
インカのいも (その4)

熱帯農業研究センター 伊 敷 弘 俊

作物の原産地には作物とその原種及びそれを取りまく生物相の多様な生態的・遺伝的変異が存在し、作物を改良し新しい栽培法をひらくための資源の宝庫というべきものを形成している。中南米は多くの作物の原産地として特異な位置を占めるが、急激な社会環境の変化によりそれらの作物の貴重な遺伝資源が喪失の危機にさらされている。特に栄養繁殖をする地下作物はこの危険性が高く、現地での調査・保存等緊急な対策が必要である。しかし、これらの地下作物に関する遺伝学的生物学的基礎知見の欠如から、遺伝資源の維持・評価・利用を拡大しようとしても具体的方法さえも確立されていない作物も少なくない。原産地の在来種や近縁野生種には性質や遺伝的類縁関係がよく把握されていないため利用されていないものが多く、新しい評価・利用方法の開発がまたれている。

熱帯農業研究センターでは『中南米原産作物の遺伝的変異の解明と利用』の研究課題を実施している。その一環として昨年度も中南米（アルゼンチン・コスタリカ、メキシコ）に出張し、「中南米における地下作物の遺伝的変異に関する研究」の調査研究を行う機会を得た。中南米は多種多様なイモ類の原産地であるので、中南米各国におけるパレイショ、サツマイモ、キャッサバやその他のアンデス山脈地域特有のイモ類（普通パレイショ以外のパレイショ、オカ、オユコ、マシュア、アラカチャ、ヤーコン、アヒパ、ヒカマ、マカ、マウカ、アチラ）の遺伝資源の評価・利用方法について調査した。前報に続いてアルゼンチン、コスタリカ、メキシコのイモ類とその研究の現状紹介と考察である。



8. コスタリカ

コスタリカは国をあげて自然生態系と生物の多様性の保存・調査を行い最近世界の注目の的になってきた。国土の約30％が国立公園や自然保護区として保護されている。しかし、近くの山々にはどういう訳か樹が少ない。よく考えてみると、樹は切り倒されて草原の牧場になってしまっている。そこで、コスタ

リカ政府は国立生物多様性研究所（INBio）を3年前に設立し、国内のすべての生物種を分類し、生物種の保護・保存に努めている。INBioの研究者のほとんどが分類学者で、国内の生物種を分類整理し、どの種が絶滅の危機にあるのか考え対策を立てて、生物種の収集・分類・保存を行っている。もちろん、いも類も含まれている。

このINBioが国際的に一躍有名になった原因が、科学雑誌サイエンスにも昨年掲載されたことだが、米国の巨大製薬会社メルク社とINBioとの間の生物の利用に関する独占契約の話である。その契約の要点は次の4点である。(1)メルク社はINBioに契約金として100万US\$支払うこと。(2)INBioは収集・保存している生物を医薬品の原材料として検定する独占権をメルク社に与えること。(3)これらの生物由来の成分が入っている医薬品の売上の一定の割合を使用料としてメルク社はINBioに支払うこと。(4)メルク社はINBioの研究者に医薬品材料検定方法を教えること。このような契約の仕方は、自然を守りながら貴重で再生産可能な生物より新しい医薬品を開発して行くので、持続的開発だとINBioは主張している。また、その可能性を提供してくれる自然（熱帯雨林）の生物は「緑の宝（緑の黄金）」と考えられている。

