熱 研 資 料 No. 42

ばれいしょ遺伝資源の探索，導入，保存と育種利用に関する調査報告書

昭和54年 3 月

農林水産省

熱帯農業研究センター

熱　研　資　料

No.1　タイ国の米穀経済
2　インドにおける農業関係試験研究事情調査報告書
3　フィリピン，インドネシアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
4　東南アジアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
5　ヨーロッパ，アフリカにおける農業関係試験研究事情調査報告書
6　沖縄における農業関係試験研究事情調査報告書
7　東南アジア等における森林資源およびその開発と利用
8　マレイシア，サバ州における農業関係試験研究事情調査報告書
9　戦前戦時における台湾農業技術の発達
10　西アフリカ熱帯造林技術の展望
11　北，中南米における農業関係試験研究事情調査報告書
12　インドネシア，フィリピンおよび台湾における畑作病害
13　パキスタンにおける農業および試験研究事情調査報告書
14　中華民国（台湾）における農業関係試験研究事情調査報告書
15　タイおよびフィリピンにおける農業機械の利用研究事情調査報告書
16　熱帯農産物の利用加工に関する研究事情調査
17　マレイシアにおける農業研究推進のための調査報告書
18　東南アジアの畜産に関する調査報告書
19　フィリピン，インドネシアにおける畑作関係試験研究事情調査報告書
20　インドとの農業技術研究協力に関する予備調査報告書
21　フィリピンに発生しているココヤシのカダンカダン病に関する調査報告
22　西部ジャワ水田地帯の農業経営実態調査報告
23　水稲高収量品種の導入と農業経営
24　沖縄の桑に関する調査報告書
25　インドネシアの豆類に関する生産および研究事情調査報告書
26　タイおよびインドネシアのトウモロコシベと病に関する調査報告書
27　東南アジアにおけるイネノシントメタマバエの研究協力設立に関する調査報告書
28　フィリピンのマンゴー栽培地におけるミバエ類調査報告書
29　沖縄におけるさとうきびを中心とする作付方式に関する研究
30　東南アジアにおける香辛料の栽培加工に関する調査報告書
31　熱帯畑作の開発に関する調査報告書（ブラジル）
32　〃　〃　（インドネシア）
33　Rice plant and leafhopper incidence in Malaysia and Indonesia
34　東南アジアの畜産
35　インド・スリランカ・タイにおける水稲害虫研究の現状
36　ブラジルの稲作
37　熱帯畑作の開発に関する調査報告書—フィリピン—
38　セラードに関するシンポジウムIII抄訳
39　オーストラリアにおける牧草導入事情調査報告書
40　スリランカにおける水稲栽培の農業気象的研究
41　東南アジアにおける雑草問題の現状と今後

はじめに

ばれいしょの原産地はペルーとその近接地域とする説が有力であり，この地域を含む中南米の各地には耐病性，耐虫性などすぐれた遺伝子をもつばれいしょの野生種・栽培種がたくさん存在すると言われている。

昭和51年度に農林水産技術会議事務局が「ペルーおよびメキシコのばれいしょ・とうもろこしの有用遺伝子の探索，導入調査」を行ったが，この調査に当センターの在外研究員としてコロンビアにある国際熱帯農業研究所（CIAT）においてキャッサバ育種の研究に従事していた入倉幸雄技官（現北海道農業試験場）がペルーのばれいしょ関係調査に現地参加した。また，同技官は，コロンビア，メキシコおよび英国においてもばれいしょの遺伝資源の収集・保存関係の調査を行い多くの有益な知見を得た。

この報告書は，これらの調査結果をとりまとめたものであり，世界におけるばれいしょ遺伝資源の探索・保存の現状とその利用上の問題点等を知るうえで有益なものと考え刊行する次第である。

この報告書が，我が国においてばれいしょの品種改良に携わる方々の何らかの参考となり，品種改良の一層の進展に役立つことができれば幸いである。

終りに，キャッサバ研究のかたわらこの報告書をとりまとめられた入倉技官の労に感謝するとともに，ペルーでの調査の機会を与えていただいた農林水産技術会議事務局，ペルー・メキシコ・コロンビアおよび英国での調査に種々御厚意をいただいたCIATに対し厚くお礼を申し上げる。また，種々の情報・資料・試料を提供してくださったCIP・ペルー，メキシコ，コロンビアおよび英国の関係各位並びに本調査実施に際し，熱心な御助言，御援助をいただいた在ペルー日本大使館および在コロンビア日本大使館に感謝の意を表する次第である。

昭和54年3月

熱帯農業研究センター

所長　岡　部　四　郎

目　次

ばれいしょ遺伝資源の探索，導入，保存と育種利用に関する調査報告書

入倉幸雄*

I 緒 言

著者は1975年3月7日から1977年7月6日まで，約2年4か月にわたり，熱帯農業研究センターよりコロンビア国の国際熱帯農業研究所 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) に派遣され，キャッサバの育種に関する研究に従事した。その間に農林省農林水産技術会議の企画する昭和51年（1976年）度有用遺伝子の探索導入事業の一環としての「ペルー・メキシコからのばれいしょ・とうもろこしの有用遺伝子の探索導入」事業に，派遣先国コロンビアから現地参加し，協力する機会をえた。ばれいしょに関しては，ペルー国の国際ばれいしょセンターCentro Internacional de la Papa（CIP）およびばれいしょ遺伝子中心の一つであるチチカカ湖周辺を重点に遺伝資源の探索調査を行い，有用遺伝子をわが国に導入して育種的利用を図ることを目的とするものである。一方派遣先コロンビア国もばれいしょ原産地の一部であり，特定の遺伝資源が分布することは周知のところであるが，一時帰国時を利用し，国立農牧研究所 Instituto Colombiano Agropecuario（ICA）塊根部を訪問し，ばれいしょ育種研究を視察し，遺伝資源の収集，調査を実施した。また最終帰国時には，メキシコ国の国際ばれいしょセンター・メキシコ試験地を訪問し，国際ばれいしょ疫病抵抗性検定計画を視察し，さらにCIATの要請に基づく英国バーミンガム大学におけるばれいしょ組織培養に関する研究討議に参加し，英国における組織培養による生殖質の保存研究とばれいしょ育種研究の一部を視察した。

本報告書は，わが国のばれいしょ育種の進展に資するため，断片的ではあるが，これらの南・中米におけるばれいしょ遺伝資源の探索・導入・保存と育種的利用および英国におけるばれいしょ生殖質の組織培養による保存研究と育種研究に関する調査結果の概要をとりまとめたものである。

なお「ペルー・メキシコからのばれいしょ・とうもろこしの有用遺伝子の探索導入」については，農林水産技術会議事務局連絡調整課（昭和51年度）「有用遺伝子の探索導入事業等の概要（昭和52年3月）」（とう写刷）の第一部として，坂口進、山田実両技官によりすでに報告されており，ばれいしょに関しては，本報告書と一部重複する部分があることをあらかじめお断りしておきたい。本報告では遺伝資源の探索調査と育種的利用研究の現状の紹介に重点をおくこととした。

---

*いりくら　ゆきお　　前熱帯農業研究センター，現北海道農業試験場作物第一部畑作物第二研究室

おわりに，本来の研究任務以外にこれらの機会を与えられた農林水産技術会議事務局，熱帯農業研究センター，CIAT の関係各位の御厚意に感謝の意を表する。とくに現地の調査に当っては，CIP，ペルー国食糧省，ICA，CIMMYT およびバーミンガム大学植物学部の関係各位のきわめて好意的な配慮におう所が大きいことを特記したい。また在コロンビア日本大使館および在ペルー日本大使館からは懇篤な助言と援助を頂いた。ここに記して深謝の意を表する。

II　ペルーにおけるばれいしょ遺伝資源の探索・導入と調査

1　遺伝資源の現況

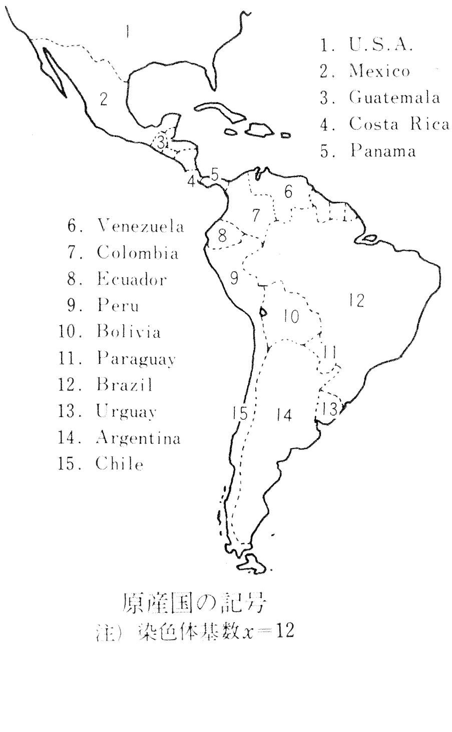
ばれいしょ遺伝資源の計画的探索導入は，最初にソ連の遺伝学者 Vavilov，N．I．の主張指揮のもとに，1925年から1932年まで3回にわたって，Bukasov，S．M.，Juzepczuk，S.，Vavilov，N．I．らにより原産地中・南米に大探検隊を送り，野生種150種と原始的栽培種20種を収集する輝しい成果を収めた。この成果に刺げきされ，ドイツ，アメリカ，イギリス，スェーデンなどの諸国から探検隊が相次いで中・南米に派遣されて多数の種を収集し，その分類の体系化（表1）と共に，広範かつ詳細な調査により，それらの種の中には，耐霜性，耐病性(疫病，ウィルスほか)，耐虫性，耐旱・暑性，早熟性，短日適性，短期休眠性，高品質（でん粉，たんぱく質，ビタミン類の高率含有)，多収性など普通ばれいしょ品種にはみられない特殊優良遺伝子をもつもののあることが明らかにされ(表2)，これを普通ばれいしょ品種に導入するための種間交雑育種が活発に行われるようになった。これらの調査の結果，現在ではばれいしょ近縁の *Solanum* 属では，中米におけるメキシコ北部と，南米におけるペルー国南東部からボリビア国北西部にわたるアンデス（チチカカ湖周辺）の2か所に遺伝子中心があり，とくに後者の中心では普通ばれいしょ（*S. tuberosum*，4 *x*）の原始型とされる *S. andigena*（4 *x*）のほか2倍体，3倍体，5倍体などの原始的栽培種が多数存在し，ばれいしょ栽培の発祥地とされている。

ところが最近欧米のばれいしょ研究者の集会で，各国独自でばれいしょ遺伝資源探索導入，保存とそれらの育種的利用を進めることは効率的でなく，国際的規模のもとに協力分担することが合理的であるとの機運が高まった。また1971年には発展途上国のばれいしょ栽培改善を目的とし，ペルー国のリマに国際ばれいしょセンター（Centro Internacional de la Papa：以下 CIP と略称）が設立された。1972年に世界のばれいしょ研究者が集まり，ばれいしょ育種の重要問題が討議された。その中で，現在ばれいしょ原産地であるラテンアメリカ諸国においても貴重な遺伝資源の消失が憂慮されていることから，CIP の研究者はもとより，英国の著名な *Solanum* 属分類学者 Hawkes，J．G．やラテンアメリカ諸国の研究者が協力して，CIP で遺伝資源を生体で収集保存する計画が立てられ，現在までに原産地から約12,000系統が CIP に導入保存され，特性検定が進

表1　ばれいしょ近縁*Solanum*属の分類（Hawkes 1963）

分類群と種名	原産国
1. *Juglandifolia*	
2x *S. juglandifolium*	(4, 6, 7, 8)
〃 *S. lycopersicoides*	(9)
〃 *S. ochranthum*	(7, 8, 9)
〃 *S. rickii*	(15)
2. *Etuberosa*	
2x *S. brevidens*	(14, 15)
〃 *S. etuberosum*	(15)
〃 *S. fernandezianum*	(15)
3. *Morelliformia*	
2x *S. morelliforme*	(2, 3)
4. *Bulbocastana*	
2x *S. bulbocastanum*	(2, 3)
〃 *S. clarum*	(3)
3x *S. bulbocastanum*	(2)
5. *Pinnatisecta*	
2x *S. brachistotrichum*	(2)
〃 *S. oardiophyllum*	(2)
〃 *S. jamesii*	(1, 2)
〃 *S. michoacanum*	(2)
〃 *S. pinnatisectum*	(2)
〃 *S. sambucinum*	(2)
〃 (*S. stenophyllidum*?)	(2)
3x *S. cardiophyllium*	(2)
6. *Commersoniana*	
2x *S. chacoense*	(10, 11, 12, 13, 14)
〃 *S. commersonii*	(11, 12, 13, 14)
〃 *S. tarijense*	(10, 14)
〃 *S. yungasense*	(10)
3x *S. chacoense*	(14)
〃 *S. commersonii*	(12, 13, 14)
7. *Circaeifolia*	
2x *S. capsicibaccatum*	(10)
〃 *S. circaeifolium*	(10)
8. *Conicibaccata*	
2x *S. santolallae*	(9)
〃 *S. violaceimarmoratum*	(10)
4x *S. agrimonifolium*	(2, 3)
〃 *S. colombianum*	(6, 7, 8)
〃 *S. oxycarpum*	(2, 4, 5)
6x *S. moscopanum*	(7)
9. *Piurana*	
2x *S. chancayense*	(9)
〃 *S. chomatophilum*	(9)
〃 *S. hypacrarthrum*	(9)
〃 *S. piurae*	(9)
4x *S. tuquerrense*	(7, 8)
10. *Acaulia*	
4x *S. acaule*	(9, 10, 14)
6x *S. acaule*	(9)
11. *Demissa*	
2x *S. verrucosum*	(2)
5x *S.* ×*edinense*	(2)
〃 *S.* ×*semidemissum*	(2)
6x *S. demissum*	(2, 3)
〃 *S. guerreoense*	(2)
〃 *S. hougasii*	(2)
〃 *S. iopetalum*	(2)
12. *Longipedicellata*	
3x *S.* ×*vallis-mexici*	(2)
4x *S. fendleri*	(1, 2)
〃 *S. hjertingii*	(2)
〃 *S. papita*	(2)
〃 *S. polytrichon*	(2)
〃 *S. stoloniferum*	(2)
13. *Polyadenia*	
2x *S. polyadenium*	(2)
〃 *S. lesteri*	(2)
14. *Cuneoalata*	
2x *S. infundibuliforme*	(10, 14, 15)
15. *Megistacroloba*	
2x *S. boliviense*	(10)
〃 *S. megistacrolobum*	(9, 10, 14)
〃 *S. raphanifolium*	(9)
〃 *S. sanctae-rosae*	(14)
〃 *S. sogarandinum*	(9)
〃 *S. toralapanum*	(10)
3x *S.* ×*bruecheri*	(14)

分類群と種名	原産国
16. *Tuberosa* (wild species)	
2x *S. acroscopicum*	(9)
〃 *S. andreanum*	(7, 8)
〃 *S.* ×*berthaultii*	(10)
〃 *S. bukasovii*	(9)
〃 *S. canasense*	(9)
〃 *S. candolleanum*	(10)
〃 *S. gandarillasii*	(10)
〃 *S. gourlayi*	(14)
〃 *S. gracilifrons*	(9)
〃 *S. kurtzianum*	(14)
〃 *S. leptophyes*	(9, 10)
〃 *S. lignicaule*	(9)
〃 *S. maglia*	(14, 15)
〃 *S. marinasense*	(9)
〃 *S. medians*	(9)
〃 *S. microdontum*	(10, 14)
〃 *S. multidissectum*	(9)
〃 *S. oplocense*	(10, 14)
〃 *S. pampasense*	(9)
〃 *S. rechei*	(14)
〃 *S.* ×*setulosistylum*	(14)
〃 *S. soukupii*	(9)
〃 *S. sparsipilum*	(9, 10)
〃 *S. spegazzinii*	(14)
〃 *S. venturii*	(14)
〃 *S. vernei*	(14)
〃 *S. vidaurrei*	(10)
〃 *S. wittmackii*	(9)
3x *S. maglia*	(15)
〃 *S. medians*	(9)
4x *S. oplocense*	(10, 14)
〃 *S. sucrense*	(10)
Tuberosa (cultivated species)	
2x *S. ajanhuiri*	(10)
〃 *S. phureja*	(6, 7, 8, 9, 10)
〃 *S. stenotomum*	(9, 10)
3x *S.* ×*chaucha*	(9, 10)
〃 *S.* ×*juzepczukii*	(9, 10, 14)
4x *S. tuberosum*	(2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15)
5x *S.* ×*curtilobum*	(9, 10)



原産国の記号
注）染色体基数$x=12$

表2　ばれいしょ育種上期待される遺伝資源

形質	種名
高でん粉	*S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. chaucha*, *S. andigena*, *S. curtilobum*
多収性	*S. andigena*, *S. demissum*, *S. vernei*
調理品質	*S. goniocalyx*, *S. chaucha*
高たんぱく質含量	*S. phureja*, *S. chaucha*, *S. curtilobum*
高ビタミンC含量	*S. stoloniferum*
短期休眠性	*S. phureja*
早熟性	*S. phureja*, *S. chaucha*, *S, juzepczukii*, *S. curtilobum*
短日適性	*S. stenotomum*, *S. goniocalyx*, *S. andigena*, *S. demissum*
耐霜性	*S. acaule*, *S. juzepczukii*, *S. curtilobum*, *S. ajanhuiri*, *S. goniocalyx*, *S. phureja*
耐暑性	*S. phureja*, *S. andigena*, *S. fendleri*
耐乾性	*S. phureja*, *S. curtilobum*, *S. sparsipilium*, *S. commersonii*
疫病抵抗性	*S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. andigena*, *S. curtilobum*, *S. phureja*, *S. chaucha*
夏疫病抵抗性	*S. juzepczukii*, *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. tarijense*
萎凋病抵抗性	*S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. andigena*
そうか病抵抗性	*S. andigena*, *S. chacoense*
輪腐病抵抗性	*S. phureja*, *S. dolichostigma*, *S. acaule*
がいしゅ病抵抗性	*S. andigena*, *S. chaucha*, *S. juzepczukii*, *S. curtilobum*, *S. stoloniferum*
黒脚病抵抗性	*S. phureja*, *S. chacoense*, *S. setulosistylum*
Verticillium wilt抵抗性	*S. phureja*, *S. stoloniferum*, *S. chacoense*, *S. commersonii*
軟腐病抵抗性	*S. stoloniferum*, *S. chacoense*, *S. commersonii*
乾腐病抵抗性	*S. andigena*, *S. stenotomum*, *S. chacoense*
Xウィルス抵抗性	*S. acaule*, *S. andigena*, *S. phureja*, *S. chaucha*, *S. juzepczukii*, *S. curtilobum*, *S. chacoense*, *S. microdontum*
Yウィルス抵抗性	*S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. andigena*, *S. curtilobum*, *S. chacoense*, *S. demissum*, *S. stoloniferum*
葉捲病抵抗性	*S. andigena*, *S. phureja*, *S. stenotomum*, *S. chacoense*, *S. berthaultii*, *S. acaule*, *S. demissum*, *S. rephaniforium*
クリンクル・モザイク抵抗性	*S. andigena*, *S. berthaultii*, *S. demissum*
テントウムシ抵抗性	*S. boergerii*, *S. schickii*
コロラド甲虫抵抗性	*S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. kurzianum*
アブラムシ抵抗性	*S. phureja*, *S. andigena*, *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. polyadenium*
シストセンチュウ抵抗性	*S. andigena*, *S. vernei*, *S. juzepczukii*, *S. curtilobum*, *S. phureja*, *S. sparsipilum*, *S. spegazzinii*, *S. oplocense*
ネコブセンチュウ抵抗性	*S. andigena*

められている。

以上のように，ばれいしょの遺伝子中心はメキシコとペルー—ボリビアの2か所にありばれいしょの作季からみれば，北半球と南半球では相反するため，今回調査の2週間の日程では両遺伝子中心を訪問して遺伝資源の探索導入を行うことは不可能であるとの判断から，世界的規模のばれいしょ遺伝資源を収集保存しているCIPを訪問して特性の判明している育種材料の分譲を依頼すると共に，ばれいしょ遺伝子中心の一つであり，栽培の発祥地でもあるチチカカ湖周辺を重点的に探索調査することが短期間で効率的に遺伝資源を探索導入する方法であると考えた。

2　旅行日程と訪問先

今回の探索導入調査は2週間であったので,短期間にその成果をあげるため,まず最初にペルー国食糧省研究一般管理局を訪れ，ペルー国でばれいしょ遺伝資源の探索導入をしたい旨表敬し，ついでCIPを訪れ，次長のDr. Pageから研究概要の説明を受けた後，各研究担当者より担当研究の説明を受け視察した。遺伝•育種部長のDr. Roweと遺伝資源保存主任であるDr. Huamánには予め特性の明らかな有用遺伝資源の分譲を依頼しておいたので,真正種子が用意されていた。現場でさらに追加分譲を依頼し，多数の貴重な遺伝資源の分譲を受けた。次いでCIPのウアンカヨ試験地を訪問し，世界最大のばれいしょ収集遺伝資源の保存状況，耐霜性，疫病抵抗性，青枯病抵抗性，シストセンチュウ抵抗性などの育種試験と栽培試験，有望系統の増殖などを視察し，またウアンカヨ付近のばれいしょ栽培，野生種の自生などについて探索した。またウアンカヨの国立マンタロー中央大学を訪問し，高冷地作物の収集保存と育種についても視察した。ついでリマに戻り，プノに飛んでチチカカ湖周辺のプノの山々のばれいしょ栽培状況，栽培種・野生種の分布について探索し，アルチプラノ技術大学，プノ農牧試験場，ポマタ農牧研究所などを訪れ，遺伝資源の収集保存，研究状況を視察すると共に，プノ一帯のばれいしょ栽培事情，栽培種，野生種の分布状況などについて事情を聴取し，その過程において要所の栽培種・野生種などの探索を行った。

具体的な日程と訪問先は表3に記した。構成員としては農業技術研究所坂口進技官がばれいしょ遺伝資源の探索導入を担当し，熱帯農業研究センター入倉幸雄技官が派遣先コロンビア国国際熱帯農業研究所から現地参加し行動を共にした。農業技術研究所兼農林水産技術会議事務局山田実技官がとうもろこしの遺伝資源の探索導入を担当し，メキシコを経て途中ペルーで合流した。

なお，ばれいしょ以外の高冷地作物で今後日本の冷涼地に導入する期待のもたれる作物についても本報告書にその概要を記した。

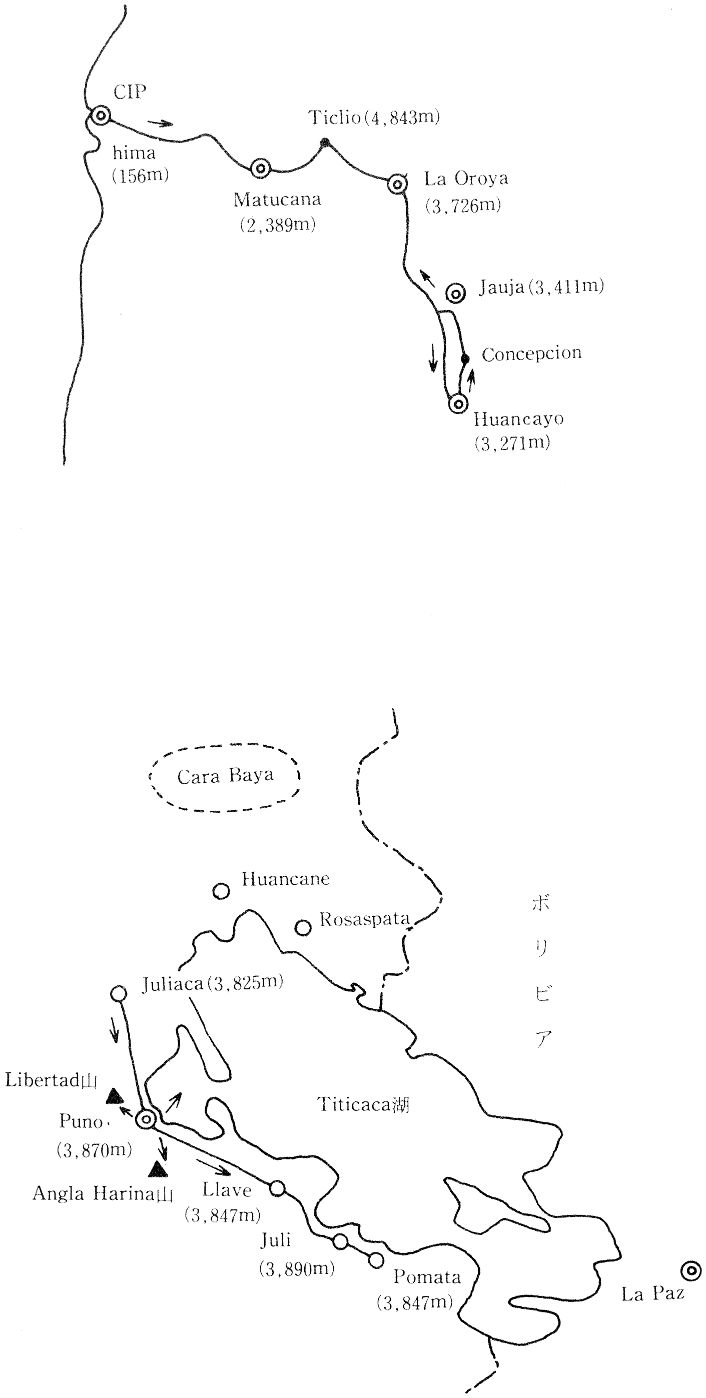


図1　ペルーにおけるばれいしょ遺伝資源探索調査経路

（図中数字は標高を示す）

表3　ペルーにおける行動日程表

1977年 1月22日(土)	Cali→Bogota 14：12(AV112)15：00	
23日(日)	Bogota→Lima 11：00(AV083)14：30	Limaで農業技術研究所坂口進技官と合流
24日(月)		在ペルー日本大使館表敬 Ministerio de Alimentacion Direccion General de Investigacion 表敬
25日(火)		International Potato Center (CIP), La Molina
26日(水)	Lima→Huancayo (車)	International Potato Center Huancayo station, Huancayo
27日(木)		International Potato Center, Huancayo station. Universidad Nacional del Centro der per Mantaro, Huancayo
28日(金)	Huancayo→Lima (車)	International Potato Center, La Molina
29日(土)	Lima→Juliaca 08：00(PL471)09：30	Libertad 山探索調査
30日(日)	→Puno(車)	Titicaca湖周辺とAngla Marina山探索調査
31日(月)		Universidad Tecnica del Altiplano, Puno Estacion Experimental Agropecuario, Puno
2月1日(火)	Puno⇄Pomata (車)	Instituto Nacional Agropecuario No.73, Pomata
2日(水)	Puno→Juliaca→Lima (車) 08：45 (PL472)11：10	Juliacaで農業技術研究所山田実技官と合流
3日(木)		在ペルー日本大使館表敬 Universidad Nacional Agraria, La Molina表敬 International Potato Center, La Molina表敬
4日(金)		坂口，山田両技官日本帰国
6日(日)	Lima→Bogota→Cali 12：15(AV082)16：30 18：30(AV119)19：15	Contro Internacional de Agricultura Tropicalに帰任

3　主な訪問研究機関と探索調査場所の概要

1）国際ばれいしょセンター・ラ・モリナ本部

Centro Internacional de la Papa (CIP) または International Potato Center

Apartado 5969, La Molina, Lima, Perú.

