザグルマ (8弁) あるいは中国原産のテッセン (6弁) がヨーロッパに渡って改良が進み、モンタナ系が育成されてから人気のある植物となった。シンガール教授のグループは地の利をいかして、原種に近い状態のクレマチスなどの染色体異常と種内変異の関係を研究しようとしている。

一方、セイヨウキンミズヒキは日本の花屋の



店頭では見かけることはまずない。ただ、ハーブティーの愛飲者ならアグリモニーティーというのを聞いたことがあるかも知れない。セイヨウキンミズヒキはイギリスではアグリモニーと呼ばれ特に南西部地方ではよく見かける。ヨーロッパ中部から南部、アフリカ北部、アジア北部を原産とする多年草だ（図3）。以前参加したギリシャの学会では、講演要旨集と一緒に無造作に刈り取られ乾燥された一束のアグリモニーがお土産として配られたのが印象的だった。古代ギリシャや古代ローマの時代からその薬効は知られていたようで、その種小名ユーパトリア (*eupatoria*) は、紀元前120–130年頃、小アジアにあったポントス王国のミトリダテス6世エウパトルに由来する。エウパトル・ディオニュシウスは、ミトリダテス大王とも呼ばれ、アレキサンダー大王の如くギリシャ世界とペルシアを含む東方世界の融合を目指すことを誇称し、共和政ローマの東方覇権に挑戦したヘレニズム世界の最後の王だ。アレキサンダー大王のようにペルシアを征服しインダス河を越えインドに攻め上るのを夢見ていたかも知れない。グプタ教授のグループも地の利を活かして、パンジャーブからヒマラヤ高原へ至る地域でセイヨウキンミズヒキなどの種内変異と染色体異常の関係を研究している。



図2

テッセン (*Clematis flava*) (牧野 1961)

パンジャーブ州の州都チャンディーガルはデリーから北にほぼ300キロのところにある。北東にヒマーチャル・プラデーシュ州、その北が映画『インドへの道』で有名なスリナガルがあるジャンムー・カシミール州でヒマラヤ南西麓にあたる。ハウスポートが浮かび、水上バザールで賑わうダル湖を抱えるこの美しい都は、それでも『地球の歩き方 2014–2015 インド』には掲載されていない。停戦状態が続く印パ戦争の激戦地だからだろうか。ただ、ヒマラヤ山脈の南西麓の州に接するパンジャーブは、ヒマラヤ起源の植物の多様性や核型を調べるのにはもってこいだ。インダス川の支流サトレジ川は、ヒマラヤに源を発して、インドのヒマーチャル・プラデーシュ州を通過し、インド・パキスタン国境を流れパキスタンでインダス川に合流する。ヒマラヤからパンジャーブにかけてのこの川の流域がシンガール教授とグプタ教授そして彼らの学生達のフィールドとなるようだ。パンジャーブの語源は、ペルシア語で「5つの水」を意味するパンジュ・アープで、インダス川とその4つの大きな支流、シェナブ川、ラーヴィー川、ジェーラム川そしてサトレジ川に由来する。パンジャーブは、これらの大河に囲まれた地域で、灌漑によって小麦・米の生産力に優れた豊かな農地となっている。アレキサンダー大王



図3

セイヨウキンミズヒキ
(*Agrimonia eupatoria*) (牧野 1961)

がインダス川を越えてパンジャーブに侵入し、6,000頭の戦象と戦ったのは紀元前326年5月のことだ。それ以降もこの穀倉地帯を争って幾多の戦いが繰り広げられ今日に至っている。