INBioは国内の動植物すべての種の目録を作り保存することを目的にしている。その活動自体が新しい挑戦であり得られた情報は大

変貴重であり、生物を調査すること自体が研究と自然保護の資金源になっている。なぜ製薬会社が熱帯雨林に強い関心を示しているかというと、以下のような事例が数多くある。1958年イーライ・リリー社の研究者が、ジャマイカの祈禱師の教えに従って、熱帯雨林に自生している生長の遅いツルニチニチソウの研究をしていた。その植物はビンブラスティンとビンクリスティンという2つの強力なアルカロイドを含んでいた。ビンブラスティンはホジキン病（リンパ肉芽腫）に効果があり、このガンを80%軽減することができる。また、ビンクリスティンは小児白血病の90%を助けることができた。そして、イーライ・リリー社はこの2つの医薬品だけで毎年1兆US\$（130兆円）もの売上があった。しかしながら、この植物のことを教えた祈禱師とジャマイカにはまったく見返りはなかった。それで、世界中の人々が自分達の身の回りの自然や伝承的情報に注目し始めた。特に、企業や外国に情報を提供するときに注意深くなった。今度のINBioとメルク社間の契約は、豊富な自然から産まれた利益は独占されることなくその自然を保存してくれた国・機関にも分配される良い例である。この様な契約は、まず自然資源が存在しないと不可能なので、自然保護を促進する良い方法だと考えられている。

なぜ特に多雨林に目を向けて巨額の資金をつぎ込み新しい医薬品を求めるかというと、これまでに開発された高等植物由来の医薬品121品目の内の3分の1は熱帯雨林産の植物より由来していた。最も有名な例は、アマゾンのキナの木の花の皮から抽出したキニーネでマラリアの特効薬である。キニーネに代わる人

工化学医薬品は多く開発されてきたが、薬剤耐性マラリア原虫を作り出す結果になってしまった。そしてまた自然の物に新しい薬品を求めるようになった。最近開発されたキンガウスという薬品は中国産の熱帯植物から作られている。

南米の熱帯雨林に繁茂しているツタの含むD-ツボクラリンという強力なアルカロイドをインディオは毒矢のクラーレ（やじりに塗る毒）として利用していた。今では、このアルカロイドはパーキンソン病や筋肉硬化に対して筋肉緩和剤として利用されているが、人工的に化学合成が不可能である。クラーレの解毒剤であるネオスチグミンは西アフリカのカラバルマメから取れ緑内障の治療薬として利用されている。

東アジアの原住民はスネイクルート（根がヘビの咬傷に良く効くといわれる数種の植物の総称）をヘビや昆虫の咬傷の解毒剤として利用していた。1940年代に西洋の学者はこの薬に注目し、レセルピンが鎮痛剤・鎮静剤の基本物質になった。メキシコの地下作物からはコーチゾン（関節炎とリュウマチの治療薬）やエストロゲン（発情ホルモン、二次性徴ホルモン）、プロゲステロン（着床調整物質）等の経口避妊薬の基本物質を抽出している。避妊薬を生産するために使用されるその植物の売上は毎年1千万US\$（13億円）にもなる。その植物は熱帯森林でしか栽培できない。

研究者も植物由来の物質が医薬品になる可能性が大きいことに注目し、熱帯雨林で原住民と共同で民族植物学的に調査研究を始めている。北西アマゾンでは、ウリ科の植物の皮は結膜炎の治療薬として、ニクズクの皮から得る樹脂は殺菌薬として利用されている。ア

マゾンのバマラ族はイチジクの仲間の植物を維持して、それを使ってお茶を作っている。このお茶は不可逆的不妊化の効果があり「子無し薬」と呼ばれている。メキシコの灌木から取れるゾアパトレは受胎を阻止するためアフターピルの基本物質になった。ガーナの熱帯雨林の植物から取れる物質は応用の幅の広い抗生物質であり、メキシコの植物の皮から取れる物が中絶薬として現地の婦人に利用されている。