Director General：Dr. Richard L. Sawyer

Deputy Director：Dr. Orville T. Page

CIPは発展途上国のばれいしょ栽培改善を目標とする国際研究機関であり，Limaの東方の海岸砂漠地帯のLa Molinaに本部があり，年降水量は僅か11mmで灌漑によってのみ作物栽培が可能である。Limaから313km離れたアンデスの高原Huancayoに試験地があり，研究室，ガラス室，宿舎などを建築中である。Huancayoの気候はアンデスのばれいしょ栽培地帯を代表するものと考えられ，4月から9月まで降霜があり，気温は－5℃まで下がる。Limaから321km離れたアマゾン河流域の密林地帯のSan Ramonに熱帯低地向きの試験圃場があり，さらにLimaから

1,159km離れたアマゾン密林地帯のHuallaga河の近くのYurimaguasに熱帯高温地帯向の試験圃場がある（図2）。各試験圃場の環境条件は表4の通りである。

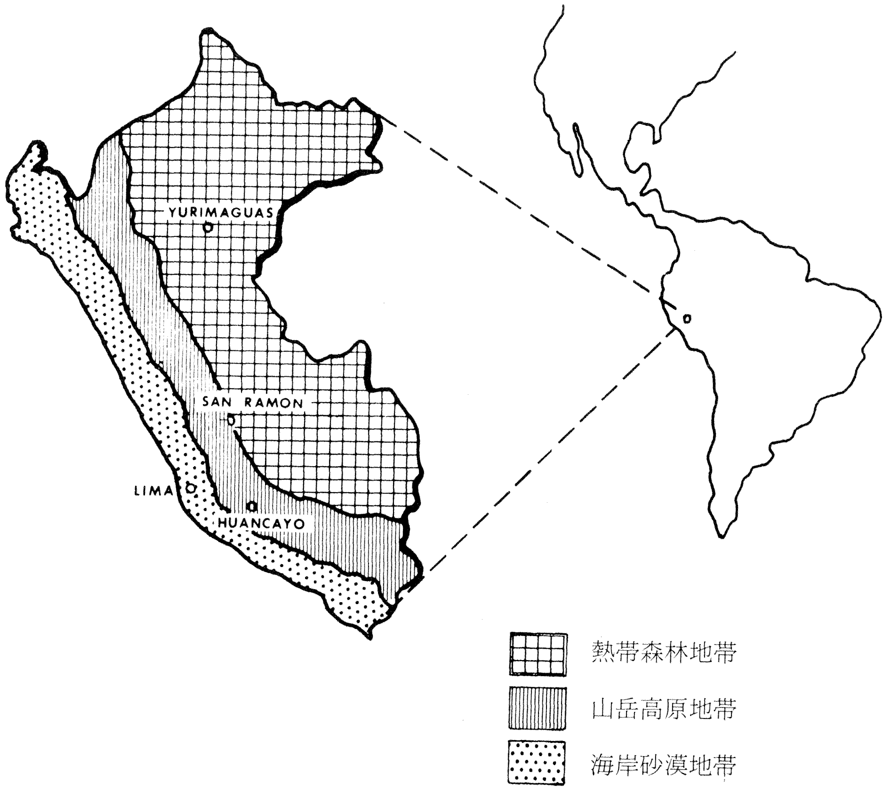


図2　ペルーの地帯区分とCIPの試験地の場所

表4　CIP試験圃場の生育期間の環境条件*（CIP　1975）

	La Molina	Huancayo	San Ramon	Yurimaguas	
標　高　(m)	238	3,380	800	175	
緯　度　(南緯)	12	12	11	6	
作　季	12月～2月	11月～4月	5月～7月	12月～2月	5月～7月
生育日数　(日)	75	150	90	90	60
降水量　(mm)	0	496	264	673	375
日最高気温の平均(℃)	31	26	33	34	36
日最低気温の平均(℃)	14	−2	10	15	19

＊気象データは5か年間の平均，生育期間のみを示す。

CIPの研究組織は，育種と遺伝，線虫，病理，生理および分類の５部からなり，約50人の研究員が各種の研究に従事している。地方試験および研修活動は各部の協力によって行っている。９つの研究目標があり，各部の協力により研究を進めている（図３）。

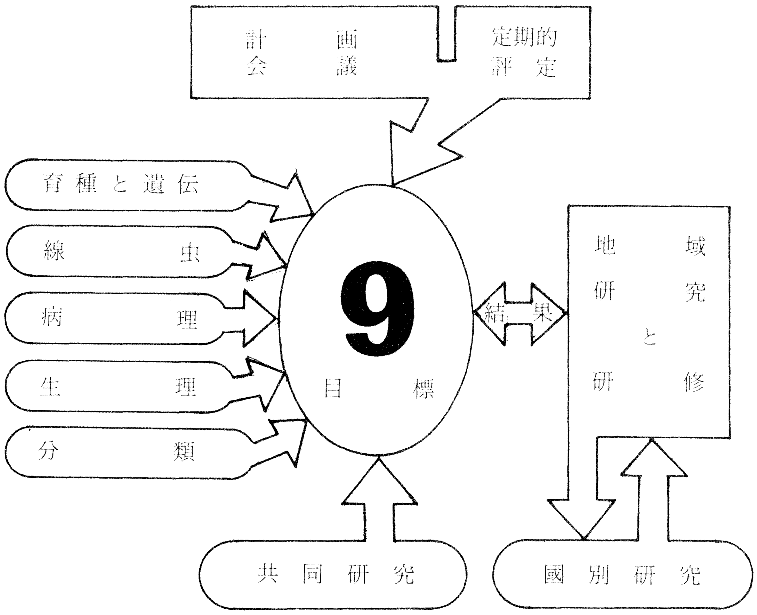


図３　CIPの研究機構（CIP 1975）

またヨーロッパ，イギリス，南・北アメリカの大学および研究所と契約共同研究が行われている。12以上の研究チームが発展途上国のばれいしょ重要問題について契約研究をしている。契約研究は目標を明確に定め，３年間CIPで予算を出し，年ごとに研究の進行状況を評定する。これらの契約研究の担当者はまたCIPの地域試験と研修計画にも関与している。

(1)　研究目標と研究活動

３年に一度国際的な専門家（1975年には23か国からの86人）を集めて計画会議を開き，研究目標を検討する。そして次の５年間にCIPが優先的に進めるべき研究課題を定める。

以下わが国のばれいしょ育種上の参考に資するため，研究推進の状況を資料を参照してやや詳しくのべる。

〔目標１〕　世界のばれいしょの収集保存

この目標のねらいは次の通りである。

①　西半球におけるすべての原始的栽培品種および野生ばれいしょの探索と収集。

②　絶滅の危機に瀕している遺伝資源の救助。

③　ばれいしょ育種に利用するため新遺伝資源を生体で発見すること。

④ 収集遺伝資源の分類。

⑤ ばれいしょ研究者へ配布するための材料の整理。

⑥ 収集したばれいしょのすべての種を利用しうる形態で保存する。

1975年には，ボリビア，ペルー，エクアドル，チリー，コロンビアなどから3,500系統が収集され，2,000系統以上について，疫病，線虫，各種ウィルス抵抗性，耐霜性，収量性，栄養価値，品質などを検定した。1976年までに約12,000系統をラテンアメリカ諸国から収集し，Huancayoで栄養系で保存している（表5）。なお，CIPはメキシコ試験地でも疫病抵抗性材料を保存している。南米の多くの地域から生体で集めた品種の多くは重複しており，化学的分類の方法により，同一種に整理し，収集材料は現在では表6に示すとおり種により分類されている。

表5　1976年現在CIPにおける原産国別遺伝資源収集保存系統数（CIP　1976）

原産国	系統数
Argentina	12
Bolivia	598
Colombia	568
Chile	152
Ecuador	235
Guatemala	17
Peru	10,246
合　計	11,828

表6　CIPの種別保存系統数（CIP　1975）

種　名	系統数
S. stenotomum Juz. et Suk.	853
S. goniocalyx Juz. et Buk.	239
S. phureja Juz. et Buk.	225
S. ajanhuiri Juz. et Buk.	56
S. tuberosum L. (ssp. *andigena*)	5,171
3 *x* 自然雑種(*S.* ×*chaucha*)	557
S. ×*juzepczukii* Buk.	134
S. ×*curitilobum* Juz. et Buk.	149
原始的栽培種の合計	7,384
T×A雑種	29
合　計	7,413

注）Tは*S. tuberosum*,Aは*S. andigena*を示す。

CIPの収集遺伝資源への分譲依頼が年々増えているが，ペルー国以外への配布は，防疫上の問題から，自然受粉による真正種子で行っている。改良の進んだ遺伝材料は，交雑種子または塊茎でLimaのCIPの各研究計画，契約研究，共同研究をする場所などへ配布している。

〔目標2〕　発展途上国によく適応したばれいしょを育成するための塊茎形成 *Solanum* 属の利用

この目標のねらいは次の通りである。

① アンデス原産の4倍種と2倍種の適応性の改良。

② 熱帯の高地と低地に栽培する生産力が高く，安定性をもつ優良集団の育成。

③ *S. tuberosum* の栽培型を改良するために遺伝資源を利用するための育種方法の評価。

1975年には15,000系統の *neo-tuberosum* (= *andigena*) を供試し，1,500の多収，早生系統を選抜

し，耐病性母本として利用して育種の世代を進めた。また2,500の *S. phureja* 集団を供試し，有望系統は交配母本として利用し，育種の世代を進めつつある。また1,000系統について疫病，青枯病，ネコブセンチュウ，ウィルスXとYについて検定を進めた。グロースキャビネットを利用し，低温適応性の研究も進めている。

熱帯低地に適応するばれいしょの育種は，La Molina, San Romon, Yurimaguas において進められている。2倍種と4倍種の約6,000系統が San Romon において供試され，表7の選抜系統を用いて試験を進めた。La Molinaではバレイショガ（*Scrobipalpus absolute* と *phthorimaca operculella*）と黒痣病が問題となり，San Ramon では黒痣病に50%罹病し，疫病抵抗性も問題となる。Yurimaguas では leaf hopper（*Empoasa* ssp.）の被害が大きく，青枯病も発生するが，重要病害は *Phycomycete* ssp. による疫病である。*Tuberosum*×*Andigena*, *Tuberosum*×*Phureja* の雑種は熱帯低地に適し，Yurimaguas では60日間で ha 当り15t の多収系統をえた。また現在までのところ，熱帯低地に適する育種材料は，早生で耐暑性をもつ *Tuberosum* 品種と *Andigena* か *Phureja*×*Stenotomum* 雑種（4 *x*）との組合せからえられた。熱帯低地では青枯病，疫病抵抗性も問題となる。

表7　熱帯低地適応性選抜系統（CIP　1975）

選抜系統			系統数
Tuberosum	×	*Tuberosum*	4
Tuberosum	×	*Phureja*	16
Tuberosum	×	*Andigena*	5
Andigena	×	*Andigena*	6
Tuberosum	×	native *Andigena*	2
Native *Andigena*			1

耐霜性ばれいしょの育種と選抜は，熱帯の高冷地帯に適応する品種を育成する目的で進められており，1975年には，あらかじめ－4℃の冷室処理で選抜した93系統を Huascayo と Casablanca の高冷地で供試した。選抜した88系統はいもの形も良く，最低で個体当り500g の収量があり，調理品質も良好であった。また1975年には新しく16種を親として用いた117交雑組合せ，計4,300の実生を供試し，－3℃の冷室処理と－4℃の浸漬処理を行い，低温抵抗性を示した選抜個体は，3,200m と3,800m の高冷地で検定中である。この経過を表8に示した。さらに8,500の実生個体を－3℃で2時間冷室処理し，残存した2,250個体を Huancayo で検定中である。

表8　耐霜性育種経過の一例（CIP　1975）

育種操作	結果
1．交雑に用いた種の数	16
2．交雑組合せ数	117
3．播種粒数	10,370
4．実生個体数	4,300
5．冷室処理後淘汰した実生個体数	3,050
6．低温浸漬処理した実生個体数	1,040
7．2つの低温処理（5と6）で抵抗性を示した実生個体数（概数）	100
8．低温抵抗性実生個体の割合（概数）	2％

【目標3】　主要菌類病抵抗性

疫病（*Phytophthora infestans*）が最も重要な病害であり，CIP ではペルーの La Molina, Huancayo, San Ramon とメキシコの Toluca の4場所で研究を進めているほか，スェーデン種子協会，コーネル大学，ウィスコンシン大学の3か所で重点的な契約研究を行っている。

メキシコにおけるばれいしょ疫病抵抗性検定計画はロックフェラー財団から CIP に移管されたもので，主として *S. demissum* に由来する系統の疫病圃場抵抗性を検定した後増殖し，世界中に配布する。1975年には30品種が配布され，これらのうちからペルーでは疫病抵抗性，青枯病抵抗性で良品質をもつ早性の〝Caxamarca〟を育成した。

S. demissum のもつ主働遺伝子以外で，速かに育種上に利用しうる疫病抵抗性給源の探索が，コーネル大学と CIP との共同研究により *S. andigena* を用いて開始され，コーネルのチームはメキシコの Toluca の検定で早くも成功を収めた。Huancayo と La Molina の疫病抵抗性検定では，圃場で十分な自然感染がなかったため仕事が遅れたが，病斑型により400系統を検定した。これらと北カロライナ州立大学の2倍体利用の *S. phureja*×*S. tuberosum* に由来する50組合せから La Molina で選抜した約500の実生個体とが San Ramon の CIP 圃場で検定された。San Ramon は標高800m のジャングルで疫病は年中発生し，とくに11月～6月の雨期に多発する。この一連の3試験から *S. andigena* 15系統と *S. phureja* 5系統が高度の疫病圃場抵抗性を示した。

抵抗性をもつ選抜系統を母本として利用し，7,500の実生個体を冬の低温多湿時に La Molina の検定温室で疫病菌を接種し，40～70％の抵抗性個体を選抜した。メキシコから集めた主働遺伝子をもつ栽培品種を親として用いた時，多くの実生個体は免疫であった。しかしこれらは多くの疫病菌レースが発生するメキシコの検定では約半分が中～高度の疫病圃場抵抗性を示した。選抜した実生個体は次年目に La Molina で実用形質について検定し，San Ramon では疫病と適応性について検定する。選抜系統は San Ramon と高原地帯で再検定し，有望な系統はメキシコの疫病抵抗性検定と CIP の地域適応性格定に供試される。

S. andigena, *S. phureja*, *S. tuberosum* 集団の疫病圃場抵抗性の遺伝と集積に関する研究を1975年から開始した。自殖後代で圃場抵抗性について各段階のものが現われた。

圃場抵抗性の機構，その遺伝および葉の抵抗性と塊茎抵抗性との相関を，スェーデン種子協会と共同研究した。高度の抵抗性と菌の侵入頻度との間には相関が認められ，パーオキシターゼ含量と侵入抵抗性または葉における拡大抵抗性との相関はみられなかった。塊茎罹病性は葉の圃場抵抗性および葉の抵抗性の成分と相関した。塊茎罹病性と侵入に対する罹病性は伴って遺伝した。

がんしゅ病（*Synchytrium endobioticum*）に対する抵抗性検定を Huancayo に近い Casablanca で行った。以前の試験で抵抗性であった80系統のうち9系統は病徴を示した。耐霜性をもつ22系統のうち11系統はがんしゅ病にも抵抗性であった。粉状そうか病（*Spongospora subterranea*）に抵抗性をもつ13系統のうち3系統はがんしゅ病に対しても抵抗性を示した。

Pink rot (*Phytophthora erythrosepta*) に対し，室内テストで抵抗性を示した4系統は Huancayo の自然感染圃場においても抵抗性であった。

Phoma 菌による病気（phoma blight）と疫病との間には負の相関がみられた。phoma による

病気はペルーでは一般的に発生し，しばしば疫病，夏疫病またはSeptoriaによる葉枯と混同されている。

Yurimaguasでは疫病は*choanephora* sp. と一緒に発病し，病徴も枯死するものから全く罹病しないものまであり，抵抗性の検定は可能である。*Sclerotium rolfsii* による白絹病(Southern blight)は茎の基部が腐敗し，San Ramonの連作地帯では重要病害となっている。

〔目標4〕　細菌病抵抗性

青枯病 (*Pseudomonas solanacearum*) の抵抗性について，ペルー，ブラジル，コロンビアで国際的研究を行った結果，CIPで利用している *S. phureja* のもつ抵抗性は普遍的でなかった。全世界に分布するバクテリア分離系を用いた検定では，大部分の場合選抜は有効であるが，ごく高温の時は効果がない。抵抗性の遺伝研究がウィスコンシン大学と共同で進められ，その結果病原の分離系によっては抵抗性が異なること，すなわち特異的な寄主病原抵抗性のあることが明らかとなった。そこで長期にわたる仕事として非特異的な抵抗性（圃場抵抗性）を探索することとCIPの関係する全地域について抵抗性の評価をすることに決めた。1975年には中南米，アジア，アフリカの9か国にウィスコンシンの200系統が配付された。圃場検定試験地のLa Molineには完全な防虫網室が設けられた。ここで土壌中における菌の残存，病徴を示さない寄主までを含む寄主範囲，ネコブセンチュウとの相互作用などの研究が行われる。

ペルーのいろいろな場所で菌の土壌残存を研究した結果，高原では *P. solanacearum* は年々土壌中に生存はするが，青枯病の永続には感染種いもを用いることのほうがはるかに強く働いていること，北ペルーの海岸地帯ではこの病害は永続しないことなどがわかった。青枯病の土壌要因についてはまだ良くはわかっていない。土壌温度，土壌水分，寄主の抵抗性，寄主の適応性，病原の毒力と侵入力，感染力，根とストロンのネマトーダまたは栽培管理による損傷などによって影響されることが明らかにされたり，推定されているに過ぎないから，最良の防除法の組合せを研究する必要がある。

計画会議では *Erwinia carotovora* による軟腐病の研究を始めるよう勧告した。軟腐病に対し179系統を検定した結果，44系統は腐敗が1％まであり，58系統は腐敗が5％までであった。

〔目標5〕　ウィルスと媒介昆虫の防除

CIPではばれいしょウィルスと媒介昆虫の防除を (a) 抵抗性と (b) 健全種子の生産の2つの方法で進めている。重点はアブラムシにより伝染される葉巻病（PLRY）とYウィルス（PVY）の抵抗性の選抜に置かれているが，アブラムシ抵抗性の検定も行っている。発展途上国ではPLRVとPVYが最も重要で，甚大な被害を与えている。このためCIPでは各国から抵抗性の育成系統を全部集めた。これによって種いも生産の改善を目指し，ウィルスに対する抗血清を多量に生産して配布している。

収集系統のPLRV抵抗性の検定については，La Molinaの圃場でPLRVに自然感染させる方法では年によりアブラムシの発生が一様でなく，年次も要するので，多量の材料を短期間に検定

する方法が必要である。このため大きな網室にPLRVに感染した植物を植え，アブラムシを多量にいれる方法により実生個体を感染させている。この方法によって数週間のうちにウィルスの2次感染の症状が現われる。この方法はまた発根した挿木または萌芽した塊茎などにも適用される。CIPではPLRV抵抗性集団の作出に用いるほか，生殖質の今後の検定にも用いる予定である。

PLRVはペルーにおいても広く分布していることが明らかとなり品種Marivaはこのウイルスに抵抗性であると思われる。PLRVによる*S. andigena*の病徴が知られていなかったため，これまでペルーなどではPLRVの重要性は過少評価されてきた。コロンビアではこのウイルスによる*S. andigena*の病徴はありふれたもので永年の間原因不明のまま〝enanismo amarillo″（黄色の矮生）と呼ばれてきた。

Yウイルス（PVY）の抵抗性については，1974年に選抜した抵抗性の40系統のうち20系統の種子から得た実生にPVYを機械的に接種した。これらのうち11系統はPVY抵抗性について分離し，さらに検討中である。PVYに抵抗性の集団を育成するためにもこの実生に対する機械的接種による大量検定の方法を用いる予定である。

Xウイルス（PVX）抵抗性については，PVX 2系統を葉に人工接種した560系統から塊茎を収穫し，これらの植物体の汁液を検定植物*Gomphrena globosa*に接種してPVXを検定した。188系統からはウイルスの2系統とも検出されなかったから，PVXの抵抗性源となるものと考えられる。

Xウイルス，Yウイルス，Sウイルス，アンデスバレイショ潜在ウイルス(APLV)，アンデスバレイショ斑紋ウイルス(タバコ斑点ウイルス)に対する抗血清をLimaのアグラリア大学と共同で製造している。各国の育種計画から抗血清の要求がふえており，配布するための多量の在庫はまだあるが，必要に応じてさらに抗血清を補充する予定である。

APLVの研究は続ける。このウイルスはペルーでは一般的であるが，エクアドルから導入した系統中にも見出された。CIPの収集系統のうち15%の植物はこのウイルスに感染している。このウイルスはかならずしも潜在的ではなく，品種や系統によっては，モザイックや細い葉脈にクロロシスなどを生ずる。またこのウイルスはノミトビヨロイムシ(*Epitrix*)によってわずかに伝染するにすぎないが，接触によっては容易に伝染する。真正種子を通じてもわずかに移行する。収量に及ぼす影響については調査中である。そのほか新しい3種のウイルスについて特性を調査中である。

