



インカのイモ (その5)

国際農林水産業研究センター 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、それらの多様な生物変異は、作物を改良し新しい栽培法を開発するための資源の宝庫と言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地位を占めるが、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な方法さえ確立していないものが多い。

国際農林水産業研究センター（JIRCAS、旧名：熱帯農業研究センター、平成5年10月1日改組）はこれまで国際バレイショセンター（CIP、ペルー）と協力し、原産地のバレイショとサツマイモについて遺伝資源の評価に関する共同研究を行ってきた。今後はさらに、喪失の危機にあるアンデス地域特有の地下作物に関する遺伝資源の維持・評価に早急な対策が必要である。このため、我が国国際センターでは「中南米自給自足的地下作物の遺伝的多様性の解明とその保全技術の開発」という研究課題を開始した。私はCIPエクアドル支所に長期（3から5年）滞在し、CIPのネットワークや中南米の関連機関と連携しつつ、当地域特有の地下作物に関する遺伝的多様性の

解明と、その保存技術の開発研究を実施している。そこで、今後随時中南米におけるイモ類とその研究について現地報告を行いたい。

★

CIPは創立後20年余を経過し、また最近所長も変わったのを契機に、所の機構改革と研究課題化手続の一新を行った。その時の重要な点は、所創設以来、世界各国との協力関係を築きながら研究を進めてきたが、今後はその協力関係を基礎にして実際の農業に重要な影響を与えるように研究を発展させなければならないことである。研究課題もプログラム（大課題）、プロジェクト（中課題）、サブ・プロジェクト（小課題）という形式をとるようになった。現在6プログラム体制で研究が進められている。研究予算を得るには以前よりもはっきりした形式の、しかし小論文の様な体裁で研究小課題概要を書かなければならなくなった。小課題概要を作成する時にも、研究はある意味で実用的であり、あるいは実用的に応用でき、最終的には実際の農家を助けるものでなければならないと助言を受けた。

スイス政府はアンデス地域特有の地下作物（Andean root and tuber crops, ARTC）に大変興味をもち、スイス技術協力事業団（COTESU）を通してCIPや南米各国特にペルー、ボリビア、エクアドルにかなりの研究資金を援助している。その大プロジェクト「アンデス地域のイモ類の生物的多様性の保存、評価及び利用」は1992年12月より始まり、

次の7課題を含んでいる。①農家は場における遺伝資源の現地保存、②研究は場における遺伝資源の栽培保存、③種イモ生産、④ボリビアにおける生産と消費、⑤エクアドルにおける生産と消費、⑥ペルーにおける生産と消費、⑦企画・調整、情報伝達、記録、普及・教育。スイスは同じような山国としてのアンデス地域に強い愛着を示しているのかも知れない。このプロジェクトにはCIPやIPGRI（国際植物遺伝資源研究所）等の国際機関、各国研究所や大学、さらにNGO（非政府民間援助団体）も参加しているそうである。このプロジェクトのおかげでペルー、ボリビア、エクアドルの国内研究機関はかなり充実した研究活動が可能になったそうである。一例としてボリビアのある国立研究所では、研究費の大部分と、約半数の職員の月給でさえもCOTESUの援助によって支払われているそうである。こういう援助が終了した時には、職員の解雇や研究の中断といった重大なことがいつも起こるそうである。

COTESUの援助よりも先に、1989年よりドイツ政府はドイツ経済協力省（BMZ）とドイツ技術協力事業団（GTZ）を通してCIP

に資金を提供し、特別プログラム「ARTC遺伝資源の収集、保存、利用」を開始させた。

この援助資金でMichael Hermann博士はアンデス地域でARTC遺伝資源の収集・保存を進めてきた。特別プログラムを始めた頃は、他に頼ることの出来る予算もなく、各国の研究者の協力を得ながら孤軍奮闘したそうである。今ではドイツ政府の援助も二期目に入り、COTESUの援助も始まり、一大研究プロジェクトが展開されている。また、1993年よりJIRCASの「中南米自給自足の地下作物の遺伝的多様性の解明とその保全技術の開発」という研究課題も加わり、私はキト（Quito、エクアドルの首都）で共同研究を進めながら大研究プロジェクトの、ささやかながら一翼を担っている。JIRCASとしても資金面や研究面でかなりの協力が出来そうである。

最近アンデス諸国の発展を、特にアンデス環境地域（エコリージョン）の自然資源の持続的利用を、側面から援助・助言するためにCONDESAN（アンデス地域持続的開発協議会）という団体ができた。CONDESANでは農林牧水産業、農業政策、社会生活、教育・普及等すべての面での発展を願って活動して

いる。この団体では、農業もその地域の自然資源として捉えて、アンデス地域独特の自然資源を生かしながら持続的農業の発展を検討している。急激な経済・社会環境の変化により、悪化さえしているアンデス地域の農村地帯の生活条件を向上させるのは容易なことではないが、以上の様な世界各国の援助活動や当事者各国の自助努力によって、少しでも人々の生活が