驚くべき多様生をもつ熱帯雨林は医薬品開発をしている研究者にとって最も魅力的な存在である。温帯の森林では1エーカー（1,224坪）当たり4種の樹木しか存在しないが、熱帯雨林では80種もの樹木が存在する。全世界の25万種の樹木のうち9万種は新世界の熱帯に分布しているが、まだほんの1%の樹木しか調査研究されていない。今後もガンやエイズの治療薬の開発には熱帯産植物がかなり貢献すると考えられるが、そうなるには熱帯の植物が生存し続けなければならない。世界では毎分百エーカー（12.24万坪）の森林が消失し、何千もの生物種も消滅してしまった。今では世界の熱帯雨林も半分にまでなってしまった。まだ多くの種が未知のままであり、そのような生物種には有益なものも多くあると考えられるが、どんどん消滅していつている。それと共に、原住民が何世紀の間利用してきた植物の有効性などの民族植物学的な情報もますます聞かれなくなっている。急激な社会環境の変化のために貴重な遺伝資源と社会資源が消滅しようとしている。民族植物学的な知識を保存し利用することは、実は遺伝資源の保存にもなる。ただ単に保存を行い医薬品などのための「金の卵」にする

だけでなく、現地での有効な生活方法を維持・継承していく必要がある。このようなプログラムを「魔法使いへの弟子入り」という。コスタリカでも民間療法として利用されている薬用植物は市場価値があり医薬品になる可能性もある。“Hombre grande（大きな男）”と呼ばれる灌木から抽出されたものは腹痛をやわらげるために利用される。瓶詰めで酒場で売られていて、酒の飲み過ぎの時にこの薬が役に立つ。ガバイラナ（gavilana）は消化不良や下痢に、マンザニーリャ（manzanilla）は炎症に、ククルメカ（cuculmeca）は貧血症に利用されている。ククルメカの根を天日乾燥させ粉碎し、水や牛乳に少量加えるだけで精力剤になる。

しかし、ここで大きな問題がある。人々は金になりそうだと生物・植物のことを考えるが、そうでない場合は存在の意味さえ認めないことが多い。現存する生物資源というのは金になるかどうかかわからないものがほとんどであり、金とは関係なく存在している。INBioは生物資源を提供することによってメルク社より使用料を受け取るが、それを国に納めるわけではない。国の生物資源の利用権を1つの私企業に独占的に与えることや使用料が1研究所だけのものになることに対して賛否両論あるところである。国の生産資源の管理・所有権はINBioだけに属するのか、金になりそうなものにしか対応しないのか、疑問も投げかけられている。コスタリカでは個人や企業から資金を集める森林のオーナーシステムの会社があり、チークの森林を再生させ配当金としてチーク材生産物を現物支給している。チークの森は再生産できその森の自然を守ることはできるが、チークの森以外の多様性を

維持することは困難である。

9. メキシコ

国立農牧林業研究所（INIFAP）は国を9地域に分割し、各地域に地域研究センターを設置している。各地域研究センターは担当地域内に多くの試験場を置いている。元々1961年に創設された農業試験場（INIA）、畜産試験場（INIP）、林業試験場（INIF）の3機関が1985年に統合され現在のINIFAPになった。メキシコ全土に約1,600人の研究者が活躍している。

INIFAP中央地域研究センター（CIRCE）メキシコ盆地試験場（CEVAMEX）はチャピンゴにあり、約70人の研究者を有している。CEVAMEXにはトウモロコシとインゲンマメの2つの遺伝資源銀行がある。遺伝資源は国内の各地域の自然環境によって違うため、代表的な高地、中間地、低地（熱帯）の各地域より収集されている。パスポートデータに記載されている遺伝資源を維持しながら一次評価を行っている。遺伝資源は国内外の研究機関と交換され育種に利用されている。また、交換先や各生態地域の試験場で現地評価をしてもらっている。

トウモロコシではメキシコ国内より約10,000系統が、中央アメリカ諸国より約1,000系統が収集され保存されている。遺伝資源銀行の短期保存用施設としては5℃の冷蔵庫を、長期保存用施設としてザカテカス試験場に-20℃の冷凍庫がある。セラヤ試験場では中間盆地を対象にした研究を行っていて、トマト、チリペパー、カボチャの3種類の遺伝資源銀行がある。セラヤ試験場には保存用施設がないため、遺伝資源を栽培保存している。CE