ノミハムシはHuancayo, San Ramonでばれいしょに被害を与え，これは新種の*Bergallia huancayoensis* Lv. と*Copididonus ramonensis* Lv. である。1975年にペルーのIca valleyではバレイショアブラムシ（*Macrosiphum euphorbiae*）の赤い生態型が発生し，また「アンデスコクゾウムシ集団（Complex）」の研究からペルーの中央高原で*Adioristus* ssp. の新種が確認された。

〔目標6〕　主要センチュウの防除

センチュウは世界の多くの国々のばれいしょ生産に対し障害を与えているが,「ジャガイモシストセンチュウ」(*Heterodera* ssp.)「ネコブセンチュウ」(*Meloidogyne* ssp.),「ネグサレセンチュ

ウ」(*Pratylenchus* ssp.),「偽ネコブセンチュウ」(*Nacobbus* ssp.) がばれいしょにとっては最も重要なセンチュウである。CIP においては「ジャガイモシストセンチュウ」と「ネコブセンチュウ」の検定と抵抗性育種に重点をおき，また「偽ネコブセンチュウ」の分布，生態の研究も進めている。

「ジャガイモシストセンチュウ」(*Heterodera rostochiensis*, *H. pallida*)*は最も重要なセンチュウであり，世界の主要ばれいしょ生産地帯に分布し，一度発生すると根絶させることは不可能である。薬剤による防除は高価であるし，土壌中のセンチュウ集団を危険水準以下に保つことはむづかしい。センチュウの検定，抵抗性育種をするためには，まずセンチュウの種とレースの同定が必要であるので，センチュウの多数の種とレースをイギリス，日本，ドイツ，メキシコ，パナマ，アメリカなどから集めている。コロンビアから3集団，ボリビアから4集団，ペルーから40集団のセンチュウを集め，雌の体色変化によって調査した結果，*H. rostochiensis* 型は南部ペルーとボリビアだけに分布し，*H. pallida* 型は大部分がチチカカ湖北部に分布することが明らかとなった。

Heterodera に対する抵抗性については，CIP の124収集系統を *Heterodera* の4集団を用いて検定し，そのうち3系統は3～4集団に対し抵抗性であった。抵抗性育種については，CIP 保存の抵抗性系統のほか，コーネル大学と Max Plank Institute からの抵抗性系統を用いて交雑試験を進めている。

ネコブセンチュウ (*Meloidogyne* ssp.) は発展途上国の食糧生産をおびやかしている被害の最も大きなセンチュウであり，世界中の熱帯と温帯に分布する。このセンチュウは比較的高温に適合し，現在の世界のばれいしょ栽培は多くは冷涼地帯にあるので，経済的には世界的な問題とならない。しかしばれいしょ栽培が熱帯にひろがればこの状況は激変しよう。現在 *Meloidogyne* は20集団だけを CIP で保存し，ばれいしょ保存系統の抵抗性検定に重点をおいている。このセンチュウに対する根の抵抗性と塊茎の抵抗性とは互いに独立であることが明らかにされた。「ネコブセンチュウ」と青枯病 (*Pseudomonas solanacearum*) との相互作用を明らかにするため，青枯病に対し抵抗性品種「BR-73-40」(*S. phureja*×*S. tuberosum*) と罹病性品種「Renacimiento」(*S. andigena*) を用い，*M. incognita acrita* と *P. solanacearum* とを組合せと時期とを違えて接種した。その結果，*P. solanacearum* による感染と萎ちょうは，抵抗性・罹病性品種ともに，*M. incognita acrita* の存在する時増加した。「BR-73-40」の青枯病に対する抵抗性は「ネコブセンチュウ」に感染した時に減退する。これは「ネコブセンチュウ」による植物体の機械的損傷と生理的変化によるものと認められる。

「偽ネコブセンチュウ」(*Naccobus* ssp.) は南部ペルーのアンデス地帯とボリビア全域のばれいしょ栽培地帯で最も重要なセンチュウである。症状は幼虫と若い雌の侵入によりネコブを形成し，これは「ネコブセンチュウ」と症状が全く似ていることから，永年の間誤って「ネコブセンチュ

---

*この2種のセンチュウは最近 Mulvey & Stone (1976) により Globodera 属に改訂されたが，本文中では当時文献に記載されていた Heterodera 属を用いた。

ウ」と呼ばれていたが，後にこのセンチュウは属が異なることが明らかとなり「偽ネコブセンチュウ」と呼ばれるようになった。このセンチュウの世界における分布についてはまだ良くわからないが，ボリビアのばれいしょ栽培地帯の全部，ペルーの南部高原の大部分はこのセンチュウにひどく汚染されており，ペルーの中央と北部の高原，北部アルゼンチンにも分布する。さらにチリー，イギリス，オランダ，インド，メキシコおよびアメリカにもこのセンチュウが存在することが知られている。このセンチュウは幅広い温度範囲に適応し，暖かい気候で発生する。寄生植物の範囲と生態については研究中である。

〔目標7〕　環境ストレスに対する広域適応性と耐虫性育種

この目標のねらいは高温多湿熱帯と低温高原熱帯に適応するばれいしょの育成である。高原密林地帯と海岸旱ばつ地帯のばれいしょ生産問題についても研究を進めている。

ばれいしょ耐霜性の簡易検定法を開発するため，耐霜性の程度の異なる Renacimiento（耐霜性なし），ICA-Nevada（コロンビアの品種で中位の耐霜性），CIP 700265（*S. curtilobum* の1品種で高度の耐霜性）の3品種を用い，La Molina に植付け，植付後1か月目から4か月まで週毎に，上部の小さい小葉，中央の中くらいの小葉，基部の大きい小葉を切りとり，次の形質を調べた。①－2℃～－5℃の低温抵抗性，②水分と乾物含量，③小葉の面積で示した小葉の大きさ，④植物の年令。結果は次のように要約される。

①　生育のどの段階でも，低い節位の小葉（古い小葉）が0℃以下で致死温度以上の低温による被害が少なかった。

②　小葉が枯死する実際温度は，どの品種のどの小葉においても，その大きさ，植物体上の位置または年令に関係なく同じであった。

植物の年令と枯死温度との間に相互作用がないことから，長期間にわたって多数の遺伝子型の耐霜性を検定することが可能となった。またミネソタ大学で開発された方法を変更して次の簡易耐霜性検定法を確立した。

①　検定温度で処理が終ってから小葉を0℃に調整した湿室に直接移し，小葉の振とうと浸出液の読みとりを省略する。

②　この状態で1晩処理した後，小葉を室温に移し，組織の色と膨張の程度を肉眼で記録する。

③　小葉の振とうと浸出液の読みとりを省略することによって，今まで30点しか検定できなかったのが，100点を検定しうる。確実性は高く，明らかに小葉の生存，中間，枯死を区別できる。

この方法は育種計画の耐霜性簡易検定法として広く用いられている。

亜熱帯と熱帯において，継続的にかつ長期にわたり商品生産を上げることを目標として，San Romon において実際栽培と作付体系について研究を進めた。畦巾1.5m と 2 m の高畦2列栽培は塊茎の大きさ，収量ともにまさり，一般に適用しうる。高畦栽培では培土の必要がなく，雑草の発生も少なく，数品種では ha 当り25 t の多収をえた。

高畦を利用して他作物との間作を検討した結果，とうもろこしを間作した時ばれいしょの収量は最も少なく，らっかせいを間作した時はばれいしょ単作と収量に差異はなかった。いんげんま

めやだいづなどの他のマメ科作物との間作でもばれいしょの収量低下は少なかった。

黒色ポリエチレンまたはわらによるマルチ栽培は，無培土でいもの緑化を防ぎ，雑草防除にも効果があり，最高ではha当り20～30tの多収をあげ，商品価値の高い大いも歩合を高める効果も認められた。

栽植密度試験では等間隔植えの効果は認められず，ha当り60,000個体の密植にした時，1品種はha当り40 tの多収をあげ，いもの70%は直径5 cm以上であった。

品種の肥沃度に対する反応にはかなりの差がみられ，肥沃度がとくに低くない土壌では無肥料栽培でもha当り30tの多収をあげる多数の品種がある。したがって無肥料栽培の農家はもとより，施肥栽培の農家にとっても収量のあげられる品種を選び出すことができよう。

〔目標8〕　ばれいしょの一般栄養品質，たんぱく質含量，炭水化物—たんぱく質バランスの改良

ばれいしょの凍結乾燥材料の粗たんぱくの分析をセミミクロケルダール法によって行っているが，新しい多組蒸溜器の利用により週間500点の窒素分析を行うことができる。たんぱく質の品質は酵素消化後 *streptoccocus zymagenes* を用いた生物検定法により週150点を処理できる。

ばれいしょ塊茎のたんぱく質含量は，品種，処理，産地により変異し，育種材料の *S. phureja* の一系統では20%を越える粗たんぱく質含量を示したが，固形分はわずかに13%であった。粗たんぱく質含量と全固形分との間には，一般には負の相関がみられるが，少数の系統中には，固形分，粗たんぱく質ともに高い含量を示すものがある。全固形分で最高の収量をあげる品種が，ha当り最高のたんぱく質と炭水化物を生産するのが普通である。

どちらかといえば，ばれいしょは人間の常食としてカロリーよりもたんぱく質の供給に役立ち，単に炭水化物食料として仕分けられてはならない。脂肪などを添加するだけで，ばれいしょのたんぱく質とカロリーのバランスはよくなる。しかもha当りのたんぱく質と炭水化物の生産量が高く，最近の試験ではha当り50,000～60,000kcalと可消化たんぱく質600～800kgの品種も見出されている。

環境条件は全固形分と粗たんぱく質の蓄積に著しく影響する。San Ramonにおける高温と多雨条件は，Huancayoにおける低温中雨条件より同じ系統の塊茎全固形分を低くする。また塊茎の粗たんぱく質は窒素の施肥量に比例して増加するので，高い粗たんぱく質含量を望む場合は窒素を施肥すれば良い。

ペルーのAltiplano（チチカカ湖一帯の高原を呼ぶ）では，コロンブス以前の時代の方法によりチュニョ（chuño）と呼ぶばれいしょの凍結乾燥食品を作り，高いたんぱく質含量と，カロリーをもつ保存食料とする。Altiplanoは標高3,890～4,500mで，6～7月の冬の間には，夜温は－20°Cに達するが，昼温は25°Cに昇り夜は低温である。この期間に苦ばれいしょ*(Papa amarga)を用い，

*S. *juzepczukii*, *S. curtilobum* などソラニン含量が多く，直接食用に供しえないばれいしょを苦ばれいしょと呼ぶ。

夜間に凍結させ，昼間は解凍乾燥させる操作をくり返してチュニョを作る。乾燥，貯蔵する前に，いもを水につけて表皮を剝ぎ乾燥すると白い製品が出来上り，これを白チュニョ (chuño blanca) と呼び，表皮を剝がずに乾燥すると黒い製品が出来上り，これを黒チュニョ (chuño negro) または乾燥ばれいしょ (Papa seca) と呼ぶ。これらは Altiplano の農家にとっていまなお重要な食料である。余談だがインカ文明がチュニョを貯蔵食品として発明し，後にインカの軍隊と南米を征伏したスペイン人との重要な食糧となったのは興味深い。この農家での調整貯蔵法はさらに改良と応用のため研究中である。

〔目標9〕　発展途上国に対する種子生産技術

この目標の主要なねらいは次の通りである。

① 重要な系統を病原の無い状態で保存すること，および必要ならば生長点培養または高温療法によってウイルスの無い系統とすること。

② これらの系統を病原の無い状態で増殖し，共同研究国へ配布すること。

③ 共同研究国に適応しうる有望系統の急速増殖法を開発すること。

④ 研究用のウイルスの少ない種子を CIP の研究者に供給すること。

⑤ ばれいしょの系統（クロン）を短期または長期に貯蔵するための費用のかからない方法を開発すること。

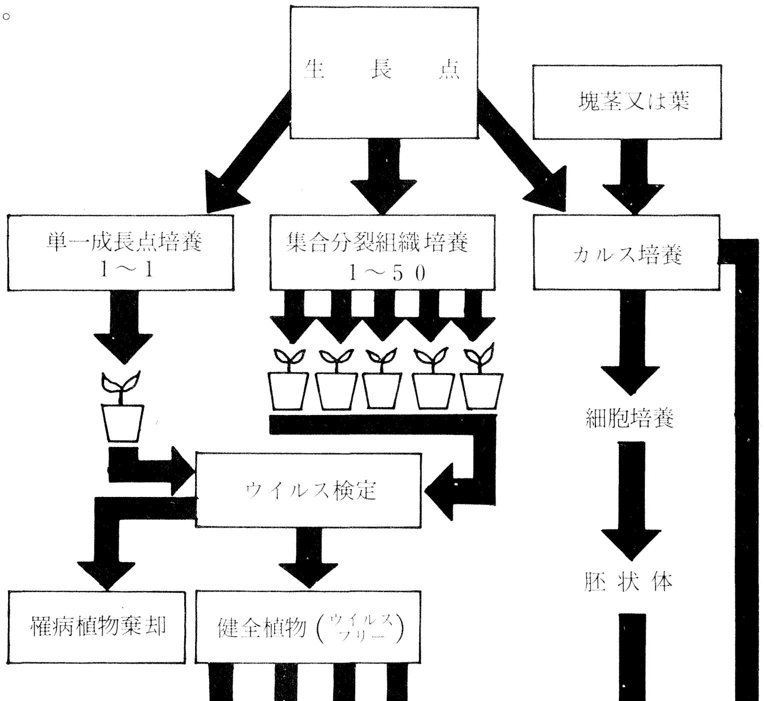


図4　CIP の細胞培養システム（CIP 1975）

遺伝材料の短期貯蔵と配布のため集合分裂組織（multi-meristem）技術の改良に重点をおいてきた。ウイルスフリー系統の保存のためにはすべてこの方法を用いた(図4)。集合分裂組織はアメリカ農務省防疫所に送られ，そこで標準操作法が開発された。これに関係した仕事は広げられ，1975年には次のような業務を行った。

32系統（世代0）をウイルスフリーとし，このうち6系統はウイルス再検定の最終段階にある。20系統（世代IとII）のウイルスフリー材料を保存し，配布のため増殖した。11系統（世代IとII），塊茎と挿木合計で2,391の無病原材料を，ボリビア，エクアドル，ペルーの品種試験または増殖用に配布した。22系統（世代IVとV）の低ウイルス含量種いもの増殖を継続する。分離集団から11系統群を国内ばれいしょ育種計画のために作った。700kgの低ウイルス系統(世代V)をペルーの育種計画に配布した（図5）。

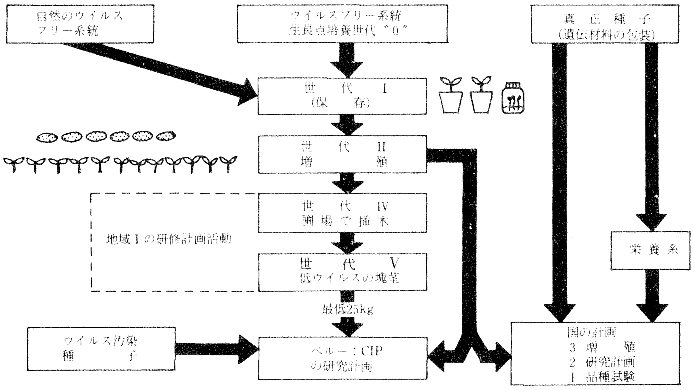


図5　CIPの無病種子の生産過程（CIP 1975）

1975年4月にDr. H. C. Henshawがイギリス海外開発省からCIPを訪れ，CIPの研究者と組織培養計画について検討し，この仕事を継続するための調整計画を立てた。バーミンガム大学のグループは長期貯蔵の研究に重点をおき，CIPグループは遺伝資源を無病状態で増殖・配布するための生長点と組織の培養技術の研究に集中することが決定された。

1975年のCIPの仕事は，集合分裂組織培養技術に重点をおいた。このシステムは単独分裂組織培養法に比べて増殖率が高い。一つの分裂組織の茎頂をCIPの研究者が開発した方法で，化学的・物理的条件下におくと，完全に体制化した枝条と完全に脱体制化したカルスとの中間の形態形成構造に発育する。この形態形成細胞構造のものを静止培地に移植すると細胞構造は多くの枝条に分化する。後にこの集合枝条を固形培地に移植する。この技術をウイルスフリー系統を保存するために用いることを研究中であり，またこの方法で遺伝資源を試験管中に保存しておき，成体はポットに移して得るようにすることができよう。

ばれいしょの分裂組織培養の一般的な操作はウイルスフリー植物をもっと簡単に作り出せるように単純化されている。試験管内で発根させる必要はなく，小さな植物片は粗い砂を下層につめた小さいプラスチックのカップに移植し，まず蒸溜水で灌水し，つぎに3分の1の濃度のHoagland の溶液を与える。この方法で植物片はよく発根し，生育する。

無病の材料の増殖率を高めたい時は，挿木を用いる。ウイルスフリーの4品種を用いてtuber milking 法の有用性を検討した。この目的は① 1本の植物から小さい塊茎（1～2 cm）を多量にとること，②母植物をできるだけ長く栄養的に株保存して塊茎と挿木をとることなどである。砂の上に置いた煉瓦に塊茎を植え，黒色のポリエチレンシートで覆う。萠芽はプラスチックの覆いの小さい孔から出るが，高温（20～22°C）のため塊茎は形成されない。地上部とふく枝の生育は良好で，これらのふく枝は切りとって新しい植物片の増殖に用いる。

ばれいしょの増殖率は比較的低く，一般には 1：10で 1 kg の種いもから10 kg のいもが収穫される。穀類では普通 1：50から 1：80である。挿木は採種事業で基礎種子（basic seed）の第一代に用いられ，原々種の第一世代で増殖率を 1：180まで高めることができる。この方法は最も早い世代に 1 回しか使われないが，それだけで使わない時の10倍の種いもを増殖できる。まず小さいいもまたは多量のいもをガラス室に植付け，これらの母植物が約20cm になったとき生長点を切りとる。この刺げきによりすべての葉節から腋芽が発生する。これらが 8～10cm に生長したとき，切りとって粗い砂の挿床で発根させる。新しい腋芽は約15日で発生し，挿木は挿床で約15日で発根する。母植物は品種または種により異なるが，適当に施肥すると 3 か月まで挿木をとることができる。新しい発根した挿木は，必要数の母植物が得られるまで，母植物として利用される。30日後には挿木の 2 つの収穫物が切りとられ発根し，ポットに移植される。この方法により 1 つの小塊茎から 1 年間に 1 t も種いもを収穫しうる。CIP では，ペルー国から外に送る種いもはすべて挿木により生産している。これは挿木はいもと共に運搬される土壌伝染性のセンチュウ，黒痣病，乾腐病，種いも伝染性の軟腐病などの付着を防ぐからである。挿木は正しく操作すれば，原々種の生産に当たる国々にも，また種いもの数が少ない品種試験にもきわめて有望である。

CIP では熱帯，亜熱帯の小農家向きのばれいしょ貯蔵技術の開発研究も進めている。1975年に夜温の低い Huancayo で，僅かに地上に出した地下貯蔵について検討した結果，技術として採用しうる見通しをえた。地下貯蔵では通気がないと貯蔵いもはすべて腐敗するので，いもの堆積の下に自然の通気孔を設け，良い貯蔵結果をえた。エクアドルの農務省と共同で，夜温の低い3,500 m の高地で，いもの堆積の下にその地方の建築資材を利用した通気筒を設け，半地下貯蔵について検討した結果，5 か月の貯蔵で損失は10%以下であった。さらにエヂプトとの協力により，熱帯の代表的条件下における貯蔵を検討中である。

(2) 地域研究と研修

CIP の技術開発と技術移転のための研究計画は，他の CGIAR* 傘下の国際研究機関とは違っている。これは CIP が増殖率の低い栄養繁殖作物を扱っているためである。CIP は，他の国際研究機関がやっている援助研究（"Outreach"）ではなくて，CIP が直接責任をもつ地域研究（regional research）を実施している。ここでは CIP の中核研究（core research program）の一部が行われる。すなわち地域研究では防疫の関係から少量しか遺伝材料を受けいれられないから，これを

*Consultative Group on International Agricultural Research（国際農業研究協議グループ）

増殖・評価・選抜して各国の育種事業に配布する。この意味でCIPリマで始まった原研究 (source research)が地域研究にひきつがれる。地域研究ではまた研究者の研修も行っている。現在CIPは世界の発展途上国を次の7地域に分け，地域研究を進めている。各地域研究には中核研究に当たる1人ずつの専門家と7地域合計で13人の特別研究専門家が配置される。

地域 I　南アメリカ，本部ペルー

〃 II　中央アメリカとカリビア諸国，本部メキシコ

〃 III　熱帯アフリカ，本部ケニア

〃 IV　中東および北アフリカ，本部タンザニア

〃 V　西南アジア，本部パキスタン

〃 VI　本部インド

〃 VII　東南アジア，本部韓国

その他CIPは大学と共同し，Master，Ph.D，Post-doctoral levelの正式の研修計画をもっている。

CIPの研究には，社会経済的研究もあるが，これはまだ緒についたところである。

(3) 契約共同研究

CIPは次の11か国の20大学・研究所と共同研究を契約している。

北米，コーネル大学――ばれいしょ品種改良と適応性に対する *S. andigena* の利用

北米，北カロライナ州立大学――栽培2倍体種の育種と適応性

北米，ミネソタ大学――良質たんぱく質と耐霜性ばれいしょ育成に対するCIP収集遺伝資源の評価

スエーデン，スエーデン種子協会―栽培ばれいしょの疫病抵抗性の育成

オランダ，I.V.P.農業大学―旱ばつと高温に対するばれいしょの適応性

オランダ，農業植物育種財団―ジャガイモシストセンチュウ抵抗性育種

オランダ，国際農業センター―中東および北アフリカにおけるばれいしょ品種改良

ペルー，アグラリア地域研究センター―ばれいしょ調理と栄養価育種に対する栽培2倍体種の利用

北米，ウイスコンシン大学―青枯病抵抗性育種と熱帯における適応性の改良

メキシコ，サンタ・エレナ試験場

ペルー，国立アグラリア大学―人工気象要因に対するばれいしょの反応性

メキシコ，国立農業研究所

コロンビア，コロンビア農牧研究所―ばれいしょ遺伝資源の青枯病抵抗性の評価

コロンビア，コロンビア農牧研究所―コロンビア産ばれいしょ品種の探索と収集

ペルー，国立アグラリア大学―ばれいしょ施肥と無機栄養

ペルー，国立アグラリア大学―収量，病害，肥沃度，土壌侵蝕に対する作付体系の効果

ナイジェリア，M.A.N.R.―ナイジェリア品種における疫病と青枯病抵抗性の改良

エチオピア，ハアイレ・セラシィ大学農学部―ばれいしょ遺伝資源の評価
ボリビア，ボリビアカトリカ大学―ばれいしょに関する調査
エクアドル，国立農牧研究所―エクアドルにおけるばれいしょ栽培の改善
イギリス，バーミンガム大学*―ばれいしょ生殖質の貯蔵のための組織培養
（＊イギリス海外開発省による直接予算）

2） 国際ばれいしょセンター・ウアンカヨ試験地

International Potato Center, Huancayo Research Facility
Mantaro, Huancayo, Perú.