イギリスからインドが独立したのは1947年のことである。この年の6月4日イギリス領インド帝国を「インド」と「パキスタン」に分割することが決まり、パキスタンは8月14日に独立し、そしてインドは8月15日に独立した。この短期間で一千万人以上もの人口流入と流出が印パ間で生じ、その大混乱の中、パンジャーブ地方ではイスラム教徒とヒンズー教徒の間に数え切れないほどの衝突と暴動、虐殺が発生、さらに報復の連鎖が飛び火し、一説によると死者数は100万人に達したとされる。この間の惨劇は映画『ガンジー』にも詳しい。パンジャーブ地方はパキスタンのパンジャーブ州とインドのパンジャーブ州に分割されたが、両者の不信と憎悪は今なおこの地に燻っている。インドのパンジャーブ州からは既にデリーが切り離されて独立州となっていたが、印パ分離後にもハリヤーナー州、ヒマーチャル・プラデーシュ州、チャンディーガルが分割されることになった。チャンディーガルは、今はパンジャーブ州とハリヤーナー州の両方の州都を兼ねているが、行政上はどちらの州からも独立した連邦直轄領の一つでもある。私たちの目指したのは、このチャンディーガルの南西60kmにあるパティアーラー (Patiala) というところで、パティアーラー県の県都とのことだった。人口は30万人ほどで、18世紀にその地にあった同名の藩王国の首都でもあったらしい。『地球の歩き方 2014-2015 インド』ではパルティアーラーは地図にさえ載っていなかった。私たちはインドの民間最大手のジェットエアウェイズでデリーからチャンディーガルまで行き、そこからはタクシーを使うことにした。

印パ分離独立は各方面に様々な影響を残した。1882年創立のパンジャーブ大学も例外ではなく、パキスタンのラホールにあるパンジャーブ大学 (University of The Punjab, Lahore 1882) とインドのチャンディーガルにあるパンジャーブ大学 (Panjab University, Chandigarh 1882) と

に分かれた。インドではその後のこの地方に1つの総合大学と2つの単科大学ができた。私たちが目指すパンジャビ大学 (Punjabi University, Patiala 1962) とパンジャーブ農業大学 (Punjab Agricultural University, Ludhiana 1962) とパンジャーブ工業大学 (Punjab Technical University, Jalandhar 1997) である。パンジャビ大学が創設された1962年はインドにとっては大変な年で、中国のカシミールの領有を巡る紛争が大規模な武力衝突に発展した年でもある（中印戦争）。その後もカシミールを巡る紛争は続くが、インド経済は着実に発展しているかに見え、パンジャビ大学のグループも着実にキトロギアへの投稿を伸ばしていった。キトロギアが創刊した1929年から現在までの国別掲載数（%）を見るとその時々の政治や世界情勢が反映されていて興味深い（図1参照）。中国からの投稿は昔も今ももともと少ない。一方、ソ連からの投稿は戦前にはかなりの数に上っていたが、ルイセンコが権力を掌握した1940年以降はほとんどゼロになってしまった。インドからの投稿は戦前からかなりの数に上っていたが、太平洋戦争中はさすがに掲載されなくなっていた。インドが1947年に独立すると投稿も復活し、その後は確実に掲載数を伸ばし、1970年代には欧米を抜いて掲載数1位となった。しかし、その地位は長くは続かず1991年を境に急激に減少してしまう。インドの主要貿易相手国であるソ連の崩壊と湾岸戦争によって引き起こされた原油の高騰で、インドの国際収支はこの年大きく悪化し、債務のデフォルトに直面したのだ。この危機に経済改革を断行したのが、ナラシンハ・ラーオ首相とマンモハン・シン財務大臣で、その経済改革を支えたのが日本の3億ドルの緊急融資だったといわれている。マンモハン・シンは2004年には首相の座につくが、彼がパンジャーブの貧しいシク教徒の子として生まれ、貧困克服の手段を学ぶことで故郷への貢献を果たそうと経済学者を志し、チャンディーガルのパンジャーブ大学で経済学を学んだことはよく知られている。

日本と同様、キトロギアとパンジャーブは浅からぬ縁で結ばれている。経済発展目覚ましい

インドで、パンジャビ大学のグループを中心にインドの細胞遺伝学が今後どのように発展するか楽しみである。次回はデリーからチャンディーガルそしてパルティアーラーのパンジャビ大学への道中を見聞する。今回は最後にデリーのインディラ・ガンディー国際空港で見たパンジャープの方角に沈む夕日を紹介しよう(図4)。インドでも都市間の移動には気軽にジェットを使う時代になっている。写真でよく見かけるエアコンのない満員の電車で長時間旅した時代も終わりを告げようとしている。