VAMEXもセラヤ試験場に中間地に適応したトウモロコシを増殖してもらっている。高地向けはチャピンゴ（海拔2,200m）で、中間地向けはセラヤ（1,800m）で、熱帯向けはイグアラ（700m）で研究が行われている。熱帯のイグアラには牧草の遺伝資源銀行がある。CEVAMEXは、イグアラ試験場にも熱帯向けトウモロコシの増殖を依頼している。

高地でのトウモロコシ栽培の問題は倒伏害と風雨による被害である。中央地域では早期開花と霜害抵抗性を研究している。熱帯地域では根腐れ病が問題である。地域によって問題も異なり育種目標も異なり、それぞれの地域に適応したハイブリッド品種を育成している。

生態気候の違う他の試験場で増殖してもらい、各系統の種子1.5kgずつ長期保存にまわしている。毎年300系統を増殖し、種子の更新を行っている。ここで面白いのは、同じ条件で比較検定したいということで、毎年同じ圃場で種子の増殖を行っている。そうすることによって、間違った系統の混入を防ぐことができるという。中南米10ヶ国とトウモロコシの育種と遺伝資源に関する共同研究もあるので、お互い遺伝資源を研究材料として利用しあっている。

隣のチャピンゴ農業大学はメキシコ最古の農業大学で、今では国内唯一の大学院博士課程をもつ農業大学である。チャピンゴ農業大学は9学科があり、農学科ではイチゴの組織培養の研究も行われていた。大学内にあるメキシコ植物遺伝学会では2年に一度定期全国大会を開催し、また年に何回か機関誌を発行して農家への普及の段階まで世話をしている。

トルーカ試験場は1943年に設立され、現在

はCIRCEの本部としても機能し、24人の研究者を有している。遺伝資源と育種関係ではバレイショ、トウモロコシ、コムギの研究を行っている。トルーカ試験場はCIRCEの本部としても機能しているため、遺伝資源・育種事業をはじめ各分野のCIRCEと国内外の研究機関との連絡・調整も行っている。トルーカ試験場には8ユニット（種子生産、育種、植物病理、農業生産、生物学、遺伝資源、貯蔵、疫病）がある。バレイショ疫病の研究に1ユニットがあてられていることで、疫病がどれほど重要かを如実に示している。

バレイショの研究の始まりは国際バレイショセンター（CIP）の活動が深くかかわっている。米国のJohn Niederhauser博士と初代のCIP所長Richard Sawyer博士が、ロックフェラー財団の資金でInternational potato program at Mexicoをトルーカで開始した。Niederhauser博士がトルーカでバレイショの疫病菌を発見し、疫病菌がトルーカでは有性・無性の2世代存在することを確認した。疫病菌の有性・無性世代の2世代が存在するトルーカは世界中のバレイショのもつ圃場抵抗性を検定するのに最適の場所である。その後、2人はCIPを設立し、その本部をペルーに建築した。

バレイショの研究活動の拠点としてはチャピングのCEVAMEXとトルーカ試験場があり、主な育種目標は高収量、病害抵抗性、高品質（食用・外食産業用、工業原料用）であった。これまでに23品種の疫病抵抗性品種が育成されている。これらの品種を育成するにもいつも国内・国際プログラムも参加している。多くの疫病抵抗性品種があるため、育種目標としては高品質（食用、原料用、チップ用）、

高生産性（収量）や良嗜好性（形、色）が重視されてきている。栽培時の他の問題として、シュードモナス菌による病害とゴールデンネマトーダによる線虫害がある。

遺伝資源銀行の担当作物としてバレイショを中心に扱ってきたが、1992年オオムギ、ソラマメ、森林樹木も加えられた。遺伝資源ユニットではバレイショ288系統を試験管培養で保存し、約1,600系統を栽培保存している。