リマの海岸砂漠地帯を通り抜け，東方に向かい一路アンデスの高原を登りつめ，標高4,843mの万年雪をいただくTiclio峠を越え，自動車で約6時間のところにCIPのHuancayo試験地がある。圃場面積は30 haで，12,000に近い世界最大のばれいしょ遺伝資源の収集系統が保存されている。*S. stenotomum*, *S. goniocalyx*, *S. phureja*, *S. ajanhuiri*, *S. chaucha*, *S. juzepczukii*, *S. andigena*, *S. curtilobum*などが種ごとに整理して植えられており，訪問時は丁度開花盛期で，適度の土壌水分，強い日射，夜間の低温などの環境条件により，節間は短く，複葉は大きく，健全な生育をしており，すばらしい世界最大のばれいしょ遺伝資源保存を視察することができた。

試験方法としては，栽植密度は90 cm×19 cmで1系統8～10個体を保存し，ばれいしょ―マメ科作物（2年）の3年輪作で作付けしている。施肥量はha当り窒素160 kg，燐酸180 kg，加里180 kgで，シストセンチュウの防除にTEMEKをha当り25ポンド（11.34kg）施用している。60～70 gの種いもを用い，植付けは10月，収穫は2倍体種は3月，4倍体種は4～5月に行っている。常時20人の作業員が圃場管理に当たっている。

その他に圃場では耐霜性育種の系統選抜試験，青枯病抵抗性育種，疫病抵抗性育種，扇形設計（fan design）による栽植密度試験，肥料試験，系統適応性検定，増殖などを実施していた。またビニールハウス内では花梗の切断法により交配をやっていた。普通はハイポネックスなど培養液を入れたビンに切断した花梗をさして，除雄した後交配するのであるが，ここではただの水を利用しており，20日ほど経過したものは，かなり葉が黄化していた。

圃場から4～5 kmほど離れたところに，事務室，研究室，会議室，6人を収容しうる宿舎などを建築中で，外装は終り内装中であった。また6棟のカマボコ型検定室が完成し，多数の保存遺伝資源，育種材料などのシストセンチュウ抵抗性を検定中であった。

3） 国立マンタロー中央大学

Universidad Nacional del Centro der per Mantaro,
Calle Real 160, Huancayo, Perú.
Ing. Florencio Harquinio Salazar

訪問は予定していなかったが，CIPのHuancayo試験地を案内してくれたIng. Juan Aguilarの母校であり，高冷地作物を収集保存しているとのことで帰途立寄る。大学といっても小さい農

業試験場のような感じであり，キノア（Quinua, *chenopodium quinoa*)，カニュア（Cañihua, *chenopodium pallidicaule*）などの雑穀，オカ（Oca, *Oxalis tuberosa*)，マシュア（Mashua, *Tropaeolum tuberosum*)，ウルコ（Ullucu, *Ullucus tuberosus*）などのいも類，ルーピンなど南米高冷地原産の多数の系統を収集保存し，特性調査を進めている。ルーピンでは交雑育種を進め，青酸配糖体の毒性の少い有望食用系統を育成中である。ばれいしょについては試験をやっていなかった。

4) アルチプラノ技術大学

Universidad Tecnica del Altiplano,

P. O. Box 291, Puno, Perú.

Director : Dr. J. Alberto Barreda Cuentas

1961年に創設され，Altiplano の綜合技術開発を目標としている。49 ha の試験圃場をもち，大学の構内の圃場ではキノア365系統を保存し，特性調査を進めている。キノアはアカザ科の雑穀で花がごく小さく，人工交配はきわめて困難であるが，雄性不稔個体を発見し，これを利用して交雑育種を開始している。そのほか塊茎作物としてはオカ145系統，マシュア3品種，ウルコ16品種を保存し，特性を比較している。これら塊茎作物は，訪問時にはふく技の先端がわずかに肥大している程度で，塊茎はみられなかった。観察，聴取した特性と文献を参照し，これら3つの塊茎作物の特性を次に記す。

オカ（Oca, Ocas, *Oxalis tuberosa* SAVIGN.)

カタバミ（*Oxalidaceae*）科に属し，クローバ状の葉で花は黄色であり，草丈は80cm に達する。カタバミを大きくしたような形態である。人間により長い間塊茎で栄養繁殖してきたので，種子はつけない。地下部のふく技5 cm ほどの先が肥大して塊茎となり，長さは6～8 cm，直径4～6 cm の円筒形または紡綞形で時により分岐することがある。目は多く，少し深い。目のついた塊茎を切断して，8～9月の雨期の始めに植付け，約8か月で収穫する。地上部，塊茎ともに修酸石灰が多く含まれ，その多少により苦味種と甘味種に分ける。苦味種はそのまゝ食用とせず，苦ばれいしょと同じく凍結乾燥食品チュニヨ（chuño）または chuñu（Quechua 語）に加工して食料とする。甘味種は数日間日光にさらしてから食べると甘いかんしょのような味がする。塊茎には生体で13%ほどの炭水化物，1%ほどのたんぱく質のほかビタミン類（チアミン，リボフラビン，ニコチン酸，アスコルビン酸など）を含む。水煮して食用に供するほか，甘味種は切断乾燥して'cavi'と称する貯蔵食料とする。標高3,000m 以上の冷涼地で栽培し，チチカカ湖周辺の Altiplano では苦味種として，Cjaya-Oca，甘味種として Sapallu-Oca（黄～橙色いも），Chachapea-Oca（灰色いも），Pauccar-Oca（赤いも），Lluchcho-Oca（赤いも），Mestira-Oca（白いも）などの品種が知られている。

マシュア（Mashua,　*Tropaelum tuberosum* O.　KTZE.　）

ノウゼンハレン（*Tropaeolaceae*）科に属する塊茎作物で，Añu,　Cubios,　Nabos,　Nabiosとも呼ばれ，生態はオカに似るがつる状になる。花は橙赤色から深紅色に変異する。オカと同じような塊茎がつき，白～黄色，目の囲りに赤～紫色の斑点のつく品種がある。塊茎は長さ８～10cm，太さ３～４ cmであり，目のついた塊茎を切断して，オカと同じように植付ける。塊茎には生体で13%の炭水化物，1.6%のたんぱく質のほかビタミン類を含む。オカと同じように食用に供する。

ウルコ（Ullucu,　*Ullucus tuberosas* CALDAS）

ツルムラサキ（*Basellaceae*）科に属する塊茎作物で，Melloco,　Chugua,　Ulluco,　Ruba,　Papa Lisaとも呼ばれる。直立型の生態で，心臓形の単葉をもち分枝する。一般に花は咲かない。耐霜性強く，寒冷の高地では，ばれいしょやオカより収量がある。塊茎は3.5～５ cmの長さで，直径３ cm前後の長形で目は浅く，淡紅，赤，黄および黄に赤の不定斑などの変異がある。塊茎により栄養繁殖する。塊茎の生体中には13.3%の炭水化物，1.5%のたんぱく質，ビタミン類を含む。ばれいしょと同じように調理して食用に供するほか，凍結乾燥食品チュニヨに加工して貯蔵食料とする。

なおアルチプラノ技術大学では構内より６ kmほど離れた圃場にばれいしょの収集系統を保存しているが，ペルー国では１月から３月まで夏時間で，公的機関の勤務時間は午前８時から午後１時半までであり，次の訪問先の予約があったので，時間がなく視察できなかった。

5）プノ農牧試験場

Estacion Experimental Agropecuario de Puno.
Av.　El Sol 576,　Puno,　Perú.
Sub-Director ： Ing.　Guido Calderon Perez
Ing.　Valeriano Huanco S.

農牧試験場といってもプノ市の標記一角に事務所があるだけで，圃場はプノ市の郊外６ kmほどのところにある。

プノの最高平均気温は18℃，最低平均気温は－１℃，降水量は年650mmである。プノ一帯では，ばれいしょ－キノア－燕麦またはルーピン－ばれいしょの輪作様式である。10月～12月に植作け，翌年５～６月に収穫する。プノ一帯におけるばれいしょ作付面積は48,000 haであり，このうち15,000 haは*S. curtilobum*,　*S. juzepczukii*などの苦ばれいしょ（Papa amarga）であり，33,000 haは*S. andigena*,　*S. stenotomum*,　*S. phureja*,　*S. goniocalyx*,　*S. ajanhuiri*などの甘ばれいしょ（Papa dulce）である。*S. juzepczukii*（３ *x*）は，耐霜性をもつ４倍体野生種*S. acaule*と２倍体栽培種*S. stenotomum*との自然交雑により成立し，５倍体栽培種*S. curtilobum*は*S. juzepczukii*（３ *x*）の非還元性配偶子と４倍体栽培種*S. andigena*との自然交雑により成立したものとされており，ともに耐霜性をもつが，ソラニン含量が多く，えぐみがあるので苦ばれいしょとして区分され，直接食用には供さず，冬（６～７月）の間に凍結乾燥食品チュニヨに加工され，

この地帯の重要な貯蔵食料となる。プノ一帯のばれいしょ平均収量はha当り5.8tであり，最高の収量でha当り18tである。

試験圃場では，*S. juzepczukii*，*S. curtilobum*，*S. andigena*，*S. stenotomum*，*S. goniocalyx*，*S. ajanhuiri*などプノ一帯の原始的栽培ばれいしょ480系統を収集保存しており，収集系統はCIPに提供し，CIPでも保存しているとのことであった。訪問時は丁度開花期であったが，降霜の直後であり，見事な耐霜性の種間差，系統間差を見ることができた。*S. juzepczukii*が最も強く，ついで*S. curtilobum*であり，*S. andigena*，*S. stenotomum*などでは耐霜性に系統間差異がみられた。また試験圃場の近くの農家の実際の大量栽培においても，*S. juzepczukii*と*S. andigena*の耐霜性の種間差は歴然としており，見事な耐霜性遺伝子型選抜の効果を眼の当りに見ることができた。プノ一帯におけるばれいしょ栽培の問題点はシストセンチュウである。potato ring spot virus（黄斑モザイック）も圃場に発生していた。

プノ一帯ではキノアは15,000ha栽培され，平均収量はha当り800kgである。プノ農牧試験場においても，雄性不稔系統利用によるキノアの交雑育種を進めている。

6） ポマタ国立農牧研究所

Instituto Nacional Agropecuario No. 73.
Pomata, Puno, Perú.

プノ市から110km離れたポマタに同研究所があり，予備調査の結果では同研究所でもばれいしょの系統保存と栽培試験をやっているとのことであった。研究所といっても小さい校舎があり，農業高校といった感じである。ばれいしょについては施肥法に関する試験をやっており，11月に植付け5月に収穫するとのことで，結果はまだ出ていなかった。ばれいしょ系統の収集保存は現在ではやっていなかった。

7） ウアンカヨ周辺

Huancayo一帯はばれいしょの栽培が多く，ほとんどが*S. andigena*であり，山の斜面には一部*S. curtilobum*などの栽培が見られた。ばれいしょのほかはとうもろこしの栽培が多く，その他キノア，ルーピン，そらまめなどの栽培が散見され，ほかは草地による牛の放牧である。

LimaからHuancayoに至る途中のJauja（標高3,411m）近くの草原では野生2倍種*S. bukasovii*の自生がみられ，Huancayo市郊外の山岳地帯においても*S. bukasovii*の野生がみられた。丁度開花中で生態写真を撮ることができたが，果実は未熟であり，一部採種したが，後1か月遅れれば成熟した果実を採取できるものと思われた。この野生種は付近一面に自生しているわけでなく，岩かげ，草かげにひっそりと自生しており，野ネズミ，野生のクイ（モルモット）などの食害により原産地においても絶滅の危機に瀕しており，貴重な遺伝資源の早急な収集と完全な保存の必要性が強く感じられた。

8) チチカカ湖周辺

Puno（標高3,870m）附近のチチカカ湖一帯の平地では *S. andigena*, *S. stenotomum*, *S. goniocalyx* などの甘ばれいしょが多く栽培され，山岳の傾斜地では *S. juzepczukii*, *S. curtilobum* などの苦ばれいしょが多く栽培されている。その他の作物としては，キノア，オコ，ウルコ，マシュア，小麦，大麦，ルーピンなどが栽培されている。草原には沢山の羊の放牧がみられる。これはやせ地と冷涼な気候により牛では十分な草量がえられないことによると思われる。その他寒冷に耐えるラクダ科のリヤーマ（Llama），アルパカ（Alpaca）などの放牧がみられる。リヤーマはおよそ4,000m前後の高所で飼育され，毛質は良くなく，4,000m以上の高所では良質の毛がとれるアルパカが飼育される。さらに高所にはごく良質の毛がとれるビクニヤ（vicuña）が生棲するが，インカ時代でも皇帝だけがその毛皮を使うことができたとされ，数はごく少なくみることはできなかった。また高原飼育のロバは羊なみに毛が長くのび，飼育する豚も原始的なイノシシ型である。

Puno 近くのチチカカ湖は水深1m前後で浅く，一面にいぐさの1種 Totora（*Cirpus californicus*）が生い茂り，Uros 島はこのいぐさの浮島で作られていることは有名であるが，舟および家もすべていぐさで作られ，作物は栽培できないので，漁業による小魚の干物といぐさの製品の販売により生活している。チチカカ湖は南下するに従い水深は深くなり，マスの類が生棲する。Puno の市場では，丁度ばれいしょの端境期に当たるため，直径3cm位から小さいものは直径1cmほどのごく小さいばれいしょが売られているに過ぎず，各種のばれいしょをみることができなかった。ばれいしょの凍結乾燥によるチュニヨは露天市場で沢山売られており，剝皮して水でよく漂白して乾燥した白チュニヨとそのまま乾燥した黒チュニヨの2種類を見ることができた。この他チュニヨを乾燥せずに水につけたままの状態でも販売していた。その他ばれいしょとよく似た形をしたウルコ，かんしょ，トマト，なんばん，とうもろこし，小麦，大麦，キノア，ライマビーンなどの作物が売られており，事情を聞いたところ，とうもろこし，かんしょなどは暖かい地方で栽培したものをもって来て売っているとのことであった。

9) リベルタード山

Libertado 山は Puno 市の北東にある標高約4,300m の急斜面の山であるが，一筆3～5aほどの傾斜畑に *S. andigena*, *S. curtilobum*, *S. juzepczukii* などが栽培され，ところどころにキノア，オカ，ウルコも栽培されている。この山の頂上にのみ野生4倍種で耐霜性をもつ *S. acaule*，野生2倍種で耐霜性をもつ *S. megistacrolobum* などが岩かげにひっそりと，まさに高山植物といった形態で自生している。まだ萌芽したばかりのものや，開花を始めたばかりのもので，果実は採取できなかった。

10) アングラ・マリーナ山

Angla Marina 山は Puno 市の東南にある標高約4,500m の山で，頂上近くまで *S. juzepczukii*, *S. curtilobum*, *S. andigena* などの栽培がみられ，中には耐霜性をもつ *S. juzepczukii*, *S.*

表9　CIPから寄贈を受けたばれいしょ有用遺伝資源の真正種子

特性	種名	系統番号	種子数
1）疫病抵抗性	*S. andigena*	700133	300
	〃	700138	300
	〃	700184	200
	〃	700209	300
	〃	700466	300
	〃	700604	100
	〃	700673	200
	〃	700952	300
	〃	701172	300
	〃	701334	300
	〃	701645	100
	〃	701718	300
	〃	701898	300
	〃	702044	300
	〃	702410	100
	〃	702743	100
	〃	702858	100
	〃	702861	100
	〃	702915	100
	S. curtilobum	702334	100
2）Xウイルス抵抗性	*S. andigena*	700001	100
	〃	700054	100
	〃	702177	100
3）Yウイルス抵抗性	*S. andigena*	701442	100
	〃	702245	100
4）Xウイルス，Yウイルス抵抗性	*S. andigena*	700775	300
	〃	701535	300
5）葉巻病抵抗性	*S. tuberosum* × *S. andigena*	720027	100
6）Xウイルス，ジャガイモシスト センチュウ抵抗性	*S. andigena*	700031	100
	〃	701452	100
7）Xウイルス，ネコブセンチュウ抵抗性	*S. andigena*	702122	100
8）ジャガイモシストセンチュウ抵抗性	*S. andigena*	700382	100
	〃	701421	300
	〃	701452	100
	〃	701478	300
	〃	701535	300
	〃	701821	300
	〃	701958	300
	S. curtilobum	700280	300
9）耐霜性	*S. curtilobum*	701017	300
	〃	702436	300
	〃	702543	100
	S. ajanhuiri	702654	100
	〃	702678	100
	〃	702682	100
10）高乾物率	*S. phureja*	700936	300
	〃	701182	400
	〃	701570	300
	〃	702288	300
	〃	702472	300
	S. stenotomum	700235	300
	〃	700362	100
	〃	701631	100
	〃	702505	100
	〃	702742	100
11）調理品質	*S. goniocalyx*	701406	300
	〃	701912	300
	〃	701518	300
	〃	701970	300

特性	交配番号	組合せ	来歴	種子数
12）耐霜性・ 疫病抵抗性	376744	374068－8×374034－5	(*S. tub.*×*S. and*)×(*S. cur.*×*S. and.*)	50
	376745	374069－7×374034－1	(〃 × 〃)×(〃 × 〃)	50
	376746	374067－1×374034－7	(〃 × 〃)×(〃 × 〃)	50
	376747	374050－3×374023－9	(*S. neotub.* ×*S. and*)×(*S. aja.*×*S. ste.*)	50
	376748	702442×69－4－3	(*S. curtilobum* × *S. andigena*)	50
13）青枯病抵抗性 Xペルー品種		BR44－7×Renacimiento	(*S. tub.*×*S. phu.*)×*S. and.*	100
		BR53－1×Mariva	(〃 × 〃)×(*S. and.*×*S. tub.*)	100
		BR53－1×Renovacion	(〃 × 〃)×(〃 × 〃)	100
		P－7　×Yungay	(〃 × 〃)×*S. and.*	100
14）疫病抵抗性　× ×青枯病抵抗性		India1058×BR53－1	*S. tub.*×(*S. tub.*×*S. phu.*)	100
		72/Mast164×BR53－1	〃 ×(〃 × 〃)	100
		Rosita×P－7	〃 ×(〃 × 〃)	100
15）青枯病抵抗性× Yウイルス抵抗性		BR53－1×PVY(Bulk)	(*S. tub.*×*S. phu*)×*S. and.*	100
16）ジャガイモシスト センチュウ抵抗性		73B－13×Buk var. ADG	(*S. and.*×*S. and.* 集団)	100
		720072×73 C－5	(*S. tub.*×*S. and.*)×*S. and.*	100
		720028×701478	(〃 × 〃)× 〃	100
合計		75系統		13,450

〔付記〕高たんぱく含量4組合せ（SD76－5×SD375－5，SD160－5×SD85－5，SD195－5×SD219－5，SD219－5×SD357－5，いずれも$2x \times 2x$）各約100粒の真正種子が後で送付された。

curtilobum などと耐霜性のない *S. andigena* との混栽がみられたが，これはきわめてきびしい環境条件にすむ人々が食料をうるために編み出した生活の知恵と思われる。オカ，キノア，ごく少ないがカニュアなども栽培されている。この山の中腹から頂上にかけて4倍種 *S. acaule* が岩かげまたはサボテンのかげにひっそりと自生しており，ごく小さい塊茎はつけていたが，果実は採集できなかった。

11）ポマタ周辺

Pomata（標高3,847 m）付近では *S. andigena*，*S. stenotomum* などが栽培され，ところどころに各種のばれいしょの混栽がみられた。野生種では，*S. acaule*，*S. lignicaule* などの自生がみられ，*S. acaule*，*S. andigena* では生育が進んでおり，果実を採取することが出来た。

その他 *S. phureja* はチチカカ湖の北西 Huancane から Rosaspata 一帯に栽培され，Azangaro 北方の Cara Baja 地帯に多くの野生種が自生するとの有用な情報をえたが，さらに2日ほどの日程を要するので，今回は探索調査することができなかった。また Cuzco 大学の Dr. Blanco が，Cuzco 地帯の多数のばれいしょ系統を収集保存し，育種試験も進めているから是非訪問するようすすめられたが，これも日程の都合により訪問できなかった。

4 探索導入の成果

1） CIP より寄贈されたばれいしょ有用遺伝資源

CIP で収集保存しているばれいしょ遺伝資源のうち，わが国のばれいしょ品種改良に役立つ形質をもつ75系統の真正種子の提供をうけた。これら材料の主要特性，種名を表9に示した。なおこれらの材料は農業技術研究所坂口進技官が導入責任者として日本に持帰り，北海道農業試験場作物第一部畑作物第二研究室（島松）に移管して保存と育種上への利用を進める計画である。

2） 現地で採集したばれいしょ真正種子

訪問時は丁度開花中で果実の採集は十分に行えなかったが，種子の発芽可能と思われる8材料の若い果実を採集し，真正種子をえた。これら材料の種名，採種地，特性概要を表10に示した。

表10　ペルー原地で採種したばれいしょ真正種子

種名	採種地	標高	備考	
栽培種				
1) *S. andigena*（4 *x*）	Puno	3,870m		
2) 〃	Pomata	3,847m		
3) 〃	〃	〃		
4) 〃	〃	〃		
野生種				
5) *S. bukasovii*（2 *x*）	Huancayo	3,271m	耐霜性	
6) 〃	〃	〃	〃	
7) 〃	〃	〃	〃	
8) *S. acaule*（4 *x*）	Pomata	3,847m	〃	Xウィルス抵抗性

5　今後の問題点

1）探索導入調査の時期

今回のペルー国におけるばれいしょ遺伝資源の探索導入・調査は，丁度開花期に当たり，ばれいしょの生態を調査するには適期であり，遺伝資源の導入先を豊富な遺伝資源を保存するCIPにしぼったので所期の目的は達せられたものと思われる。しかし真正種子を現地で採集するには時期がやや早く，2月下旬～3月上旬頃が適当と考えられる。さらに塊茎の収穫は2倍体の早生種では3月より始まり，4倍体，5倍体などの晩生種では4～5月より始まるので，塊茎の収集導入には4～5月頃が適当と考える。真正種子の現地採集を目的とすれば，生育末期となり，生態はかなりくずれて来るが地上部の調査は可能であり，塊茎の現地収集を目的とすれば，地上部は枯凋し，生態の調査は不可能となる。しかし本格的な導入事業を行うためには，数か月にわたり，開花盛期の生態調査，生育後期の真正種子の採集，生育末期の塊茎の収集など組織的かつ長期継続的な計画を立てることが望まれる。

2）探索調査の場所

今回のばれいしょ遺伝資源探索導入・調査は，CIPの世界的遺伝資源の収集保存系統を中心に，ペルー国のHuancayo一帯，チチカカ湖周辺のPuno，Pomata一帯を調査したが，Altiplanoと総称されるチチカカ湖周辺の高原一帯は調査範囲が広く，チチカカ湖北東部HuancaneからRosapata一帯の*S. phureja*栽培地帯，Azanganoの北部のCara Baya地帯の野生種遺伝子中心，またCuzco大学におけるCuzco地帯の膨大なばれいしょ収集系統保存などペルー国におけるばれいしょ遺伝資源探索に関して有用な情報をえたが，日程の都合で探索できなかった。南米におけるばれいしょの遺伝子中心はペルー南東部からボリビア北西部にわたるAltiplanoとされている。今後本格的な探索導入事業を行うためには，ペルー国の未探索地帯からボリビア国を含めた広い地域の探索導入調査が必要と考える。

なおばれいしょ原産地のアンデスは標高3,000～4,000ｍあるので高度順応が必要であり，平地におけるよりも，余裕をもった行動計画を立てることが望ましい。

3）導入形態上の問題

ばれいしょ塊茎の導入については，新しい病虫害の侵入を防ぐため，各国で厳重な防疫体制をとっているが，最近CIPでは試験管に培養したままの病虫害フリーの生長点培養物の諸外国への送付に成功した。そこでCIPでは防疫上の問題から，国外配布をこの方法による方針で開発研究を進めている。この方法は塊茎によって栄養繁殖する作物にとっては植物防疫上きわめて有効な方法であり，わが国でもこれを受入れられる体制を早急に整備することが強く望まれる。

4）国際協力体制上の問題

今回の遺伝資源の導入はCIPが中心となったが，CIPの遺伝資源の収集は原産地ラテンアメリカ諸国の協力により行われ，それらの特性検定は欧米諸国の大学，研究所の協力により行われて

いる。またCIPの運営については，欧米の先進諸国政府のほか，ロックフェラー財団，フォード財団，B.I.Dなどの資金援助によっている。遺伝資源の探索導入事業は，基本的には相互交換の原則に基づくべきものであるから，わが国においても国際的に協力し，CIPに対しても応分の財政的支持をすることが必要であると考える。

5）導入後の問題

専問の作物導入センターをもつ欧米諸国ほどでなくとも，わが国においても組織化された導入に関する研究機関が必要と考えられる。また単に導入だけに終ることなく，育種上に利用する研究機関の整備も必要と考えられる。