▲国際パレイショセンターの看板。緯度、経度、標高が表示されている。

向上することを願って止まない。

★

ARTCは現地において重要な自給作物であるが、今まで研究対象となることが少なかった。そのためにこれらのARTCに関しては、遺伝学的にも生物学的にも分からないことが多い。そこで、これらARTCの遺伝資源の維持・評価・利用を進めるために、CIPエクアドル支所（CIP-Quito）においてARTC遺伝資源の遺伝的変異を細胞遺伝学的手法によって分析している。研究対象としている具体的なARTCはオカ、オユコ、マシュア、アラカチャ、アチラ、ヤーコン、アヒパ、ヒカマ、マカ、マウカである。

これらのARTCのうち、収穫物であるイモではなく、普通に生物学的種子が採取できるのはアヒパとヒカマだけである。他のARTCでは花芽形成や開花さえしない系統が多い。開花はしても種子を結実しない系統も多く、この場合は奇数倍数性・異数性（アチラ）や自家不和合性（オカ）が不稔の原因と考えられている。しかし、まだ証明されていないので、CIP-Quitoでは小課題として「栄養繁殖をするARTCの有性（真正種子）繁殖」も実施されている。バレイショでの真正種子利用による栽培方法の確立以後、他のイモ類でも真正種子を得ることは重要になってきた。特に、遺伝資源の維持・管理の面ではより経済的な種子保存が可能になり、またより簡単にしかも経済的に遺伝資源の配布も可能になる。さらに、栄養繁殖性作物で重要な問題であるウイルスの駆除が簡単になる。そして、最終的に交雑育種法によるARTCの品種改良が可能になる。私の実施している小課題「ARTC遺伝資源の細胞遺伝学的特性調査・評

価」でも交配を行う実験もあるので、その場合は真正種子の得られることが前提条件となる。そのため、前小課題の進行状況は私の研究小課題にとっても大変重要である。

現在の遺伝資源の保存は、栄養体による品種（遺伝子型）の保存と真正種子による遺伝子の保存の、2方法で行われている。高度な変異性を保持した作物では種子による遺伝子の保存も重要であるので、ARTCでの変異性はどの程度か確認されていないが、可能なものから真正種子による遺伝子の保存も試みられている。

イモゾウムシは地中やイモの中にいるために、これまで化学農薬では防除が困難であった。最近の生物農薬ブームのおかげで、オカでもバーティシリウム菌（*Verticillium lecani*）とベアウベリア菌（*Beauveria brongniartii*）の利用によるオカゾウムシ（*Microtrypes* sp.）の駆除に成功している。これらの菌はオカゾウムシの幼虫、さなぎ、成虫の各世代に寄生することが出来る。方法としては、増殖した菌を水に混ぜ畑やイモ置き場に散布している。難防除害虫であるサツマイモゾウムシの防除にもメタリヂィウム菌（*Metarhizium anisopliae*）とベアウベリア菌（*B. bassiana*）が利用され成功している。同方法はサツマイモゾウムシの大被害地である東南アジアや沖縄で利用してみる価値は十分ある。余話だが、最近アメリカ合衆国では、南米から侵入してきたハキリアリの駆除に、同様な方法でかなりの成果を上げている。ブラジルの場合は自然状態で、ハキリアリと天敵菌の間に微妙な平衡状態があるらしく、大問題にならずにすんでいると言う。

これまでのところオカ、オユコ、アラカチャ、アチラでのウイルスの存在が確認されている。ATRCでは調査を進めればさらに新しいウイルスが見つかる可能性が高い。ボリビアのオユコからはマイコプラズマ様病原微生物が見つかった。ボリビアとエクアドルのオカとマシュアには、茎同士やイモ同士がくっつき太い1本の茎やイモのようになるフアスシアシオン (Fasciacion) という病気がある。しかし、地元の農民は、この症状は大きなイモの証しだとして歓迎しているようである。ただ単に複数のイモが1個にくっついただけである。最近この病気の原因究明がボリビアのPROINPA (IBTA-CIP-COTESU) で開始された。まず最初に発病株に既存のウイルスが存在するかどうかをELISA法で検定している。

これまでペルーで生産されてきたサツマイモは、収穫するのに半年以上 (6~8ヶ月) もの栽培期間が必要であった。そこで、CIPでは栽培期間の短縮を育種目標の第一に掲げ、各地の在来系統を収集しその中から栽培期間の短い系統の選抜を進めた。短期間のうちに栽培期間が3.5~4ヶ月の系統が選抜され、早くも有望品種として普及され始めている。育種目標の第二として、広域適応性としての塩害耐性や耐干性、第三としてウイルス抵抗性と線虫抵抗性が取り上げられている。