図4
インディラ・ガンディー国際空港で
パンジャープの方角に沈む夕日

プロトプラスト作成に 欠かせない単離用酵素。 これも「ヤクルト」の研究成果です。

人も 地球も 健康に
Yakult

区分	製品名	特長	用途	包装
セルラーゼ	セルラーゼ "オノヅカ" R-10	植物の細胞壁を溶解し、組織を崩壊させる作用を有しています。	植物葉肉細胞、培養細胞のプロトプラストの調製	10g
	セルラーゼ "オノヅカ" RS		植物細胞(Tobacco BY-2 Cells等)のプロトプラストの調製	10g
植物組織崩壊酵素	マセロチーム R-10	ペクチナーゼ、ヘミセルラーゼなどを高力価で含有し、植物組織を崩壊して単細胞化させます。	植物葉肉細胞、培養細胞の単細胞化	10g

※プロトプラストの調製において、セルラーゼと植物組織崩壊酵素を混合して使うこともできます。

ヤクルト薬品工業株式会社

本社/〒186-8650 東京都国立市泉5丁目11番地 tel:042-577-8967 fax:042-573-1682
営業部/〒104-0061 東京都中央区銀座8丁目18-11 tel:03-3546-7451 fax:03-3546-7452
E-mail:yakultph@nifty.com

プロトプラスト
なぜプロトプラストの調製が試みられたか?

長田敏行
(公財)日本メンデル協会会長

植物細胞の形を特徴づけるのは細胞壁の存在であるが、研究者は20世紀初頭から、それを取り除いたらどのようなことが起こるかという期待の下に多くの試みを行ってきた。細胞壁の一端を鋭利な刃物で切ってプロトプラストを得ようという試みもあったが、得られる量が極め

て少量であるので、研究はそこからは展開されなかった。1960年になって、イギリスのコッキング(E.C. Cocking)が木材腐朽菌を自ら培養してセルラーゼを精製し、プロトプラストの調製を試みたが、得られる量が限定的であることには変わりなかった。1968年に建部到らによって、ヤクルト薬品工業が生産する酵素がこの目的にかなうことが見いだされて、この分野は急展開することとなった。マセロチームR-10、セルラーゼ・オノヅカR-10の誕生である。これらにより、タバコ葉よりプロトプラストを得た

建部らは、葉肉プロトプラストでタバコモザイクウイルス (TMV) の一段階増殖系を完成させた。

ところが、この時点では葉肉プロトプラストの培養系は確立しておらず、この分野の最も権威あるとされていたホワイト (P.R. White) の世界的に著名な教科書でも極めて難しいとされていた。しかし、長田敏行と建部到はそれに挑戦したところ、実は葉肉プロトプラストは、適正な条件を選定すると、培養に好適な材料であることを見いだした。プロトプラストから極めて高率の植物個体の再生に成功したが、それは1971年であった。折しも、プロトプラストでは、細胞融合の誘導条件が見いだされて、「体細胞雑種」という新領域を生み出すこととなり、植物バイオテクノロジーの開幕となった。

プロトプラスト調製の強力コンビ

マセロチーム R-10 とセルラーゼ・オノヅカ R-10 の導入は、植物科学に新しいページを書き加えたが、酵素処理とは人工的な実験条件であるので、その処理時間は短ければ短いほど良いということから、新しい酵素が求められた。その一つは、醤油製造の過程で使われるカビ由来のペクトリーゼ Y-23（当初盛進製薬製、現在は協和化成製）であり、極めて広い範囲の植物材料の組織から細胞の分離を可能にした。また、植物細胞のモデル系として知られるタバコ BY-2 細胞のプロトプラスト化で見いだされたのが、セルラーゼ・オノヅカ RS（ヤクルト薬品工業）である。現在でも、ペクトリーゼ Y-23 とセルラーゼ・オノヅカ RS の組み合せは最も強力で、多くの植物組織・器官からのプロトプラスト調製を可能にしたが、これらは1979年から1981年にかけて長田らにより達成された。