他方，ばれいしょについてはCIPは遺伝資源収集保存の世界の中心であると同時に，原産地中南米は各種病害虫の宝庫でもある。そこでCIPに研究員を派遣し，豊富な遺伝資源を利用して病虫害抵抗性育種，各種障害抵抗性育種を進め，中間母本を育成してからわが国に導入することは，研究面で国際的に協力しうるばかりでなく，わが国のばれいしょ品種改良にも利するところ大きいと考えられ，今後一考を要する問題と考える。

6）今後探索導入が期待される他作物

今回は調査だけしかなしえなかったが，熱帯のアンデスの高原には，ばれいしょの近縁種ばかりでなく，いくつかの興味ある在来作物が分布している。子実を利用するものでは，牛乳のたんぱく質と同じ位の栄養価をもつといわれるキノア，カニュアおよびルーピンなどがあり，塊茎を利用するものでは，オカ，ウルコ，マシュワなどである。これらの作物は冷涼な気候，きびしい温度較差と乾燥によく耐え，ばれいしょと共に現地に住む人々の貴重な食料となっている。わが国に導入しても日長時間の差異により直ちに実用化できるかどうかわからないが，わが国の冷涼地に適した品種がみつかれば，新導入有望作物となるものと考えられ，今後の計画的探索導入が期待される。

III　コロンビアにおけるばれいしょ遺伝資源の探索導入と調査

1　遺伝資源の現況

コロンビア国は北緯12°30′40″から南緯4°13′30″の熱帯圏内にあり，面積は約116万 km^2で日本の3倍強を占め，最高峰は Sierra Nevada 山系の Pico Cristóbal Colón の標高5,780m である。いも類のおよその地帯区分としては，標高1,500m 以下，年平均気温20°C以上がキャッサバ(*Manihot esculenta* Cranz.)の経済的栽培の適地であり，標高1,500～2,000m の間ではキャッサバとばれいしょが混在し，標高2,000m以上では，ばれいしょだけが他の耐冷性作物とともに重要作物となる。

栽培されるばれいしょは大部分は4倍種の *S. andigena* で多数の在来品種が分化している。2倍体栽培種も一部に栽培され，コロンビアにおける栽培2倍体種については，最初の発見者 S. M. Bukasov は Bogota の市場よりえた一系統に *S. rybirii* と命名し，Boyacá 県原産の2倍体栽培種に *S. boyacense* と命名した。S. W. Juzepczuk は Narinõ 県からエクアドルに分布する2倍体栽培種に *S. kesselbrenneri*，J. G. Hawkes は Cauca 県の Popayan における2倍体栽培種に *S. rybinii* var, Popayanum, Nariño 県 Pasto に原産する2倍体栽培種に *S. rybinii* var. *pastoerse* と命名した。一方 *S. phureja* はボリビアの Lapaz のチチカカ湖の東方に分布する2倍体栽培種であるが，形態的にはこれらの種はすべて同一種であるとして，現在では *S. phuraja* の種名で統一されている。コロンビアの中央および南部では「Criolla」または「Chaucha」(早生の意；3倍体栽培種 *S. chaucha* とは異なる)と呼び多くの在来品種が分布している。ばれいしょ近縁の野生種は表11に示すように，遺伝子中心ほどではないが，かなり多くの近縁野生種が分布することが

表11　コロンビアに原産するばれいしょ近縁種（Correll　1962）

Section *Tuberarium*

Subsection *Basarthrum*

S. muricatum, S. caripense, S. sanctae-marthae, S. tetrapetalum,

S. sodiroi, S. tabamoense, S. fraxinifolium, S. suaveolens, S. canense

Subsection *Hyperbasarthrum*

S. juglandifolium, S. chranthrum, S. bulbocastanum, S. chomatophilum,

S. tuquerrense, S. colombianum, S. flahaultii, S. moscopanum, S. andreanum,

S. lobbianum

栽培種：*S. phureja, S. andigena.*

知られている。これらの野生種は最近森林の伐採による生態系の変化により絶滅の危機に瀕し，また *S. andigena*, *S. phureja* などの原始的栽培種も新しく育成された優良品種の普及により急速に消失しつつあり，これらの貴重な遺伝資源の消失を早急に防ぐため，1974年 CIP の企画会議で計画が立てられ，Bogota の国立中央農牧研究所の Dr. Luis López を責任者としてばれいしょ遺伝資源の収集保存が開始され，現在までにコロンビア全国より568系統が収集され，CIP に移管されて保存されている。

2 訪 問 先

コロンビア国では，Tibaitataにある国立中央農牧研究所塊根部でばれいしょの育種が進められており，1976年11月15日に，一時帰国の帰途を利用して同研究所を訪問し，コロンビア国におけるばれいしょ育種を視察し，同時にコロンビア国における有用ばれいしょ遺伝資源の真正種子の分譲を受けた。

一方，著者はCaliの国際熱帯農業研究所（CIAT）に駐在し，キャッサバの育種に関する研究を分担し，現在試験調査のためコロンビア国内を出張する機会が多く，キャッサバ以外にばれいしょにも興味をもち，探索調査を心掛けた。しかし前に述べたように，キャッサバは一般に標高2,000m以下の暑い地帯に栽培され，ばれいしょは標高2,000m以上の高冷地に栽培されるため，実際に調査観察しえた地帯はCaliの近くに限られ(図6)，現地の探索調査としては不十分なもの

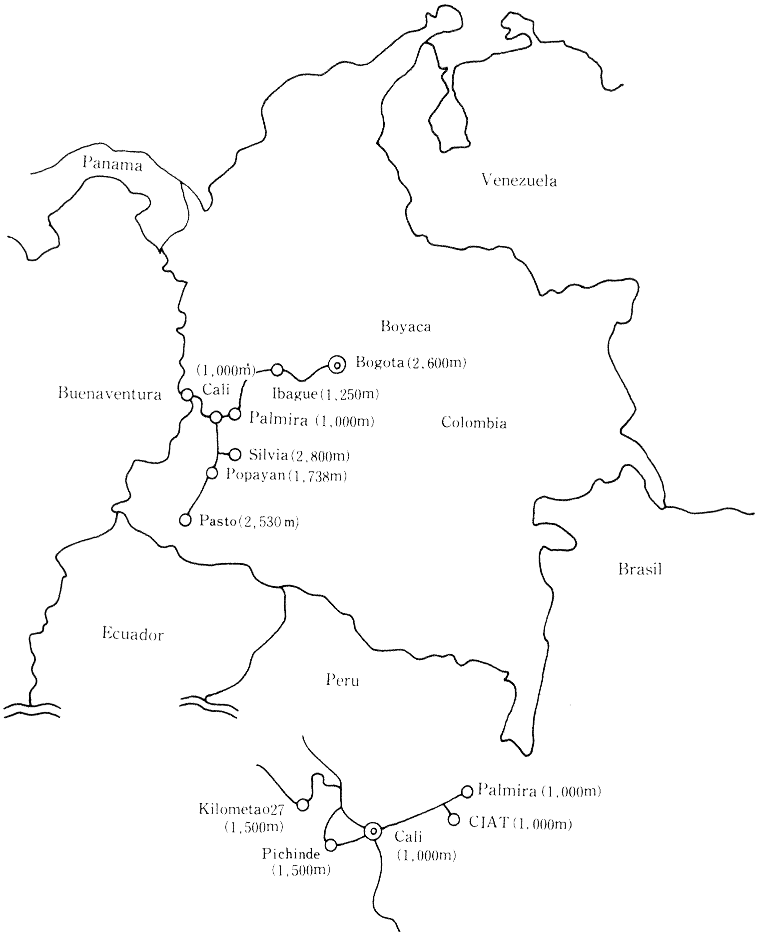


図6　コロンビアにおける訪問先の略図

(図中数字は標高を示す)

であるが，今後の参考に資するため概要を記すこととした。

3　訪問研究機関と探索調査場所の概要

1）チバイタタ国立中央農牧研究所塊根部

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA),

Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarios 'Tibaitata',

Apartado Aeréo 7984, Bogota, D. E., Colombia.

Dr. Lauro Jujan ; Director, Programa Nacional de Tuberosas.

Dr. Pedro Leon Gomez

Bogotaから約30 km西方に同研究所があり，555 haの圃場をもつ。標高は約2,600 m，年平均気温は13°C，降水量は年950 mmであり，常時日本の晩秋のような気候である。

コロンビアのばれいしょ作付面積は125,785 ha（年間）で，ばれいしょ生産量は年間150万tあり，平均収量はha当り11 tである。

コロンビアのばれいしょ育種目標は疫病抵抗性と耐霜性に重点をおき，交雑育種により食用品種を育成している。国立中央農牧研究所では過去にICA Puracé，ICA Guantiva，ICA Tolima，Cumandayなどの耐病性，多収性の新品種を育成してきた。中ではICA Puracéはコロンビアのばれいしょ栽培地帯の約30％に普及している。これら優良品種の普及により在来の*S. andigena*品種は急速に消失しつつあり，これに備えてDr. Luis Lópezはコロンビア国内から合計568系統を収集した。これらはColccion Central ColombianaとしてCCC番号を付けて保存され，CIPのばれいしょ遺伝資源保存にも提供されている。

しかし，在来の*S. andigena*品種の一部は依然として消費者に人気があり，Boyaca，Curdinamarca，Narinõなどの県の「Tuquerrena」，Narinõ県の「Tocana Blanca」「Tocana Rosada」「Pampa Blanca」CaldasとAntioquia県の「Salentuna」などもかなり栽培されている。Caldas県の「Lisarza」と「Salentuna」のような古い品種は耐冷性をもつため高冷地によく適応し，輸送による損傷が少ないため，現在のところ他の品種と置き換えることは不可能であり，このことは育成品種の普及を阻む一原因となっている。2倍体栽培種*S. phureja*の品種「Yema de Huevo」（卵の黄味の意）はまだ全国的に人気がある。

最近育成された主要品種の特性は次の通りである。

ICA-Puracé：1963年育成。最高の収量があり，耐病性もあるが，塊茎の比重は1.080～1.085（コロンビアでは一般に比重で表わす，でん粉価で14～15％），品質は悪く，サラダおよびスープに適する。

Monserrate（Bogotaにある山の名称）：Blanca Cascuda × Pana Blancaから1966年に育成。疫病に対し高度の圃場抵抗性を示し，塊茎比重は1.095～1.100（でん粉価で17～18％），糖分含量少なく，チップに適する。

San Jorge：Eersteling × Leonaから1975年に育成。疫病に強く，塊茎比重は1.100～1.105（でん粉価で18～19％）で粉質，食味良好な食用品種。

S. phureja：一般にはPapa Amarilla（黄色ばれいしょの意，ペルーではPapa Amarillaとは*S. goniocalyx*を指す）と称し，4か月で収穫しうる早生種である。塊茎比重は1.080～1.120（で

ん粉価で14—23%)と変異し，粘質でスープに適す。直径1～2 cmのごく小さいいもを皮つきのまま油で揚げて食べる調理法もある。

育種の実際については，交配は温室内で花梗切断法を用い，花梗をビンに挿して交配していた。実生個体では，疫病抵抗性は疫病菌を接種室で人為接種して選抜している。耐霜性についてはGeneral Electric 社のPartlow製品の冷凍機4基を用い，実生個体を－2～－3℃で3時間低温処理して耐霜性個体を選抜し，1 haほどの圃場に選抜された実生個体が栽植されていた。一般の育種圃場は5 haほどで，有望品種は1 haほどの大規模比較試験をしていた。大規模の試験ではいもの収穫は収穫機を用い，いもの選別も大，中，小，屑に自動的に区分しうる選別機を使い合理化を図っている。

その他CIPとの共同研究として，多数の*S. phureja*の系統について青枯病（*Pseudomonus solanacearum*）抵抗性の検定を進めていた。

2）コロンビア南部

Cali（標高1,000m，年平均気温24℃）の周辺で標高1,500m（年平均気温20℃）ほどの山岳地帯になると*S. andigena*, *S. phureja*などが栽培されるが，農家の庭先に自家用としてわずかに栽培される程度で，ウイルスとくにXモザイックにはかなりひどく汚染されている。標高2,000m以上になるとかなり大量に栽培されるようになり，大規模の栽培ではトラックで運搬して市場に出荷するが，小規模の農家では馬またはバスの上に麻袋につめたばれいしょを積んで市場に出荷する。

Caliから南に約120 kmの中央アンデスの山間に隔絶されたsilviaという小さな村があり，古代からの衣裳を現在でも住民全体で統一して着用しているGuambianos族が住んでいる。標高は約2,800m，年平均気温は約13℃で，ばれいしょが主作物であり，他にそらまめ，えんどう，ねぎ，ごくわずかであるが高冷地の塊茎作物ウルコ，オカ，マシュアなども栽培される。ばれいしょは*S. phureia*が多く栽培され，花色は白から紫，いも色も黄から紫，黄色に紫の不定斑を生ずるものまで多くの変異がみられる。一筆5 a～10 aほどの面積でかなり急な山の中腹まで栽培され，中には同一圃場で花色，生態の異なる系統を混栽している場合も見られる。ここでは*S. phureja*を年を通じて栽培している。これは早生で4か月位で収穫しうること，塊茎の休眠期間がごく短かく収穫してすぐ植付えられることによる。現地において感じられることは*S. phureja*のもつ早熟性と短期休眠性は，ばれいしょだけが主食となるアンデスの高冷地に住む原住民が，常に食糧を確保するため苦労して改良した特性であると解される。*S. phureja*以外に*S. andigena*も栽培され，品種としては「Guata redonda」が知られている。現地では火曜日にだけ市が開かれ，大いも（120 g以上）から，わが国では屑いも（20g以下）とされるものまで，各種の色の変ったばれいしょが売られており，値段は1 kg 1ペソ（約10円）であった。

Caliから南164 kmのところにコロンビアの古都Popayanがあり，標高1,730 m，年年均気温は19℃，年降水量は1,800 mmあり，キャッサバの経済的栽培の限界地帯で，低温によりphoma leaf spotが多発し，甚大な被害を与えるので，CIATがキャッサバの系統適応性検定試験とPhoma抵抗性検定を実施している場所である。ICAのPopayan駐在所では，県の農事試験場の一角でばれ

いしょの品種比較試験を実施している。付近一帯の標高2,000m以上の山岳地帯では *S. andigena* が多く栽培され，在来種としては「Guate」が知られている。*S. phureja* も Popayan 在来の系統が分化しており，市場には *S. andigena*, *S. phureja* など各種の変異に富んだばれいしょが麻袋につめて売られている。

Cali から南に443km 離れたところに Narinõ 県の中心 Pasto があり，ICA でばれいしょの地域適応性検定を実施しているとの事であるが，視察する機会はなかった。Pasto は標高2,530m，年平均気温は13.5℃，年降水量は850mm であり，周囲山に囲まれた盆地に発達した市である。周囲の標高3,000m 前後の山岳地帯では，ばれいしょ，小麦，えんどうなどが主作物で，他は草地による牛の放牧である。ばれいしょは *S. andigena* が多く栽培され，「Pamba blanca」，「Pamba pintada」，「Pamba morada」，「Chimbalan mosada」，「Tatanguilla」，「Californa」，「Chimbalan negra」，「Brasila」，「Pamba leona negra」などの在来品種が知られている。*S. phureja* も Pasto 在来の品種が分化し，「Chaucha negra」（早生黒）と呼ばれる黒色に近いいも色をもつ品種があり，市場では，各種の変異に富んだばれいしょが麻袋につめて売られている。

コロンビアにはばれいしょ近縁の *Solanum* 属野生種が多く原産することが知られているが，森林は高地まで伐採されて草地となり，生態系の変化により絶滅の危機に瀕しているとされ，これらを本来の研究任務以外に探索調査することはきわめて困難であった。一例をあげると CIAT の圃場には，*S. suaveolens* が雑草として自生するが，522ha の圃場を 2 年間注意深く観察してわずか 3 個体を発見したに過ぎない。*S. muricatum* はばれいしょの近縁種で塊茎はつけないが，葉形，花型などはばれいしょに酷似し，直径 3 － 4 cm，長さ10～15cm で，縦に紫の條斑のある大きな果実を着ける。Popayan で自主しており，Kilometro 27の農家の裏庭における放任栽培を見ることができた。現地の人はこの果実を Pepino（きうり）または Pepino blanco（白きうり）と呼びきうりと同じように食用に供し，Cali の市場でも時々売られている。ばれいしょの果実とは違って苦味はなく，淡白の味がするが，種子はごくわずかしか包含しない。本種はばれいしょと近縁であることから，両者間の交雑が可能であれば，地上部で食用果実，地下部では塊茎を着ける新作物の育成が考えられ，遺伝学的には興味ある材料である。*S. skutchii* はメキシコ北東部からニカラグア南部までに分布するとされているが，Cali 近くの Pichidé（標高1,500m）の山岳の水辺に野生しているのが観察された。

その他ばれいしょとは縁が遠いが，同じ *Solanum* に属する *S. nigrum*（イヌホホヅキ）の 2 倍体型 *S. photeinocarpum*，なす（*Solanum melongena*）の近縁野生種は Cali 近郊でもいたるところに自生している。

コロンビア原産のばれいしょ近縁種のうちでも *S. lobbianum* は今後収集保存すべきもののなかで最重要ランクに位置づけはれており，コロンビア国でばれいしょ近縁種を計画的に探索導入するためには，標高3,000m 以上の山岳地帯を詳細に，時間をかけて調査する必要があると考えられる。

4　探索導入の成果

1）ICAから寄贈されたばれいしょ有用遺伝資源

国立中央農牧研究所塊根部で収集保存しているばれいしょ遺伝資源のうち，わが国のばれいしょ品種改良に役立つ形質をもつ*S. andigena*20品種の真正種子の提供をうけた（表12）。いづれも疫病抵抗性および耐霜性をもつものである。これらの材料は農業技術研究所坂口進技官が日本に持帰り，北海道農業試験場畑作第二研究室（島松）に移管し，育種への利用を進める予定である。

表12　コロンビア，ICAから寄贈を受けた*S. andigena*の真正種子

CCC番号	品　種　名	種子数(約)
27	Arbolona Negra	100
33	Beleña	100
45	Tocana Blanca	100
46A	Tocano Colorada	100
61	Tuquerreña Negra	50
85	Cajica	100
105	Curipamba	100
107	Leona	100
109	Jabonilla	100
167	Rosa	100
168	Negra	100
198.6	Algodona	100
306	Argentina	100
309	Saleutuna	100
407	Extranjera	100
430	Merida	100
999	Yurac Tarma	100
1208	Carriza	100
1540	Tocama Negra	100
—	ICA Puracé	100
合　計	20　品　種	1,950

（備考）疫病抵抗性および耐霜性をもつ*S. andigena*品種

2）現地で採種したばれいしょ近縁種

現地で８材料の果実を採集し，真正種子をえた。これら材料の種名，採種地，特性概要を表13に示した。

表13　コロンビアの現地で真正種子を採種したばれいしょ近縁種

種　　名	採 種 地	標 高	備　　考
栽 培 種			
1) *S. phureja* (2*X*)	Kilometro·27	1,500m	早熟性，短期休眠性
2) *S. phureja* (2*X*)	〃	〃	〃　〃
3) *S. andigena* (4*X*)	Popayan	1,737m	
野 生 種			
4) *S. suaveolens* (2*X*)	CIAT圃場	1,000m	白　花
5) *S. muricatum*	Kilometro 27	1,500m	紫花，果実10～15cm
6) *S. muricatum*	Popayan	1,737m	〃　〃
7) *S. muricatum*	Cali市場	1,000m	〃
8) *S. skutchii*	Pichinde	1,500m	白花，星状花，羽状葉

なおコロンビア国では，標高およそ1,500m以下の低地にさつまいもの近縁野生種（*Ipomoea* sp.）がいたるところに自生しており，これらは発見の都度採種し，九州農業試験場作物第二部作物第一研究室（指宿）へ寄贈した。

IV　メキシコにおけるばれいしょ疫病抵抗性検定

1　旅行日程と訪問先

1977年6月24日から27日まで，最終帰国時にメキシコ国に立寄り，国際ばれいしょセンター・メキシコ試験地を訪問し，国際ばれいしょ疫病圃場抵抗性検定計画とCIPのばれいしょ地域適応性検定計画を視察した。ついで国際とうもろこし・小麦改良センターを訪問し，とうもろこしの育種とくに遠縁交雑計画に重点をおき視察した。とうもろこしについては主題を離れるが，ここに概要を附記する。

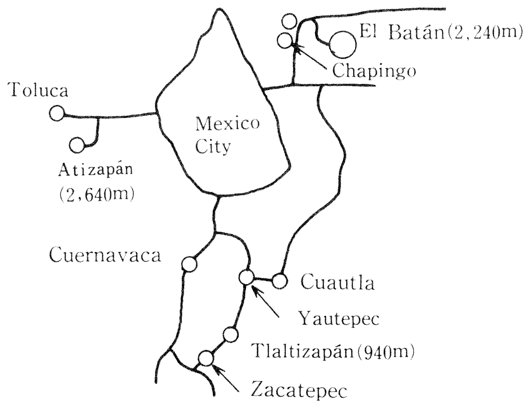


図7　メキシコにおける訪問先の略図
（図中数字は標高を示す）

2　訪問研究機関の概要

1)　国際ばれいしょセンター・メキシコ試験地

The International Potato Center,
Mexican Regional Potato Program.
P. O.　Box 379,　Toluca EDO.　de Mexico,　Mexico.
Regional Research Advisor ： Dr.　John Niederhauser
Regional Production Specialist ： Dr.　Oscar A.　Hidalgo

メキシコ市のLondres 40に連絡事務所があり，国際とうもろこし・小麦改良センターの連絡事務所と同居している。メキシコ市から西方約60kmのToluca盆地のAtizapánに同試験地がある（図7）。ここはもとロックフエラー財団所管の国際ばれいしょ疫病抵抗性検定計画として知られているが，現在ではCIPに移管されている。Atizapánには国際とうもろこし・小麦改良センターのToluca試験地があり，圃場は73haで，とうもろこし，小麦の育種試験をやっているが，その一角にCIPのメキシコ・トルカ試験地がある。ばれいしょの試験圃場は4 haである。

Atizapánは北緯19°，標高2,640m，年平均気温は12°C，年降水量は717mmである。5月～11月が雨期でその他は乾期であり，ばれいしょは4月に植付け12月に収穫する。Tolucaは現在世界中

で分離されているばれいしょ疫病菌のレースのすべてが自然発生する珍らしく貴重な場所で，世界各地の研究所から疫病圃場抵抗性を自然感染により検定するため，多くのばれいしょの育成系統が送られてきて，塊茎単位で圃場に植えられている。経時的に疫病罹病度を調査し，疫病の発生が遅く，罹病度が低く推移する系統を圃場抵抗性と判定している。Dr. Niederhauser は出張中で不在のため Dr. Hidalgo が圃場を案内してくれる。本年は疫病菌の発生が遅く，ぼつぼつ発生を始めているが，後1週間もすれば全面的に発生するとのことであった。本年は世界各地の10か国から疫病圃場抵抗性検定材料が送られてきており，昨年は日本からも疫病圃場抵抗性検定材料を送ってきたが，本年は送ってきていないとのことで，日本からの材料の疫病圃場抵抗性検定が見られなかったことは残念であった。

メキシコは，先に述べたように，ばれいしょ遺伝子中心の一つであり，特に疫病抵抗性の野生種が自生し,この地帯はばれいしょ疫病の発祥地と考えられている。このTolucaでは疫病菌のすべてのレースが発生するので，今まで世界中で疫病抵抗性の給源として育種上に利用している *S. demissum*, *S. stoloniferum* などのすべての系統も罹病し，*S. bulbocastanum* が最も抵抗性であると言われる。イギリスの Dr. Black 育成による疫病抵抗性主働遺伝子 (R) をもつ多数の系統は Toluca では全く罹病性を示す。従来ここには *S. demissum* の疫病圃場抵抗性を導入し，Dr. Niederhauser の育成した Anita, Bertita, Conchita, Dorita, Elenita, Erendira, Florita, Gabreila, Greta など疫病圃場抵抗性の多数の品種があり，これらの品種はわが国にも導入されて育種上に利用されているが，さらに高い疫病圃場抵抗性のものに Azimba があり，最近では CCMU 691が最も疫病に対し圃場抵抗性を示すと言う。CCMU 691は疫病に罹病するが，病勢の進展が遅く罹病度で1～2で(最高の罹病度は5)経過するものである。最近では *S. demissum* 以外で速かに育種上に利用しうる疫病圃場抵抗性遺伝子源について研究を進めた結果，*S. andigena*, *S. phureja* のある系統も高度の疫病圃場抵抗性をもつことが明かにされ，CIP でこれらの育種への利用を進めている。

Toluca 試験地では CIP のメキシコ地区のばれいしょ系統適応性検定試験も実施している。1975年に配布された30系統のうちから，疫病抵抗性を示し，かつ青枯病にも抵抗性で，早生，良品質をもつ「Caxamarca」がペルー国で新品種となった。

Toluca 試験地から4～5 km 離れた州の農業試験場の圃場の一角で Dr. Niedrhauser 育成の疫病圃場抵抗性品種の比較試験を実施しており，ここは Dr. Niederhauser のハーレムであると説明を受ける。これは Dr. Niederhauser 育成の疫病圃場抵抗性品種はいずれも女性名詞であることをもじった冗談である。ここではほかに一系統30個体ほどを供試し，多数の系統の疫病圃場抵抗性検定や疫病抵抗性系統の保存なども行っていた。

なお Toluca 試験地の構内には疫病抵抗性の野生6倍種 *S. demissum*, *S. iopetalum* などが自生しているが，その分布は少なく，案内してもらって漸やくみることができる程度である。*S. bulbocastanum* などの疫病抵抗性の多くの野生種は，さらに標高の低いところに自生しており，これを探索調査するには多くの日数を要するとのことで，日程に余裕がなく探索調査することはできなかった。

世界のばれいしょ疫病抵抗性育種は圃場抵抗性の付与に重点が指向されており，CIPのメキシコ・トルカ試験地は国際的なばれいしょ疫病圃場抵抗性検定の中心となっている。メキシコに発生する疫病菌のあらゆるレースはいずれ世界の各地にも発生することが予想されるが，わが国では疫病菌のレースの種類により発生が遅れるかまたは年次により発生をみないこともあり，疫病圃場抵抗性の圃場検定すら困難な場合がある。メキシコ・トルカは年次により疫病菌発生の早晩はあるが，あらゆるレースが発生し，圃場抵抗性の検定場所としてすぐれており，国際的協力のもとに疫病圃場抵抗性育種を強力に進める必要性が痛感された。

2) 国際とうもろこし・小麦改良センター

Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT)

Apartado Postal 6－641, Mexico 6, D. F. Mexico.