★

ここで、私の赴任国であるエクアドル共和国とその首都キトについて簡単に紹介します。エクアドルと聞けば知っていてもガラパゴス諸島か、赤道直下の国あるいはバナナを思い

出す程度でしょう。国名が示す通り赤道 (Ecuador) 直下に位置するエクアドルの面積は約28万平方kmで、日本の本州と九州とを合わせた面積にほぼ等しく、南米大陸ではアンデス諸国 (ベネズエラ、コロンビア、エクアドル、ペルー、ボリビア) に属しているがその中では最小国である。人口は約1100万人で、その30%がキトとグアヤキルの2大都市に集中している。エクアドルはボリビアについて、全人口に占めるインディオの割合が高い国であり、インディオとメスティソ (白人とインディオとの混血) が人口の8割を占めている。最近の新聞報道によると、国内で消費されている総エネルギーの供給源は割合の大きい順にガソリン、ディーゼル、木材、重油、電気、ガスであり、三位である木材の家庭生活での貴重さがわかる。農村部では木々を、都市部では板切れを収集して持ち帰る人々をよく見かける。一人当たりの国民所得もボリビアについて南米で最も低く、年平均約30%のインフレ下で一般庶民は厳しい生活を強いられている。日本との関係は年々密になっていて、今年の3月には大統領が訪日しました。他の南米諸国にたいする日本の援助と比較して、エクアドルに対する援助は少なく、この国では社会基盤整備、産業育成、研究・教育、保健衛生等のすべての生活面への日本の援助を切望している。

エクアドルを南北約1,000kmにわたって縦走するアンデス山脈によって、その国土は太平洋岸沿いのラ・コスタ (海岸地帯)、アンデス山系にはさまれたラ・シエラ (山岳地帯)、東部のアマゾン川源流地帯であるエル・オリエンテ (東部熱帯降雨林地帯) に分けられ、地勢、気候とも極めて複雑である。しかし、

気候は概して5～11月の乾期と12～4月の雨期に分けられる。ラ・コスタは赤道直下の熱帯低地であるが、沖合いを北上するフンボルト寒流の影響で比較的穏やかな気候に恵まれている。赤道直下のガラパゴス諸島でもこの寒流の影響で海水は冷たくペンギンさえ棲んでいる。バナナ、コーヒー、カカオ、サトウキビ、エビ等の農林水産輸出品のほとんどはこのラ・コスタから産出されている。ラ・コスタには国内最大の都市グアヤキル（200万人）があり、商業や熱帯農業の中心地となっている。ラ・シエラには国内で最も高いチンボラソ山（6310m）をはじめとして、4000～6000m級の万年雪を頂いた山々が連なっていて、ほとんどが活火山のため「火山通り」とも呼ばれている。キト（150万人）をはじめとして標高が2000～3000mの地帯に総人口の約半数を吸収する都市や村が山々に囲まれて発達していて、赤道直下にありながら標高が高いため年間の平均気温は摂氏14～19度で「永遠の春」とも言われる快適な気候を楽しんでいる。エル・オリエンテは高温多湿の熱帯ジャングルで、手つかずの自然が多く残されていて、めずらしい動植物の宝庫であり、また、昔からの原住民族も生活している。国家収入の50%以上を占めている原油や天然ガスはこのエル・オリエンテから産出されている。

キト（西経78度29分、南緯0度12分）は実に風光明媚で治安は良いし物価は安いし、住むには最高の所です。南米のどの国の人と話しても、キトは美しく良いところだと言います。高所（標高2850m）と言うことを除けば。赤道直下の高地のため、気候は温暖だが日較差が大きく、一日のうちに四季があるとたと

えられる。雨や曇りの続いた日と夜は寒く、暖房が必要になることもある。日中の直射日光は強烈ですぐ日焼けをしてしまいます。キトは活火山であるピチンチャ山（4794m）の東側麓に細長く広がり、セントロ（旧市街）、ノルテ（新市街）、スール（南）の3地区に分けられる。セントロには400年前の植民地時代の教会や建造物が今もたたずみ、かつてはインカ帝国の北の都として栄えた地である。そのため国連からキトは「人類の文化遺産」として指定された。セントロの南側には町のシンボルであるパネシージョの丘があり、頂からは聖母像がやさしくキトの町を見守っている。今も残っているシェスタ（昼寝）の習慣から、1日に4回の交通渋滞が起こる。キトの郊外15kmの地点を赤道線が通過していて赤道記念碑が2ヶ所にある。毎朝の通勤時には、前方にエクアドル富士と言われるコトバクシ山（5897m、世界一高い活火山）を見ながら試験場（3058m）に向かって1時間のドライブです。帰宅時には、3000mの高原を綺麗なキトを見ながらキトに下っていく1時間のドライブです。この標高のおかげで、ハードなスポーツはほとんど出来ません。また、着いて1週間程した頃に何と雪が降りました。雹が降るのは頻繁で、特に雨期には午前中は日本晴れでも、決まって午後からは真っ黒な雷雲とともに雹や集中豪雨が1～2時間続きます。直径が5mm以上の雹もたまに降り、その時は室内での会話は聞き取れませんでした。とにかく、ものすごい音です。雨の後、標高が4500m以上の周囲の山々は雪化粧をしています。