形質転換の素材としてのプロトプラスト

プロトプラストへは、DNA の導入により形質転換が可能であることから、遺伝子導入手段としても用いられるようになった。特に、当初イネ科植物材料はアグロバクテリアによる形質転換ができないとされていたことから、例えば

イネの形質転換素材としてのプロトプラスト調製は必須であった。今日では、アグロバクテリアによる形質転換が可能となったことから、その重要度は下がったが、なおその手段としての役割が終わったわけではない。また、一過的な遺伝子発現手段としてはなお良く用いられている。

プロトプラストでないとできないことは！

植物細胞を特徴づけるのは、液胞の存在である。タバコ BY-2 細胞より調製したプロトプラストを遠心場に置くと、比重の差により液胞が除かれたミニプロトプラストが調製できる。このミニプロトプラストから調製された液胞分画を含まない細胞質分画では、タバコモザイクウイルス (TMV) のインビトロ増殖系が確立されているが、これは植物細胞では唯一の実験系である。また、イネプロトプラストに、TMV-RNA とキウリモザイクウイルス (CMV) RNA を同時に導入すると、TMV-RNA 単独では増殖できないが、CMV-RNA との共存により増殖できるような系も、プロトプラスト系のみで可能である。後者の解析は未だ中途であるが、イネ細胞に存在するウイルス増殖の抑制とその抑制解除の分子機構解明に関する極めて重要な系である。

このように、植物プロトプラストの研究は今日なおその生命を失わず、植物科学に重要な貢献をしているということができる。その調製手段として、マセロチーム R-10、ペクトリーゼ Y-23、セルラーゼ・オノヅカ R-10、RS の研究手段としての役割は重要であることを改めて指摘したい。

本稿は、ヤクルト薬品工業が細胞壁分解酵素を研究用に販売してから45年経過したので、その経緯を各方面に知っていただきたいということから、当協会にもその内容を伝えてほしいという依頼があった。それに応えて、長年関わってきた長田がその概要を紹介することとした。メンデル協会通信としては異例ながら、各理事の了解も得られたので、紹介することとした。

平成 27 年度 市民講座「メンデル講演会」の記録

本年はお二人の講師にお願いして下記の要領で開催した。詳しくは日本メンデル協会のホームページをご覧ください。

下諏訪町民大学「メンデル講演会」のご案内

主 催：公益財団法人 日本メンデル協会
主 管：下諏訪町教育委員会（下諏訪町公民館・諏訪湖博物館・赤彦記念館）
期 日：平成 27 年 11 月 21 日（土）
時 間：13：30～15：30
場 所：下諏訪総合文化センター 2 階 集会室
参加費：一般 100 円（高校生以下入場無料）

講 演

メンデルの遺伝法則発表から 150 年！

東京大学名誉教授、法政大学名誉教授 長田 敏行先生

今年は、メンデルが遺伝法則を最初に発表してから 150 年目にあたります。メンデル遺伝学は古典的遺伝学ともいわれますが、それは決して古くなつてカビの生えたものではなく、現代の分子生物学・分子遺伝学の基礎でもあり、バイオテクノロジーの基礎でもあります。また、メンデル遺伝学は過去に政治の影響を受けたこともあります。これらをまとめて、改めて遺伝学の意義を考えみたいと思います。さらに、2016 年には日本メンデル協会所蔵の資料をもとに、メンデル企画展を準備しておりますので、その準備内容の概観をお伝えしたいと思います。

藻類バイオは何をもたらすか

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授 河野 重行先生

小さな単細胞の藻（微細藻類）を使った食品や化粧品が話題になっています。東京オリンピックには微細藻類で作ったジェット燃料で世界中から客を迎えるというキャンペーンもあるくらいです。微細藻類の物質生産能には定評があります。地球上の二酸化炭素の増加を抑えるために、二酸化炭素の収支がゼロ（カーボンニュートラル）になるように、藻類バイオによる物質やエネルギーの生産が望まれています。こうした取組みは世界中で始まっていて、チェコやスイスといった長野県のような海のない山国でも盛んに研究されています。今回はそんな研究の一つを紹介しましょう。