Maize Breeder : Dr. N. L. Dhawan

Maize Wide Crosses : Drs. Jecqueline James

メキシコ市の北東45kmのEl BatánにCIMMYTの本部がある。El Batánは北緯19°，標高2,240m，年平均気温15℃，年降水量625mm，6月から11月までが雨期で，4月から12月までが作季である。

El Batánには44haの圃場があり，1976年の総予算は12,694千米ドルで，16か国から約60人のスタッフが集まり，熱帯・亜熱帯諸国のとうもろこし，小麦（大麦，ソルガム，トリティカーレを含む）の改良による生産力向上を目的としている。ほかにメキシコ国内の平地から標高2,600mまでの8か所に試験地がある。CIMMYTの研究全般を視察するには一週間を要するとのことであったので，とうもろこしの遠縁交雑計画を重点的に視察した。CIMMYTの歴史，構成，とうもろこしおよび麦類の研究内容についてはすでにそれぞれの専門家により紹介されているので重複をさけ，著者の訪問した部門の概要をのべる。

まずとうもろこしBreederのDr. DhawanからCIMMYTのとうもろこし育種計画の説明を受け，ついでTlaltizapán試験地を訪れた。El BatánからChapingoを通り抜け，メキシコ市を迂回して約170km南に下降したTlaltizapánにとうもろこし中間標高試験地がある（図7）。メキシコ市から南132kmに位置し，北緯18°，標高940m，年平均気温23℃，年降水量946mm，6月から12月までが雨期である。圃場は31haあり，6月～12月，12月～3月の2季に分け，とうもろこしの遠縁交雑種と地域適応性検定が進められている。

とうもろこしの遠縁交雑計画はDrs. Jacqueline Jamesが担当しており，Tlaltizapán試験地では*Tripsacum*（ガマ草）の8種に属する多数の系統，*Coix lachryma-jobi*（ハトムギ）の多数の系統を保存し，とうもろこしのもつ有用形質にさらに有望形質を附与すること，とうもろこしと他属植物の特色を組合わせてもつ新作物の育成などを目標とし，遠縁雑種の作出と後代における有用形質の検定を大規模に企画している。遠縁交雑育種計画はまだ初期の段階にあり，現在は属間交雑の障害を打破する方法の発見と，同時にとうもろこしと交雑しうる他属植物の系統の同定を行っており，とうもろこしと他の3属の植物を研究の対象としている。

とうもろこし（*Zea maze*, 2 n=20）と *Sorghum Vulgare*（2 n=20）との交雑が1万花以上に及んで行われ雑種の作出に成功し，F_1は雄性不稔であるので，とうもろこしにより戻交雑が行われ，その後代が圃場に植えられていたが，形態的にはとうもろこしに近似していた。その細胞学的原因については，雑種胚の発育初期に，とうもろこしの細胞質中で *Sorghum* の染色体が選択的に消失してゆく状態が明瞭な顕微鏡写真で示されていた。とうもろこしとアメリカ原産の多年生草本 *Tripsacum*（2n=36と72）との属間交雑も数千花の交配を行いF_1植物の育成に成功した。F_1植物は雌・雄ともに稔性は低く，染色体数を調べた結果，とうもろこしに由来する染色体は完全にもっていたが，*Tripsacum* に由来する染色体のいくつかは，雑種胚の発育初期で消失し，F_1植物では2 n=26～42の変異を示した。このF_1植物は雄性不稔であるので，とうもろこしによる戻し交雑が行われ，大部分は失敗したが，1植物から3個の種子がえられ，これらを播種したところ，2植物は染色体調査前に枯死し，1植物は開花前に枯死したが，両親に由来する染色体数はもっていた。これらの結果から *Tripsacum* の染色体をとうもろこしに導入する可能性と，とうもろこしの改良のため *Tripsacum* からの優良形質を利用しうる可能性が示され，さらに多数のとうもろこしと *Tripsacum* との属間交雑を実施中である。とうもろこしと旧大陸原産のハトムギ（*Coix lachryma-jobi*, 2 n=20）との属間交雑も実施中であった。

V　イギリスにおけるばれいしょ生殖質保存研究と育種の概要

1　旅行日程と訪問先

1977年6月29日から7月5日まで最終帰国時にイギリスに立寄り，バーミンガム大学植物学部を訪問した。バーミンガム大学植物学部の Hawkes 教授は，ばれいしょ近縁 *Solanum* 属分類の権威であり，最近では組織培養によるばれいしょ生殖質保存研究，葯培養による半数体育成に関する研究などを進めており，ばれいしょ組織培養に関して討議し，研究状況を視察した。なお1日をさいてケンブリッチ植物育種研究所を訪問し，ばれいしょ育種状況を視察した。

バーミンガム大学への訪問については Hawkes 教授の招へい，CIAT の要請と経費負担，農林省の特別許可によるものであり，ここに記して関係各位の厚意に深謝する。

2　訪問研究機関と研究の概要

1)　バーミンガム大学植物学部

Department of Botany,
The University of Birmingham,
P. O.　Box 363,　Birmingham,　B 152 TT,　U. K.

Professor J. G.　Hawkes
Dr.　G. G.　Henshaw
Dr.　B. W.　Grout
Mrs.　Mo.　Weatherhead

バーミンガム大学植物学部では植物遺伝資源の保存と利用に重点をおいて研究を進めており，Hawkes 教授は *Solanum* 属の分類学者として知られ，多数の *Solanum* 属の種を温室および圃場に栽培保存し，最近では生化学的方法により *Solanum* 属の分類研究を進めている。また CIP の顧問として，CIP におけるばれいしょ遺伝資源の収集保存と分類にも関与している。1974年以来海外開発省の特別予算により，CIP と共同でばれいしょ遺伝資源の組織培養による保存研究を開始した。これはばれいしょのような栄養繁殖作物では圃場で病害フリーの状態で健全に保存するためには多くの問題があり，国際間の輸送でも防疫体制上問題がある。真正種子とすれば永年間貯蔵しうるが，遺伝的にヘテロであるばれいしょは，真正種子の形にすれば遺伝子構成は親品種と違ったものになり，育種上に利用するときは，目的とする遺伝子に関して再選抜する必要があるなどの不便がある。そこで少しの場所，高い繁殖力，病害の除去など多くの利点をもつ組織培養法を利用して遺伝資源を保存しようとするものである。実際の研究は Dr. Henshaw,　Dr. Grout らにより進められている。一方 *Solanum* 属の系統進化を半数体を利用して細胞遺伝学的に究明しようとする立場から葯培養による半数体の育成に関する研究を開始し，Mrs. Weatherhead が主体となって研究を進めている。この他この学部には植物遺伝資源の保存と利用に関する国際訓練課程があり，諸外国から留学生が集まり，キャッサバ，甘しょ，ヤムなど熱帯いも類の組織培養に関する研究を進めており，日本からは北海道大学農学部出身の水谷庄宏氏が留学し，収集した牧

草の耐旱性の研究を進めている。以下討議，視察した組織培養に関する研究の概要をのべる。

(1) ばれいしょ遺伝資源保存のための組織培養貯蔵技術の現状

組織培養では培地の定期的な更新により，組織が無期限に保存され，必要な時に多数の植物体を再分化させることが出来るので，組織培養貯蔵技術は遺伝資源の保存にとっても価値ある方法と考えられる。利点としては，

① 圃場栽培に比較して小さい場所ですむ。

② 保存方法は比較的単純で費用がかからない。

③ 培養により繁殖能力を著しく高めることができる。

④ 圃場条件下では深刻な問題となる品種の絶滅による遺伝子の消失を完全に避けうる。

⑤ この技術は植物材料の病原フリー系統の作出と保存に利用しうる。

などがある。しかし実際には，いくつかの困難性があり，組織培養貯蔵技術は，種子活性がわずかのとき，種子をつけないとき，栄養繁殖法が無効などにより普通の遺伝学的保存方法が不十分の時にだけ用いられる。困難性としては次のようなものがある。

① ある種の植物では適当な培養法を確立することが困難である。しかしこの問題は，現在広範囲の植物の品種に用いられている Murashige & Skoog (1962) の培地，また最近では単子葉および双子葉植物の広範囲の作物に成功的に用いられている Schenk & Hildebrandt (1972) の培地など新培地の改良により解決されつつある。

② ある種の植物では組織培養から植物体を再分化させることは困難であり，またその理由はすぐには決定しえないのが常である。これらの種では形態形成能をときほぐすための正確な環境的，栄養的要求性を決定することが容易でないことによるらしい。しかし分化全能性をもつ細胞に由来するあまり長期にわたらぬ組織培養では，常に植物体の再分化は可能である。

③ とくにカルスおよびサスペンジョン培養では，安定した特性であるとまれに思われている培養物の形態形成能は，長期間試験管内で培養した後に消失することがある。これはもとに戻すことができる生理的変化の結果であるとさせている。しかし形態形成能の消失は培養物における遺伝的変化の結果であるともしばしば言われている。

④ 多くの他の組織培養および細胞培養のような植物組織培養では，各種の染色体異常を含む遺伝的異常が，しばしば細胞の一部に含まれる。これは容易に観察できない遺伝子レベルの集積した突然変異によるらしいが，まだよく研究されていない。

一般にばれいしょのような伝統的な栄養繁殖作物では，とくに価値ある方法である。しかし前述のようにカルス培養やサスペンジョン培養では遺伝的または細胞学的に変異体が出現することが知られていること，さらにばれいしょでは生長点起源でない組織の培養から植物体を再分化させることはより困難であることが知られていることなどより，遺伝的に安定し，かつ植物体の再分化も容易である生長点培養に重点をおいて研究を進めている。

a　組織培養法の確立

CIP のばれいしょ遺伝資源保存の中から，倍数性の異なる 2 *x* から 5 *x* までの代表的な種として，*S. stenotomum*（2 *x*），*S. goniocalyx*（2 *x*），*S. chaucha*（3 *x*），*S. juzepczukii*（3 *x*），*S. tuberosum* subsp. *andigena*（4 *x*），*S. tuberosum* subsp. *tuberosum*（4 *x*），*S. curtilobum*（5 *x*）と，ヨーロッパのばれいしょ品種など20系統について組織培養法を検討した。その結果すべての系統で生長点培養または集合分裂組織培養（multi-meristem culture）の方法が確立された（表14）。

表14　生長点組織培養における生育率（Henshaw & Roca 1976）

種　名	培　地	*A* ホルモン無添加	*B* 低ホルモン 0.2GA, NAA or BA	*C* 高オーキシン 0.5NAA/0.2GA	*D* サイトカイニン 3.0BA	*E* DからBへ移植
S. tuberosum	(4 *x*)	↑	20—30	70	0	0
S. stenotomum	(2 *x*)	│	│	60	50	80
S. goniocalyx	(2 *x*)	↓	↓	50	70	80—100
S. juzepczukii	(3 *x*)	ごく低い	5—10	10	50—80	100
S. chaucha	(3 *x*)	↑	│	10	50—80	50—100
S. andigena	(4 *x*)	│	│	20	50—100	100
S. curtilobum	(5 *x*)	↓	↓	0	90	100
一般			カルス形成少	カルス形成	カルス形成	不定芽の生育
概評		—	発根少	発根多	大部分は不定芽を形成	
培養の型		—	単一幼芽を形成	大部分は単一幼芽を形成	集合芽条を形成	集合芽条を形成

2～3個の葉原基をもつ茎頂組織を Murashige & Skoog（1962）の基本培地を用いて培養した。種によりホルモン要求性が異なり，高次倍数性の種は低次倍数性の種より auxin が少く，cytokinin の多い培地で高い再分化率を示した。しかし *S. tuberosum* の品種「Dr. McIntosh」ではこの倍数性とホルモン要求性との関係は例外的であるらしい。また 2 *x* と 4 *x* 系統は，3 *x* と 5 *x* 系統より培養がより容易であるらしい。

S. tuberosum では伸長した芽の基部から直接根を形成する一般の生長点培養においても，再分化の難易に品種間差がみられた。茎頂培養では，一般に cytokinin を含む培地で高い成功率がえられ，芽の基部に小さいカルスを形成し，ここから根を発生するが，時々伸長しない多くの芽を生ずる。このカルスと組織の中間の半組織培養体は，液体培地を用いた静置培養または振とう培養のいずれによっても生育をつづけ，ホルモン含量の低い培地に移植すると多数の芽が発育し，増殖力がきわめて高いので，これを集合分裂組織培養（multi-meristem culture）と名づけている。

単一生長点型の培養体は，分化用培地より単純化した White（1963）の培地を薄めてホルモンを除き，低濃度のジベレリン酸（0.1mg/l）を添加した培地に，節ごとに切断して規則的な間隔で移植すれば，腋芽が伸長し，継代培養ができる。集合分裂組織型の培養体は，節ごとに切断して単純培地に移植することにより，容易に単一生長点型の培養に変えることができる。このいずれ

の型の培養でも，植物体は容易に再分化し，節ごとに切断したものを単純培地に移植すれば，3～4週間で生育して4～5節の幼植物となり，根が十分に発生していれば土壌に移植することができる。*S. tuberosum* の一品種では節ごとの試験管内移植の93%が生存し，単一生長点型培養により，10週間で100個体以上に増殖することができる。これら幼植物を土壌に移植した時の生存率は90%であり，5週間後に圃場に移植できる。圃場での生存率は83%であった。

このように増殖は試験管内で行うことができ，増殖率は集合分裂組織培養が単一生長点培養よりはるかに有利であり，またこのいずれの培養方法でもウイルスの除去は有効である。

b　最低生育条件下の貯蔵

最低の生育条件下で培養物を貯蔵する方法を検討した。この仕事はまだ予備実験の段階にあるが，気温4～6℃の照明下で培養物を貯蔵するか，または照明下で液体培地から寒天固形培地に培養物を移植して貯蔵するかのいずれの方法によっても，継代培養の間隔が少くとも1年に延長しうる結果をえた。より遅い生長率は，経済面において必要であり，染色体異常は多分，分裂している細胞で起るらしいから遺伝学的見地からも望ましいと考えられる。このため4年間貯蔵することを目標に，最低の生長率を示す培地，生長抑制物質，ガス交換の制限などほかの最低の生長率を示す貯蔵法をさらに研究中である。

c　冷　凍　貯　蔵

組織培養物の生長率を最小にするのは，言うまでもなく液体窒素による凍結貯蔵法である。微生物，動物細胞および精虫などを液体窒素による超低温（－196℃）下に貯蔵する技術は過去20年間に実際に行われてきた。遺伝的な変化がなく超低温に保存しうることは，植物の遺伝資源の長期保存のため理想的な方法であると考えられ，バーミンガム大学植物学部においてばれいしょ遺伝資源の長期保存のためこの研究が最近開始された。

植物においては比較的液胞化していない細胞および分裂組織で超低温による凍結貯蔵が成功することが知られており，また冷却と加温の正確な速さ，各種の冷凍保護剤（Cryoprotecants）が必要であることが明かにされている。

アマ（*Linum usitatissimum*）では冷凍保護剤として10%の dime thylsulphoxide(DMSO）を加え1分間5～10℃の比較的遅い冷凍速度で－50℃まで冷凍し，速かに加温したときは細胞の14%が生存した（Quatrano 1968)。ニンジン（*Daucus carota*）の細胞は5%のグリセリンまたは10%の DMSO を加え－40℃または－196℃に短期間貯蔵した後でも生存し（Latter 1971)，また胚状体（embryoid）を2年以上液体窒素（－196℃）に貯蔵してから植物体を再分化させることに成功した（Latter & Martin 1974)。一方 *Ipomea* の細胞では6.5%の蔗糖を含む培地で冷凍前に数日間培養し，冷凍保護剤として2.5%のグリセリンと2.5%の DMSO を添加したときは－196℃に貯蔵した後でも生存した。

これらの結果は，植物培養細胞でも適当な条件下では液体窒素による超低温で冷凍しても生存しうることを示している。現在では冷却または加温の速度の幅，冷凍保護剤の型と濃度，培養の

型（カルス，サスペンジョン培養など）と細胞の生理状態（分裂，非分裂など）など冷凍貯蔵の最適条件を組織的に決定する必要がある。従来この種の研究は冷凍処理実験中の生存細胞の割合を速かに決定できなかったことにより，研究も進展しなかったが，現在では Evan's blue による染色(Gaff & Dkong's O-Ogola 1971)，蛍光性 diacetate による染色(Heslop-Harrison ら，1970)，Phenosafraine による染色(Widholm 1972) などにより細胞の生存を容易に検定する方法が用いられている。

バーミンガム大学では細胞を正確に制御した速度で冷凍しうる自動電子装置を考案して実験を進めており，*Acer pseudoplatanus* の細胞は15%程度の DMSO を加え，1分間に1～3℃の割合でゆるやかに－70℃まで冷凍したときは50%以上の細胞は生存し，さらに－196℃に冷却した後急速に室温に戻した時は20%以上の細胞が生存した。

また *S. brevidens*, *S. stenotomum*, *S. tuberosum* などの花粉は－20℃で6か月貯蔵した時は20%が生存し，－196℃の液体窒素による凍結貯蔵では80～90%の花粉が生存した。

一方，植物体から切りとられた生長点を超低温で凍結した後，植物体の再分化に成功した例はカーネーションで報告されており，この研究では冷凍保護剤として DMSO（5%）を加え，速い冷却速度と加温速度（約1000℃/分）を用いて検討したが最適の冷却速度は70℃/分であった(Seibert 未発表)。ばれいしょについては DMSO 0.2～10%V/V の濃度範囲で1～1000℃/分の広い範囲の冷却速度と速い加温速度を用いて液体窒素で冷凍した生長点は生存せず，DMSO10% V/V 以上の濃度では毒性がみられた。

ついで冷却温度の範囲と DMSO 濃度を変え，*S. tuberosum* と *S. brevidens* の2種の生長点を冷凍処理した結果，1～4℃/分の速さで－14℃まで冷却し，直ちに加温した時は供試した約30%の生長点は生育した。しかしさらに温度を下げた場合および長時間低温に保持した時は組織は死滅し，DMSO 濃度と冷凍処理との間に有効な関係は見出せなかった。

さらにばれいしょ，トマト，カリフラワーなどの発芽間もない実生を用い，DMSO 0～20%を加え，①液体窒素に直接浸漬して速かに冷凍，②液体窒素の上にガラス容器を吊し冷凍，③自動冷凍装置によりごくゆるやかに冷凍の3処理を加えて冷凍した後，37℃の水に90秒浸漬して急速に加温し，実生を幼根，茎軸，子葉の3部分に切断して培養した結果，液体窒素の上にガラス容器を吊して冷凍し，DMSO 5.0～20.0%を添加した区で，実生の各部分とも高い生存率（35～100%）を示した。

d 結 び

各種のばれいしょ系統について，組織培養と再分化方法の基礎はほぼ完全に確立された。最低の生長条件下における比較的長期間の組織培養物の貯蔵についても見通しをえた。しかし組織培養からえた再分化植物の遺伝的安定性についてはまだ良くわかっておらず，今後の検討が必要である。最も適した組織の貯蔵と増殖の方法は，経済的，理論的，遺伝的要求性の均衡により決定されるものと思われる。ばれいしょ組織の超低温における冷凍貯蔵技術はまだ実験の段階にあるが，最近ニンジンの胚状態およびカーネーションの生長点で超低温による貯蔵に成功した事実は，

ばれいしょにおいても組織培養物の超低温による貯蔵の可能性を示唆する。これらの遺伝的安定性が確認されれば，遺伝資源の貯蔵，病害の除去，国際間の配布などばれいしょ関係分野に寄与するところが大きいものと考えられる。

(2) ばれいしょ葯培養に関する研究の現状

ばれいしょ近縁の *Solanum* 属には育種上重要な多数の種を含み，半数体を作出して細胞遺伝学的に系統進化を究明することは，種間交雑育種の基礎として重要な問題であり，1975年から葯培養による *Solanum* 属植物の半数体作出に関する研究を開始した。著者の *Solanum* 属19種，種間雑種4組合せの葯培養に成功した事実を，従来未開拓の分野を進展させたものとして高く評価してくれ，面目を施した。ここでは著者の方法を用いて研究を進めており，現在では *S. brevidens* (2*x*)の葯培養に成功している。当方からはばれいしょ葯培養に関する最新の情報と技術を提供するに止まった。これからは *Acaulia* 群4倍種，*Longipedicellata* 群4倍種，*S. tuberosum* 2倍性半数体などの葯培養による半数体の作出に重点をおいて研究を進め，将来は花粉培養，プロトプラストによる融合雑種の作出なども計画している。

2）植物育種研究所

Plant Breeding Institute, (PBI),
Cambridge, CB22LQ, England,
Potatoes and Brassica Department,
Head of Department : Dr. H. W. Howard.