疫病菌は発芽するときに、より攻撃的に、より病原性が強くなるという。トルーカでは有性生殖菌が交雑し様々な疫病菌レースが出現している。11種の疫病菌病原遺伝子と複数の遺伝子座及び248もの疫病菌レースが存在している。そして、この様な様々なレースが一年中観察できる。疫病菌病原遺伝子と疫病菌レースは大変貴重な遺伝資源であり研究材料であるため、トルーカ試験場では様々な標準レースを保存している。この点にCIPをはじめ世界中が注目し育種事業の過程でトルーカ試験場において、世界中の育成系統の疫病菌に対する圃場抵抗性が検定されている。育種事業での疫病抵抗性検定をみると、最初に実験室内での特定菌レースに対する抵抗性検定、次に現地での圃場抵抗性検定を行った後に、トルーカ試験場へ送られてくる。トルーカ試験場で圃場抵抗性の最終検定を3年間行っている。

トルーカ試験場での3年間の検定で、15000系統が100系統にまで選抜されてしまう。その後は、各地域に返送され地域適応性検定を4年ほど続ける。

CIPを中心にした中米・カリブ海諸国のバレイショプロジェクト“PRECODEPA”には10ヶ国が参加して共同研究を進めている。

また、バレイショ疫病だけのプロジェクトとして“PICTPAPA”があり、カナダ、アメリカ合衆国、オランダ、ポーランド、メキシコの各国とCIPが参加をしている。このプログラムでは、CIPが国際ワークショップを開催している。

農家と話をしてみると、農家は大量の殺菌剤を使用し市場価格の高い疫病に弱い品種を栽培し続けている。疫病抵抗性品種の栽培と比較して、非抵抗性品種の栽培には殺菌剤散布等により約30倍の生産費が必要である。これまで多くの疫病抵抗性品種が育成されてきたが、農家現場ではなかなか栽培してもらえないようである。しかしながら、殺菌剤を買う資金の乏しいアフリカ諸国では重要な品種になってきている。

これまでに育成した品種には“Crusa 146”、“Crusa 147”（1950年代）、“Conchita”、“Atzimba”（1960年代）、“Tollocan”（1984年）、“Michoacan”（1990年）等がある。“Crusa 146”は東アフリカで、“Conchita”はフィリピンで重要な品種になっている。育成した国ではあまり目も向けられない品種でも第三国では貴重な品種になることは多々あるが、研究者としては自国での普及を願っている。

トルーカ試験場では自然の栽培条件下で疫病抵抗性を選抜し23品種を育成しているので、育種目標として良食味と高収量が重要になってきた。

生物工学ユニット組織培養実験室では5人の学生を受け入れ卒業論文の世話をしながら共同研究を進めている。CIPとは異なる実験方法を採用していて、培地にも5種類あり、品種・系統により培地に対する生育反応が異

なるため、系統の分類に利用している。なかには2～3年もの長期間継代培養をしなくても保存できるものもある。

各系統10試験管ずつ8℃の恒温室で保存されている。また、これらの系統の評価・分類の方法として主に農業形質を比較しているが、最近ではタンパク、アイソザイムそしてRFLPマーカーも利用し始めている。CIPやCIMMYT（国際トウモロコシ・コムギ改良センター）ともそれらの立地場所の地域に合った品種・系統の増殖・検定をお互いに利用しあっている。毎年ウイルスフリー化を進めていて、現在288系統が保存されている。ウイルスフリー化には1サイクルに10ヶ月ほど必要である。組織培養研究室では、1個人の興味で、オエコを10系統ほど保存している。メキシコではアメリカ合衆国への輸出農産物としてヒカマが成功している。ヒカマの値段はいも類では高く卸値でUS\$3～4/kgもするという。

しかし、ヒカマの研究はあまり行われていないようである。それでも、市場では甘い品種と淡泊な味の品種が売られていた。

熱帯農業研究センターの南米での活動やCIMMYTとの共同研究を知らせてあげると、研究者はじつに強い関心を示した。そして、「なぜメキシコには研究者は来ないのか」、「なぜうちの研究所には来ないのか」、「あなたは来てくれるのか」とかつめよられてしまった。そこでも、熱帯農業研究センターや国際協力事業団の説明をしておいた。この場面も、諸外国がどれほど日本に期待しているのかを如実に示している。