講師略歴

長田 敏行（ながた としゆき）

1945 年長野県生まれ。1973 年東京大学大学院修了・理学博士、東京大学名誉教授・法政大学名誉教授、公益財団法人日本メンデル協会会长、「遺伝」編集委員、著書に『イチョウの自然誌と文化史』裳華房（2014）他がある。

河野重行（かわの しげゆき）

1951 年埼玉県生まれ。1999 年より東京大学大学院新領域創成科学研究科教授、2007 年より CYTOLOGIA 編集長、著書に『藻類オイル開発研究の最前線』エヌ・ティー・エス（2013）『動植物の受精学』化学同人（2014）、『Atlas of Plant Cell Structure』Springer（2014）他がある。

公益財団法人日本メンデル協会 役員

(平成 25 年 9 月 2 日～平成 29 年 3 月 31 日)

理事 (6 名) (平成 27 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 31 日)

長田敏行 (会長)	東京大学名誉教授・法政大学名誉教授
河野重行 (副会長)	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
松永幸大	東京理科大学理工学部応用生物科学科教授
数藤由美子	独立法人放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター 被ばく線量評価部生物線量評価室室長
野崎久義	東京大学大学院理学系研究科准教授
山口正視	千葉大学真菌医学研究センターグランドフェロー

監事 (2 名) (平成 25 年 9 月 2 日～平成 29 年 3 月 31 日)

平野博之	東京大学大学院理学系研究科教授
箸本春樹	神奈川大学理学部生物科学科教授
評議員 (12 名) (平成 25 年 9 月 2 日～平成 29 年 3 月 31 日)	
石川清子	(財) 和田薰幸会会長
井上弘一	埼玉大学名誉教授
川岸郁朗	法政大学生命科学部教授
佐甲 (永田) 典子	日本女子大学理学部教授
田中一朗	横浜市立大学大学院理学総合研究科教授
中村宗一	琉球大学理学部教授
中村俊夫	信州大学名誉教授
馳澤盛一郎	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
平井百樹	東京大学名誉教授
宮村新一	筑波大学生命環境系准教授
邑田仁	東京大学大学院理学系研究科附属植物園教授
室伏きみ子	お茶の水女子大学名誉教授

第 5 回和田賞選考結果について

本賞の選考に際しては、第 5 回和田賞選考委員会（長田敏行、河野重行、日詰雅博、酒泉満、松永幸大）を立ち上げ、キトロギアに掲載された過去 5 年分の論文の引用件数などを詳細に調べ、独立行政法人放射線医学総合研究所の数藤由美子氏を和田賞受賞候補者とすることが決まり、理事会、評議員会の議を経て認められた。

第 2 回 CYTOLOGIA 奨励賞選考結果について

本賞の公募に関しては、HP に公募記事を掲載するとともに、理事と評議員に推薦を依頼した。選考に関しては第 2 回 CYTOLOGIA 奨励賞選考委員会（長田敏行、河野重行、日詰雅博、酒泉満、松永幸大）を立ち上げ、所定の採点表で候補者の、専門分野などの適正、業績や国際的な評価、論文の数やインパクト、キトロギア掲載論文の有無、将来性とこれからの貢献度を採点して、愛媛大・教育学部の柴田洋氏と東京大・農学生命の内田英伸氏の 2 名を奨励賞候補者とすることが決まり、理事会、評議員会の議を経て認められた。

編集後記

日本メンデル協会通信 No.30 をお届けいたします。記事は、会長より「メンデルの遺伝法則発表から 150 年！」と「プロトプラスト」について、キトロギア編集長より「インド紀行(前編)」について寄稿いただきました。両先生共にバングラデッシュとインドを訪問し、キトロギアを通じて国際交流を広めたようです。私も 1994 年にインドを訪問したことが 1 回だけあります。当時マドラス大学の藻類学の先生が 75 歳を迎えるので、国際シンポジウムを開催するので、来てくれと電話があったからである。毎日ホテルと大学をバイクの 2 人乗りで通うという楽しいものであったが、ヘルメットはなかった。

野崎久義