植物育種研究所(PBI)は禾穀類，飼料作物，ばれいしょとブラシカ，甜菜，細胞遺伝，病理・昆虫，生理，化学，統計の各部・科からなる。1977年7月4日に同研究所のばれいしょ部門を訪問した。ばれいしょ遺伝学者 Dr. H. W. Howard が部長をしており，ばれいしょ育種の概況について説明を受け，育種試験を視察した。時間が十分なく詳細についてはこれをみるようにと多くの資料の贈与を受けたので、これを参照しつつ以下ばれいしょ育種の概要をのべる。

(1) 育　種　目　標

イギリス全体の年間1人当たりばれいしょ消費量は約100kgであり，需要の80%以上が生食用で残りが加工用となっており，育種目標は次の通りである。

① 主作 (main crop) 品種の育成
② 早生品種の育成
③ 加工用品種の育成
④ ジャガイモシストセンチュウ (*Heterodera rostochiensis* と *H. pallida*) 抵抗性育種
⑤ 塊茎病害抵抗性育種
⑥ 2倍性半数体ばれいしょの遺伝
⑦ スコットランド作物育種研究所のためのYウイルスと葉巻病の検定

最も広く栽培される主作ばれいしょ品種は Pentland Crown である(表15)。この優良形質を保

表15　イギリスにおける主作ばれいしょ品種の作付面積

（各年次における 1,000 ha以上の品種）

品　種　名	1972	1973	1974	1975	1976 推　定
Destrée	9639	11567	13325	13566	16076
King Edward & Red King	31372	31747	27952	25215	25106
Majestic	19675	11491	7582	4946	3462
Maris Piper	12894	16824	19391	21358	25670
Pentland Crown	46377	40862	35212	30489	36555
Pentland Delt	19800	18110	16509	14171	12774
Record	11483	12760	13919	14496	13753

(PBI)

表16　イギリスにおける早生ばれいしょ品種の作付面積

（各年次における 5,000 ha以上の品種）

品　種　名	1972	1973	1974	1975	1976 推　定
Craigs Royal & Red C. R.	6616	5824	5156	3761	2775
Home Guard	6768	6169	6570	6792	6176
Maris Peer	10833	9188	9011	9154	9908
Ulster Sceptre	—	—	4844	5129	5062

(PBI)

持し，さらに品質が良い早生化を狙った新品種の育成を企画している。

Maris Peer はばれいしょ販売委員会により早生として分類される最も広い栽培面積をもつ品種である（表16）。しかしこの品種は早生というより早中性（第2番目の早生：second early）である。現在最も広く栽培される早生品種は Home Guard である。Home Guard より早く肥大する良好な調理品質をもつ新品種の育成を開始しており，この目標の最初のものとして Maris Bard が育成された。

加工用品種はチップ，冷凍フレンチフライ，脱水製品など加工適性をもつ品種の育成を目標としており，現在チップ工場では，加工適正品種がかなり重要な問題となっている。これには比較的高い乾物率と還元糖含量の低いことが必要である。またチップ工場ではフライ油の吸収量が少ないことが要求されており塊茎比重（乾物率より算出）とチップの油含量との間には負の相関が認められている。

収量，調理品質，がいしゅ病に対する抵抗性，X ウイルスに対する圃場抵抗性などは常に選抜の目標としている。

(2) 育　種　規　模

PBI におけるばれいしょ育種規模は表17に示す通りである。交配はガラス室内でポットに植えた材料で行われ，実生個体もガラス室内で直径 8 cm 位のポットで育成している。実生個体に着生

表17　植物育種研究所（PBI）におけるばれいしょ育種試験の規模

育種年次	供試個体又は系統数	1系統当りの供試個体数
実生個体	25,000	ガラス室で実生を育成
栄養第1年	10,000	1系統1個体
〃　第2年	2,500	1系統4個体
〃　第3年	1,000	1系統10個体
〃　第4年	500	1系統20個体
〃　第5年	200	1系統40個体
〃　第6年	20	1系統100個体
〃　第7年	10	1系統5,000個体
〃　第8年	2	1系統2,000個体 ―規定の生産力検定

した塊茎のうち一粒をスコットランド植物育種研究所に送り，疫病抵抗性の検定を行っている。栄養系1年目以降の育種試験は5 ha程の圃場で整然と行われており，そのほか新しく育成されたMaris Peer, Maris Page, Maris Piper, Maris Anchor, Maris Bard, Drayton, H 1/4（から揚げ適正系統）など品種，系統の規定の生産力検定なども実施している。

(3) シストセンチュウ抵抗性育種

a　黄色シストセンチュウ（*Heterodera rostochiensis*）に対する抵抗性育種

イギリスではシストセンチュウ抵抗性育種は1952年から開始された。イギリス連邦ばれいしょ収集系統（CPC）のほとんど全部についてシスト線虫に対する抵抗性を検討し，パソタイプA*（*H. rostochiensis*）に対しては2倍体野生種*S. vernei*と4倍体栽培種*S. andigena*のCPC1595, 1673, 1685, 1690, 1692などの5系統が抵抗性であることが明らかとなった。*S. andigena*のこれらの系統は1個のシストセンチュウ抵抗性遺伝子H_1をもち，抵抗性×感受性の交雑における子孫の50%は抵抗性を示した。また*S. andigena*は短日条件で塊茎を形成するが，*S. andigena*×*S. tuberosum*の雑種に*S. tuberosum*を1回戻し交雑することにより長日条件下で多収をあげる品種の育成は比較的容易であった。かくしてイギリスでは，*S. andigena* CPC1673よりMaris Piper, Ulster Glade, Pentland Javelin, Pentland Lustie, *S. andigena* CPC1690よりMaris Anchorなどのシストセンチュウ抵抗性品種（いづれもH_1遺伝子）が育成された。しかしこれらの*S. andigena*系統から育成された系統の大部分は疫病とくに塊茎疫病に弱く，疫病抵抗性付与の重要性が指摘されている。

イギリスではH_1抵抗性遺伝子をもつ品種はまだ必要であり，そうか病に対する高度抵抗性とH_1

*最近ジャガイモシストセンチュウのパソタイプの呼称を統一化するため欧州3国で共同研究が組織され，イギリスのパソタイプA＝RO_1，パソタイプB＝PA_1，パソタイプE＝PA_3と統一された(Rothamsted Report 1975)。

遺伝子をもつ品種の育成を企画している。パソタイプAに対する抵抗性の経常検定は，他の育種計画（早生，主作および加工用品種の育成）からの多数の系統について行っており，root-ball 法により検定し，H_1抵抗性遺伝子型系統の選抜を図っている。

b　白色シストセンチュウ（*Heterodera pallida*）に対する抵抗性育種

H_1品種に多くのシストをつけるセンチュウパソタイプの発見は，野生2倍種 *S. vernei* のもつ抵抗性，とくにセンチュウの多くのパソタイプに対する抵抗性を見直させている。*S. vernei* は2倍種であり栽培品種（4 *x*）との交雑は困難であるが，人為4倍体または非還元性配偶子の利用により栽培品種との交雑は容易となり，栽培品種による戻し交雑も可能となる。しかしこの種の抵抗性の導入には育種上大きな困難性がある。抵抗性の遺伝は十分には解明されていないが polygene により支配されているようであり，その結果，抵抗性×感受性品種の交雑からは10%またはそれ以下の高度抵抗性後代を生ずる。また一般に抵抗性と感受性との間の変異が連続的であり，その区分を明確にすることは出来ない。なおオランダでも *S. vernei* を抵抗性遺伝子源とする育種が進められており，ドイツでも *S. vernei* を利用しているほか，A以外のパソタイプに対する抵抗性育種には2倍体野生種 *S. spegazzinii*，4倍体野生種 *S. oplocense* なども利用している。

PBI では野生種より異種栽培種の育種利用がより容易であることから，4倍体栽培種 *S. andigena* の利用に重点をおいている。すなわち *S. andigena* のイギリス連邦ばれいしょ収集系統（CPC）の全系統につき，シストセンチュウのパソタイプBとE（*H. pallida*）に対する抵抗性の検定を行い，ボリビアから導入した *S. andigena* CPC2775，2802，2805などが抵抗性であることを見出した。 これらの系統はシストセンチュウに対する抵抗性遺伝子H_3をもつことが明らかにされ，これらを利用してH_3遺伝子をもつ多収系統が育成された。しかし現在のところ，この給源からの抵抗性は1つの主働遺伝子としての遺伝行動をとらないばかりか，感受性品種と交雑した後代で抵抗性個体の出現頻度は低く，また抵抗性と感受性との間の変異が連続的であり，*S. vernei* を利用した場合と同様の結果を示した。他に Wisconsin におけるばれいしょ系統保存からの *S. andigena* 2系統も *H. pallida* に対する抵抗性給源として利用されている。

イギリスではA以外のパソタイプが発生し，2部体野生種 *S. multidissectum* に由来するH_2抵抗性遺伝子をもつばれいしょ系統に多くのシストを形成することが見出された時点で，H_1とH_2遺伝子を組合せるための育種計画が削減された。現在ではこれは不幸な決定であったとして反省されている。その理由はH_3遺伝子をもつ *S. andigena* からの育成系統および *S. vernei* からの育成系統とともに，H_1H_2遺伝子をもつ系統を片親として交雑したときに，パソタイプEに対する高度抵抗性系統が出現するからである。これはH_2遺伝子はイギリスのパソタイプBに対し抵抗性を示し，パソタイプB，Eともに同一種 *H. pallida* に属することと関連があるらしい。今後H_1とH_2遺伝子をもつ抵抗性育種を続けるときは，H_1H_2遺伝子をもつ親を利用する方法が最も良いと言われている。

H. pallida（パソタイプE）に対する抵抗性品種の育成は，H_1遺伝子だけをもつ品種の育成のようには容易でないようである。しかし数年先には育成しうる見通しであり，育種の最も進んだ材

料は *S. vernei* と *S. andigena* の CPC2775，2802の2系統などから育成されている。選抜系統はroot-ball 法およびパソタイプEに汚染された圃場に植付ける自然感染法により抵抗性の検定を進めている。

(4) Xウィルスとがんしゅ病に対する経常検定

現在のPBIの情勢では，ウィルスに対してはXウィルスに対する圃場抵抗性の選抜だけに限られており，多数の系統について栄養系第1年目の末期に接木法により N_x抵抗性遺伝子の検定が行われ，抵抗性系統を選抜している。

がんしゅ病（*Synchytrium endobioticum*）の抵抗性については，農・漁業・食糧省の植物病理研究室で検定が行われており，栄養系第2年目の末には塊茎5個，第3年目と第4年目の末には塊茎10個，第5年目と第6年目の末には塊茎50個を用いて抵抗性の検定を行なう計画である。

(5) 塊茎病害に対する抵抗性の検定

そうか病（*streptomyces scabies*），gangrene 病（*phoma exigua* var. *foveata*），乾腐病（*Fusarium solani* var. *caeruleum*）および塊茎疫病（*phytophthora infestans*）などに対する抵抗性検定は，経常検定計画として栄養系第5年目から次のように行われている。

第5年目：

そうか病：ポリエチレントンネルを用い，被覆した区と無処理区を設け無反復で検定。gangrene 病，乾腐病：塊茎の点接種法による。

第6年目：

そうか病：第5年目と同様の区を設け，反復試験で検定。

gangrene 病：塊茎の点接種法と塊茎が十分あるときは浸漬法および損傷法により検定。

乾腐病：塊茎の点接種法による。

塊茎疫病：小規模圃場検定による（将来は第5年目から実施する予定）。

第7年目より先は第6年目検定の反復である。

a　そうか病抵抗性の検定

塊茎肥大適期に少雨であるとこの病害の発生に好適し，被覆区，無被覆区ともに高度の感染がみられ，PBIの育成系統の多くは罹病性である。これは罹病性の Maris Piper を花粉親として多く用いている結果と考えられるが，Pentland Crown×Maris Piper の雑種系統の中には抵抗性のものも出現する。早生品種に抵抗性を導入することを目標としており，野生種 *S. stoloniferum* を利用して育成した4系統は高度の抵抗性を示し，将来の育種に利用する計画である。

b　塊茎疫病抵抗性の検定

早生および主作用系統の抵抗性を検定するため，頭上からのスプリンクラーによる灌がいにより小規模の試験を行い，ある程度の成功をしている。8月中旬までに茎葉に疫病の発生が見られないときは3週間後に疫病菌を接種している。ごく罹病性の系統の検定にはこの方法で十分であるが，塊茎の疫病罹病度は一般に低い。Pentland Crown×Maris Piper の交雑から育成した晩生

主作用系統G10/174は茎葉，塊茎ともに高度の圃場抵抗性を示した。

c　塊茎腐敗抵抗性の検定

gangrene病と乾腐病に対する経常的な抵抗性検定は点接種法を用いており，初期世代の系統については有用な情報がえられるが，多数の塊茎を用い，より正確な検定が必要である。gangrene病抵抗性の確実な検定は，まず塊茎を菌のサスペンジョンに浸し，ついで3か月まで冷涼な納屋に貯蔵する。亀裂，表面のすり傷，打撲傷などに均一に被害を受けさせるため，さらに2か月貯蔵し，塊茎の罹病率を調査し，病斑の大きさ（直径と深さ）を測定して判定する。今までのところMaris Piperが最も抵抗性である。

(6)　ばれいしょ2倍性半数体の遺伝研究

2倍種*S. phureja*を花粉親とする種間交雑法による普通ばれいしょ（*S. tuberosum*, 4*x*）の2倍性半数体を作出し，遺伝子構成の単純化する2倍性で遺伝研究に利用するほか，萼の形態分析による*S. tuberosum*の系統進化の究明などの研究を行っている。

Pentland Crownから作出した2倍性半数体20系統について，ポリエチレン・トンネルを用いそうか病に対する抵抗性を検定した結果，すべての2倍性半数体が抵抗性を示した。CDH26×CDH30の交雑から育成した花粉稔性の高い2倍性半数体J26/1はPentland Crownの2倍性半数体と同じ大きさの塊茎を着けるが，そうか病にはきわめて罹病性であった。そうか病抵抗性の遺伝研究のためPentland Crownの2倍性半数体とJ26/1との交雑を計画している。2倍性半数体系統と4倍性品種（Dr. McIntosh, Maris Piper, Pentland Crown）およびPBI育成系統（F16/1，H 1/4, N 3/23）などとの正逆交雑を行い，組合せ能力の検定に関する研究も進めている。

なおばれいしょの葯培養による半数体の作出については，検討を試みたが多くの困難性があり，現在は行っていないとのことであった。また細胞遺伝部では大麦（*Hordeum vulgare*）と*H. bulbosum*との種間交雑で得た幼胚（授粉後約2週間目）を培養して染色体消失法（*H. bulbosum*の染色体が幼胚の形成過程で選択的に消失する）による半数体の育成をかなり大規模に行い，染色体の選択消失による半数体の出現機構の解明，純系育成の実用化試験などを進めている。

(7)　イギリスにおける最近の育成品種の来歴と特性概要

イギリスにおいて最近育成した14品種の来歴と特性概要を記して参考に供したい。なおスコットランド植物育種研究所育成の品種は，最初は品種名の前に〝Cragis〞なる語を冠していたが1952年以降は〝Pentland〞（時には〝Roslin〞）なる語を冠するようになり，ケンブリッヂ植物育種研究所育成の品種は〝Maris〞なる語を冠する慣例となっている。Stormont Enterprizeは北アイルランド植物育種研究所で育成されたものである。

Maris Anchor: Arran Pilot×16/22（*S. andigena* CPC1690に由来）より育成，1971年登録。早生(第1番の早生：First early)，白いもで調理品質良好，早生としては乾物率高い。がんしゅ病，ウィルスAとB，ジャガイモシストセンチュウのパソタイプAに抵抗性。

Maris Bard: (Snowflake×*S. andigena* CPC1690)× (Ulster Knight×Ulster Prince) より育成，1972年登録。早生(第1番の早生)，白いも，わずかに煮くづれし，変色するが，調理品質は結構宜しい。がんしゅ病，ウイルスYとCに抵抗性。

Pentland Javelin: 2693ab (2)×11—79より育成，1968年登録。早生 (第1番の早生)，白いもで調理後少し黒変するが，品質は良好，油揚げに適す。がんしゅ病，ウィルスX，AとC，ジャガイモシストセンチュウのパソタイプAに抵抗性。

Pentland Lustre: Craigs Royal×2,700 (8) より育成，1969年登録。早生 (第1番の早生)，白いもで目および基部に赤色の不定斑をもつ。調理品質は良好。いもはやや小さいが，皮色に特徴があるので識別に便利である。がんしゅ病，表皮斑点病，ウィルスX，AとC，ジャガイモシストセンチュウのパソタイプAに抵抗性。

Pentland Marble: 3305 (6)×3392 (1) より育成，1970年登録。早生 (第1番の早生)，小さい白いもを沢山つけ，肉質は水分に富み，粘質，黄肉であり，缶詰用品種として適す。がんしゅ病，乾腐病，茎葉疫病，そうか病，ウィルス病，ウィルスBとCに抵抗性。

Pentland Metero: 2693 abc (2)×2749 c (12) より育成，1970年登録。日生 (第1番の早生)，白いも，調理品質は良好，サラダ用に推奨される。がんしゅ病，ウイルスB，AとC，ジャガイモシストセンチュウのパソタイプAに抵抗性。

Maris Page: 120/13×Ulstem Ksight より育成，1966年登録。早中生 (第2番目の早生)，広域適応性と耐旱性をもつ。白いも，調理品質は良好，7月末から9月までのチップ製造用に適す。がんしゅ病，ウィルスA，PMTV (Mop top virus) に抵抗性。

Maris Peer: Ulster Knight×無名の実生系統 (*S. demissum* に由来) より育成，1966年登録。早中生(第2番目の早生)，中～小いもを沢山つけて多収。白いも，チップおよび蒸し焼き用に適し，乾物率が低いので缶詰用にも適する。がんしゅ病，そうか病，表皮斑点病，ウィルスPMTVに抵抗性。

Maris Piper: (*S. andigena* CPC1673×Ulster Knight)× (Arran Cairn×Herald) より育成、1967年登録。主作用，多収品種。白いもで調理品質はきわめて良好。がんしゅ病，gangrene 病，クリンクルモザイック，ウィルスX，PMTV，TRV (tobaco rattle virus)，ジャガイモシストセンチュウのパソタイプAに抵抗性。

Pentland Hawk: 2168 e (3)×Roslin Sasumua より育成，1967年登録。主作用，白いも。がんしゅ病，疫病 (茎葉と塊茎)，そうか病，gangrene 病，ウィルスXとAに抵抗性。

Pentland Ivory: Pentland Crown×Pentland Dell より育成，1967年登録。主作用，白いも，生食用としての品質は良く，油揚げにも使用しうる。gangrene 病，ウィルスBとYに抵抗性。

Pentland Raven: Cragis Royal×3323 (4) より育成，1970年登録。主作用，多収。白いも，油揚げまたは調理用にも使用しうる。がんしゅ病，茎葉疫病，gangrene 病に抵抗性。

Pentland Squire: Pentland Crown×Pentland Dell より育成，1970年登録。主作用，白いも。乾物率高く，油揚げ，冷凍チップの製造に適す。がんしゅ病，ウィルスXとAに抵抗性。

Stormont Enterprise: Dorita×Ulster Beacon より育成，1969年登録。主作用，白いもでわず

かにネットがある。がんしゅ病，疫病（茎葉と塊茎），そうか病，ウィルス PMTV と TRV に抵抗性。

IV　世界におけるばれいしょ遺伝資源の探索，保存と利用上の問題点

1　ばれいしょ遺伝資源の探索と保存上の問題点

International Potato Center（1976）：Report of the planning conference on the exploration and maintenance of germplasm resources. 130 pp.

1976年3月15日～19日，Peru, LimaのCIPで，諸外国およびCIPから14名の専門家が集まり，ばれいしょ遺伝資源の探索と保存に関する計画会議が開催された。今後の参考になると思われるので勧告の要旨を付記する。

1）ばれいしょ遺伝資源探索に関する勧告

1973年の計画会議以来，栽培種の収集は順調に進んでいる。メキシコを除き，栽培種の消失する危険状態にある国々については，栽培種を保護しつつある。次の5年間に栽培種を完全に収集する努力が必要である。野生種についてもより体系的な探索を始めている。

各国の種の優先順位についてはFAOの分類と同じE，A，B，Cの記号を用いている。E：緊急を要する，A：高い優先順位，B：中位の優先順位，C：低位の優先順位。

a　栽　培　種

次の基準により栽培種の優先順位を決めた。

① 遺伝子の消失の進行中またはその兆しのあるもの。

② 種または関連分野の知識に基づく植物育種上の必要性。

③ 植物育種上の必要性がまだ不明のものも含め，分布地域がわかっていてもまだ生体で収集してないもの。

国	優先順位
メキシコ	E
ガテマラ	B
ベネズエラ	A
コロンビア	B
エクアドル	B
ペルー	B
ボリビア	B
アルゼンチン	A
チリー	C

b　野　生　種

次の基準により野生種の優先順位を決めた。

① 収集遺伝資源における有用性。

② ばれいしょ研究と育種における利用価値。

③ 原産地における消失の兆。

国	優先順位
北　米	C
メキシコ	A
ガテマラ	B
中央アメリカ	C
ベネズエラ	B
コロンビア	B
エクアドル	A
プルー	E－A
ボリビア	A
アルゼンチン	A－B
チリー	C
パラグアイ	B
ウルガイ，ブラジル	C*

*S. *calvescens* にとっては〝A〞。

これらの国々において，収集者は種がどんな抵抗性をもつか，またばれいしょ育種にどんな重要な特性をもつかを特に注意する必要がある。他のどこの遺伝資源保存にも存在しない約75の野生種が記載されていることが注目され，これらの種の収集には特別の努力を払う必要がある（表18）。

収集者は FAO の作業班および Taxi-metrics Laboratory (Boulder) により作られ，奨励されている通りの最小の情報の基準を用意することが望ましい。

すべての収集材料の標本の半分は原産地国に提供しなければならない。

CIP は世界的に委任されている立場から，ばれいしょ遺伝資源の世界目録を近いうちに準備する必要がある。

2）分類研究に対する勧告

a　栽　培　種

優先順位 1　CIP の収集系統の種に関する分類はできる限り早急に完成すべきである。CIP 収集系統のうち重複している系統の同定は形態に基づき，必要に応じ電気泳動法または病害反応など特定の試験法により証明しなければならない。

優先順位 2　各品種の特性を種ごとまたは倍数性により整理し，完全に編集する。また分布図の作製も必要である。

優先順位 3　栽培 2 倍体種については，量的表示法，化学的分類法その他適当な方法により分類研究をすべきである。

優先順位 4　チリ，メキシコ，ガテマラなどの栽培 4 倍体種の分類学的位置の研究と栽培種の野生祖先の研究。

表18　今後生体で収集保存する必要があるばれいしょ遺伝資源

分　類　群	種　　名	原　産　国
Juslandifolia	*S. rickii*	Chile
Etuberosa	*S. palustre*	〃
	S. subandinum	〃
Pinnatisecta	*S. hintonii*	Mexico
	S. nayaritense	〃
	S. stenophyllidum	〃
Commersoniana	*S. calvescens*	Brazil
Circaeifolia	*S. chrcaeifolium*	Bolivia
Conicibaccata	*S. albornozii*	Ecuador
	S. ayacuchoense	Peru
	S. buesii	〃
	S. jaenense	〃
	S. multiforum	〃
	S. neovargasii	〃
	S. pillahuatense	〃
	S. tundalomense	Ecuador
	S. villuspetalum	Peru
	S. woodsonii	Costa Rica, Panama, Venezuela
Piurana	*S. paucissectum*	Peru
	S. solisii	Ecuador
	S. yamobambense	Peru
Cuneolata	*S. anamatophilum*	〃
Megistacroloba	*S. × bruecheri*	Argentina
	S. chavinense	Peru
	S. dolichocremastrum	〃
	S. hastiforme	〃
	S. hawkesii	〃
	S. huanucense	〃
Ingaefolia	*S. ingaefolium*	〃
Olmosiana	*S. olmosense*	〃
Tuberosa	*S. abancayense*	〃
	S. alandiae	Bolivia
	S. amabile	Peru
	S. colominense	Bolivia
	S. contumazaense	Peru
	S. canophyllum	Ecuador
	S. humectophilum	Peru
	S. jalcae	〃
	S. lobbianum	Colombia
	S. minutifolium	Ecuador
	S. mollepujroense	Bolivia
	S. neoweberbaueri	Peru
	S. orophilum	〃
	S. parmoense	Venezuela
	S. pascoense	Peru
	S. pumilum	〃
	S. regularifolium	Ecuador
	S. rhomboideilanceolatum	Peru
	S. scabrifolium	〃
	S. suffretescens	Ecuador
	S. torrecillasense	Bolivia
	S. trinitense	Peru
	S. velardei	〃
	S. virgultorum	Bolivia

b　野　生　種

野生種の分類研究は，ばれいしょ育種における野生種の利用を容易にするため種間の類縁関係を理解する立場から進める。

優先順位１　野生種の安全な生物分類学的論文を次の優先順位に従い準備することを奨める。

a）ペルー，ボリビア

b）北と中央アメリカ

c）ベネズエラ，コロンビア，エクアドル

d）チリ

優先順位２　次の種または群の分類学的研究がきわめて重要である。

a）*Acaulia* 群

b）*Demissa* 群

c）*Longipedicellate* 群

d）*Conicibaccata* 群

e）*S. tarijense*，*S. berthaultii*

f）*S. bukasovii* 複合体

3）資料整理に関する勧告

(1)　CIP は当座の遺伝資源に関するデータをコロラド大学（Boulder）の Taximetrics Laboratory により運営されている IBPGR に送ることを勧める。Taximetrics Laboratory はデータの交換をするため，他のばれいしょ遺伝資源保存センターとの共同を奨励している。この設備の利用は CIP および他のばれいしょ計画の発展の助けともなる。

(2)　CIP はコンピューター利用によるデータ整理を自力で適用しうるよう努力すべきである。CIP が地方のコンピューター設備と連結している時，上述のような CIP のデータは CIP に転送して戻すであろう。

(3)　標準化された記述子（descriptor）*および記述子の働きの展開は，すでに定式化されている L. Seidowitz のものに基づいており，Taximetric Laboratory はそれらをばれいしょ遺伝資源データの交換のために採用するであろう。

(4)　ばれいしょ遺伝資源のための標準化した記述子と記述子の働きについて，IBPGR と CIP とで作業班を作り検討することを勧める。

4）遺伝資源の保存に関する勧告

(1)　CIP は栽培種の保存，更新，配布を続けるべきである。すべての重複系統は棄却する前に真正種子を採るべきである。

---

*FORTRAN 用語

重複材料を真正種子にかえる時は，同じ地理的起源の系統の間で交配する必要がある。奇数倍数性の重複材料は，同じ倍数性では真正種子は得られないのが常識であるから棄却されよう。

棄却する全系統の真正種子を人工交配によって得ることが最終目標であり，その暁にはそれらの塊茎材料の全部を棄却することが認められる。

(2) CIP は Inter-Regional Potato Introduction Project (IR-I), (Sturgeon Boy), Brauschweig Genetic Resource Center (BGRC), もしできれば他の研究所とも野生種の真正種子の更新と交換のため共同交換システムを設立する必要がある。保存を安全にするため 1 つまたはより多くの他の協力センターで材料を重複して保存すべきである。

(3) 収集者は新しく収集したばれいしょの種を CIP, IR-I, または BGRC に送付すべきであることを提案する。

(4) 各センターは種子貯蔵および更新管理のための適当なデータシステムを作ることを促進すべきである。

(5) 種子貯蔵の状態は FAO および IBPGR により設定されている国際的に一致した標準法によることが望ましい。

(6) 理想的な種子更新については，各植物が次代へ均等の機会で寄与することを保証するため，少なくとも20植物についてランダムの方法により相互交配することが望ましい。

(7) 遺伝資源を利用する参考とするため，それらの評価とばれいしょ育種上における可能な利用法を明らかにしておくことが重要であり，それぞれの収集はその責任で今までに保持している目録を公表することを勧める。CIP は世界的に委任されている立場から，ばれいしょ遺伝資源の世界目録を早く準備することを促進すべきである。

(8) 計画会議は無病の系統の作出，長期貯蔵，栄養系材料の配布などに関する組織培養技術の改善の研究の継続に強く賛成する。

2　ばれいしょ遺伝資源の利用上の問題点

International Potato Center (1974) : Report of the planning conference on utilization of the genetic resources of the potato "strategy of utilization". 85pp.

1974年 4 月15日～19日, Peru, Lima の CIP で, 諸外国および CIP から 16名の専門家が集まり，ばれいしょ遺伝資源の利用に関する計画会議が開催された。勧告事項の要旨を付記して参考に供する。

優先順位 I

① *Pseudomonas solanacearum*（青枯病）と疫病抵抗性

② 塊茎の疫病抵抗性

③ 新しいばれいしょ栽培地帯に対する適応性

④ Y ウイルス抵抗性

⑤ 葉巻病抵抗性に対する広範な手法研究

⑥ シストセンチュウとネコブセンチュウ抵抗性

⑦ *S. juzepczukii* と *S. curtilobum* の耐霜性の選抜

⑧ 遺伝資源保存のための生長点培養の利用

⑨ 全培数性水準における選抜系統の評価と保存

⑩ 品質の改良と高たん白生産の保持

優先順位II

① *S. ajanhuiri*, *S. stenotomum*, *S. phureja* における耐霜性研究

② がんしゅ病（*Synchitrium endobioticum*）のレースに対する抵抗性

③ 疫病抵抗性に対する今まで以外の遺伝資源の利用

④ *Solanum* の種に応じた特定の育種方法の研究

⑤ 他の研究所における収集系統の文書による整理

優先順位III

① 4倍雑種育成に利用するための2倍性水準の育種

② *S. tuberosum* × *S. andigena* 雑種の塊茎形成および生育に影響する生理的要因の研究の必要性

③ 農家規模の作物生産または保証種いもに代えうる真正種子の利用

④ 野生種を真正種子として保存

⑤ CIP のデーターを対照とするデーター処理センターの設立

⑥ 青枯病抵抗性に関するさらに多数の遺伝資源の選抜

⑦ 同定された病・虫害スペクトルに対する抵抗性

Ⅶ　お　わ　り　に

今回のペルー国CIPを中心とした原産地におけるばれいしょ遺伝資源の探索導入・調査により，ばれいしょ遺伝資源の分布の実態，ばれいしょ遺伝資源の収集と保存の実態，遺伝資源の育種利用研究の実態など，わが国のばれいしょ品種改良に役立つ多くの事実を見聞することができ，かつ有用なばれいしょ遺伝資源を導入することができた。

ばれいしょは原産地南米の熱帯高冷地において，低温不良環境下でも安定した収量をあげうる貴重な食用作物であることを改めて認識することができた。わが国のばれいしょは，北海道をはじめとする冷涼地帯では，低温環境下における安定多収性が評価され，また西南暖地では短期性（春秋2作）と省力性が評価され，ほぼ14万haの作付面積を維持し，300〜350万tの生産量をあげている。最近では環境汚染防止に関連して農薬多用に対する反省が高まっており，また一方では国際交流の活発化に伴い新病害虫の侵入発生のおそれが増大しており，従来以上に病虫害抵抗性品種の育成に大きな期待がかけられている現状である。このような社会的要請に対応するためには，広汎な導入遺伝資源を利用して従来の枠を超えた新品種を育成し普及する必要がある。次にわが国のばれいしょ育種上の問題点と導入遺伝資源の育種に対する寄与について考察してみたい。

わが国のばれいしょ育種においても，野生種利用による種間交雑育種は1938年以来進められ，中でも6倍体野生種 *S. demissum* のもつ疫病抵抗性は，戻し交雑法により「ヨウラク」「リシリ」などに導入され，さらに外国より導入した中間母本の利用により，「エニワ」「ユキジロ」「ホッカイアカ」「シレトコ」「デジマ」「ワセシロ」「トヨシロ」などに導入されている。また4倍体野生種 *S. stoloniferum* のもつ疫病抵抗性，2倍体野生種 *S. chacoense* のもつ高でん粉性なども普通栽培品種による戻し交雑3〜4回が進められ，地方番号系統名をもつ実用性の高い系統が育成されつつある。しかしこれらの野生種の塊茎はごく小さく，ふく枝も著しく長いため，野生種のもつ優良遺伝子だけを導入し，一方では野生種を駆逐しつつ実用形質を高めるため，栽培品種による戻し交雑が3〜4回必要であり，野生種から優良遺伝子を導入する場合には，品種間交雑育種に比し多くの年数を要する。この点に関し今回CIPおよびICAより導入した遺伝資源は栽培種であり育種上に直ちに利用しうる有用遺伝資源と言えよう。すなわちこれらの異種栽培種は，原産地の熱帯高原の短日条件下に適応しており，日本の長日条件下で栽培するといづれも晩生化し，晩秋の短日条件となって漸やく塊茎を形成する。しかしこれら異種栽培種の塊茎形成反応に対する短日性は普通栽培品種による戻し交雑1回で改善され，実用性の高い系統が出現することが知られているので，育種年限を短縮しうる有用遺伝資源と言える。疫病抵抗性の付与は，生産費の節減，環境汚染防止などから今後ますます重要となり，疫病圃場抵抗性の導入に重点が指向されている。従来の *S. demissum*, *S, stoloniferum* に由来する疫病圃場抵抗性材料と共に，今回導入された *S. andigena* 系統のもつ疫病圃場抵抗性は，さらに利用する遺伝資源の幅を拡大し，直ちに育種上に利用しうる有用な遺伝資源となろう。

ジャガイモシストセンチュウは，わが国では1972年に北海道後志地区の真狩，留寿都両村には

じめて発生し，1977年には北見地区の清里町にも同種のセンチュウの発生が確認され，寄生型はイギリスの"A"とみられている。育種的な早急の対応策としては，シストセンチュウ抵抗性導入品種（ツニカ）の普及によっているが，ばれいしょは寒冷地の基幹作物であり，早生でん粉原料用，晩生でん粉原料用，あよび早生食用のシストセンミュウ抵抗性品種の早期育成が強く要望されている。今回導入されたシストセンチュウ抵抗性材料は，既存の導入抵抗性品種と共に有用な抵抗性遺伝子源として直ちに育種上に活用されよう。またヨーロッパ諸国では，すでに1940年頃よりジャガイモシスト線虫が侵入し，現在ではいくつかの寄生型が分化し，各寄生型に対応した抵抗性育種が進められており，*S. andigena* には第3の抵抗性遺伝子 H_3の存在することも明らかにされている。ジャガイモスシトセンチュウ発生の先進国の歴史は，いづれ日本にも到来すると予想されるから，長期的視野から *S. andigena* のもつ H_3抵抗性遺伝子の利用，*S. vernei* のもつ polygene による抵抗性育種などを今から進めておく必要がある。

青枯病については，北海道の上川北部地方あよび空知北部地方に発生し，最近では長崎県で発生し，被害が増大している。育種的対応としては，CIP より導入した青枯病抵抗性材料が有効に利用しえよう。

ウイルス病については，わが国では採種体系が確立されているので，抵抗性育種は積極的には進められておらず，育種の後期世代でウイルス病の特性検定が進められているに過ぎないが，とくに葉巻病，Y ウイルス抵抗性育種は，これらの導入有用遺伝資源を用いて積極的に進めるべきであると考えられる。

耐霜性については，ペルー国プノの現地で耐霜性遺伝子型選抜の効果を実際にみることができたが，わが国では西南暖地の冬作ばれいしょあよび中部日本のごく早春の早期栽培ばれいしょに導入すれば，効果の大きい特性であり，今回導入した耐霜性遺伝資源の活用が期待される。

最近わが国のばれいしょの消費流通形態は多様化しつつあり，今までの生食用，でん粉原料用のほかに，スナック食品，冷凍食品など加工用途が急増している。このような新用途の発展は，ばれいしょに加工適性をもつことを要求することとなり，成分，品質などに関しても育種的対応が強く要望されている。今回導入された高乾物率，調理品質，高たんぱく含量などの特性をもつ遺伝資源はこの要望に答え，早急に育種上に活用することができよう。

文　　　献

1　収集資料

Peru

1) INTERNATIONAL POTATO CENTER (1974) : Annual Report 1974. 91pp.

2) ______ (1975) : Annual Report 1975. 116pp.

3) ______ : Program planning conference 1973-74. 384pp.

4) ______ (1974) : Report of the planing conference on utilization of the genetic resources of the potato. "Strategy for utilization". 85pp.

5) ______ (1976) : Report of the planning conference on the exploration and maintenance of germplasm resources. 130pp.

6) OCHOA, C. M. (1962) : Los *Solanum* tuberiferous silvestres del Perú (Secc. *Tuberarium*, sub-secc. *Hyperbasarthrum*) . Lima, Perú, 297pp.

7) ______ (1974) : Nuevo taxon de la serie Ingaefolia (*Solanum*, sect. *Tuberarium*). Anales cientificcons. Vol. XII, Nos 1-2.

8) ______ (1975):Potato collecting expeditions in Chile, Bolivia and Peru, and the genetic erosion of indigenous cultivars. *In* Frankel, O. H. and Hawkes, J. G. (eds) : Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, 167-173.

Mexico

9) CIMMYT (1974) : Maize improvement. 64pp.

10) ______ (1974) : CIMMYT report on wheat improvement 1974. 162pp.

11) CIMMYT, Maize Program (1975) : Preliminary report international progeny testing trials and experimental variety trials.

12) ______ (1975) : International progeny testing trials and experimental vareity trials.

13) ______ (1975) : Supplementary report international progeny testing trials and experimental variety trials.

14) ______ (1976) : Preliminary report international progeny testing trials, experimental variety trials, and elite variety trials.

15) ______ (1976) : Supplementary report international progeny testing trials, experimental variety trials, and elite variety trials.

16) CIMMYT (1976) : CIMMYT review. 117pp.

17) ______ (1977) : This is CIMMYT. 30pp.

University of Brirmingham, U. K.

18) DEPARTMENT OF BOTANY, THE UNIVERSITY of BIRMINGHAM. -International training course in conservation and utiiisation of plant genetic resources.

19) FRANKEL, O. H. and HAWKES J. G. (eds) (1975) : Crop genetic resouces for today and

tomorrow. Cambridge University Press. 492pp.

20) GROUT, W. W. (1977):Attempts at the cryopreservation of higher plant shoot meristems. Report of Department of Plant Biology, Universitityof Birmingham, 2pp.

21) ＿＿＿＿＿＿, WESTCOTT, J. and HENSHAW, G. G. : Scanning electron microscope studies of multiple shoot production by meristem tip culture of *Solanum* × *curtilobum*. Report of Department of Plant Biology, University of Brirmingham, 14pp.

22) HENSHAW, G. G. (1975) : Technical aspects of tissue culture storage for genetic conservation. *In* Frankel, O. H. and Hawkes, J. G. (eds) : Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, 349-358.

23) ＿＿＿＿＿＿ and ROCA, W. M. (1976) : Special techniques in germplasm storage. *In* CIP (1976) : Report of the planning conference on the exploration and maintenance of germ plasm resources. 109-126.

24) WESCOTT, R. J., GROUT, W. W. and HENSHOW, G. G. --- : Rapid clonal propagation of *Solanum curtilobum* var. Mallku by aseptic shoot meristem culture. Report of Department of Plant Biology, University of Birmingham. 12pp.

Plant Breeding Institute, Cambridge, U. K.

25) PLANT BREEDING INSTITUTE (1975) : Annual report 1975. 168pp.

26) ＿＿＿＿＿＿ (1977) : Summary of work in progress. 32pp.

27) HOWARD, H. W. (1973) : Calyx forms in dihaploids in relation to the origin of *Solanum tuberosum*. Potato Res. **16**, 43-46.

28) ＿＿＿＿＿＿ : Breeding potatoes for resistance to cyst nematodes. Scotland by Her Majesty's Stationery Office at HMSO Press, Edinburgh, 132-138.

29) ＿＿＿＿＿＿, LANGTON, F. A. and JELLIS, G. J. (1976): Testing for field susceptibility of potato tubers to blight (*Phytophthora infestans*) . Pl. Path., **25**, 13-14.

30) KATHRYN, M. WOODCOCK and HOWARD, H. W. (1975): Calyx types in *Solanum tuberosum* dihaploids, *S. stenotomum, S. sparsipilium* and their hybrids. Potato Res., **18**, 460-465.

31) NATIONAL SEED DEVELOPMENT ORGANISATION LIMITED --- : Potatoes. 27pp.

32) BENNETT, M. D., FINCH, R. A. and BARCLAY, I. R. (1976) : The time rate and mechasism of chromosome elimination in *Hordeum* hybrids. Chromosoma **54**, 175-200.

2 参 考 文 献

1) BARRIGA, H. G. (1975) : Flora medicinal de Colombia. Botanica Medica. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, Bogota, D. E. Colombia.

2) CORRELL, D. S. (1962) : The potato and its wild relatives. Section *Tuberarium* of the genus *Solanum*. Texas Research Foundation, Renner, Texas, 606pp.

3) HAWKES, J. G. (1944) : Potato collecting expeditions in Mexico and South America. II. Systematic classification of the collections. Bull. Imp. Bur. Plant Breed. and Genet, Cambridge, 142pp.

4) ____________ (1963) : A revision of the tuber-bearing *Solanums*. (Second edition) Scottich Plant Breeding Station Record, 76-181.

5) ____________ and HJERTING, J.P.(1969) : potatoes of Argentina, Brazil, Paraguay, and Uruguay. A biosystematic study. Annals of Botany Memoir No.3. Oxford at the Clarendon Press, 525pp.

6) HODGE, W. H. (1951) : Three native tuber foods of the high Andes. Economic Botany **5**, 185-201.

7) HOWARD, H. W. (1969) : Genetics of the potato *Solanum* tuberosum. Logos Press Limited, 126pp.

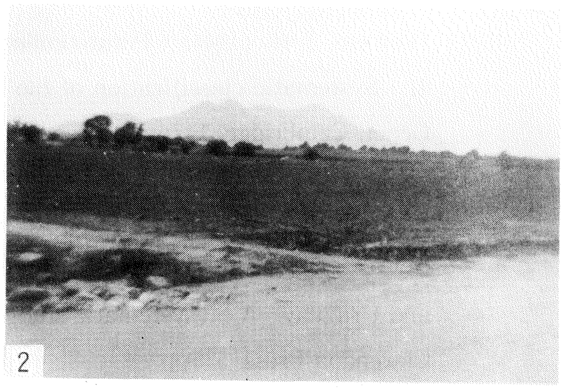
8) 北海道農業試験場 (1965)：馬鈴薯の育種ならびに研究経過の概要. 233pp.

9) IRIKURA, Y. (1975) : Induction of haploid plants by anther culture in tuber-bearing Species and interspecific hybrids of *Solanum*. Potato Res., **18**, 133-140.

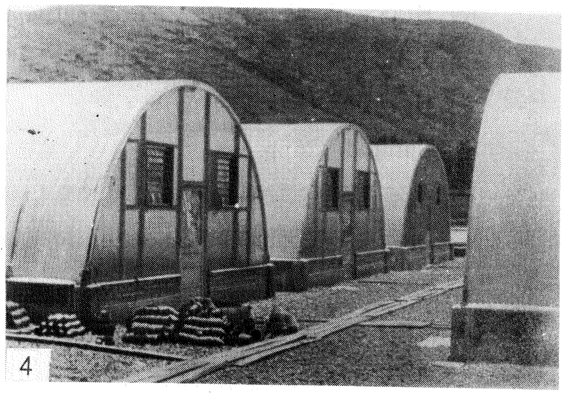
10) 農林水産技術会議事務局連絡調査課 (1977)：昭和51年度　有用遺伝子の探索導入事業等の概要. 128pp. (とう写刷)

11) 田口啓作 (1961)：異種馬鈴薯の育種利用, 育種学最近の進歩　第2集, 32−43.

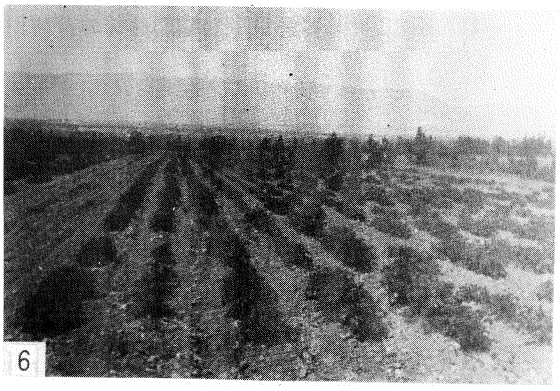

1


2

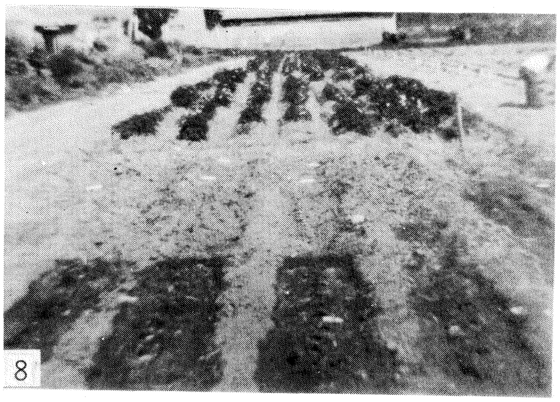

3

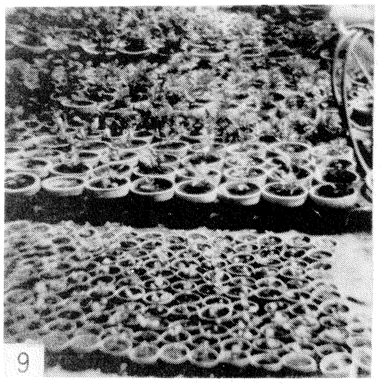

4


5


6


7

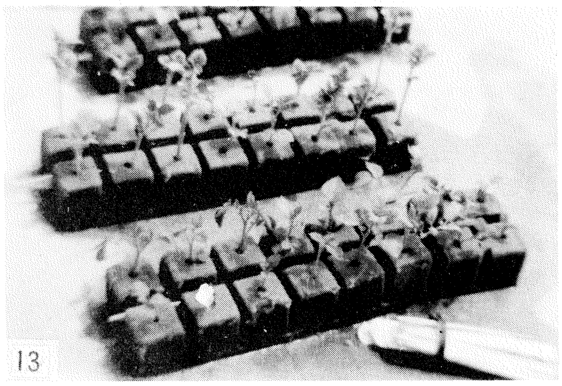

8


9


10


11


12


13


14

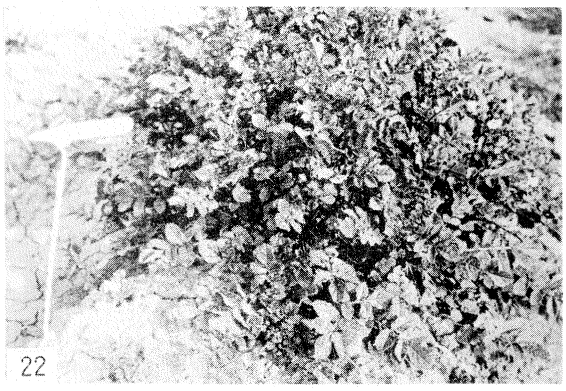
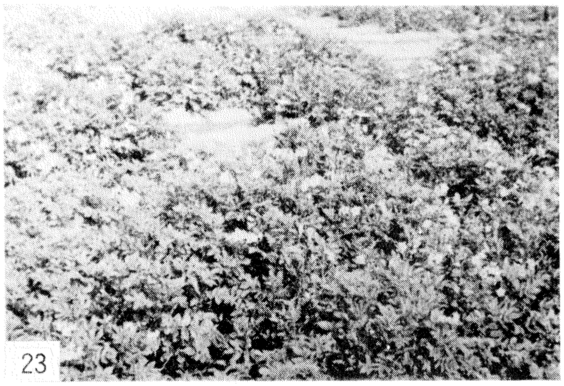
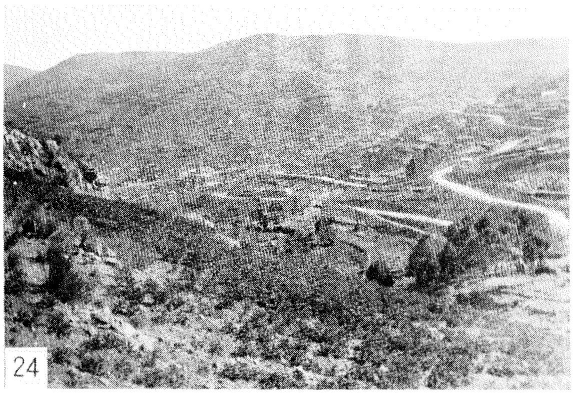
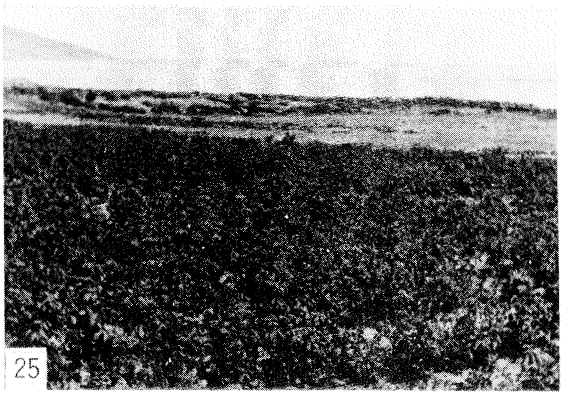

15


16

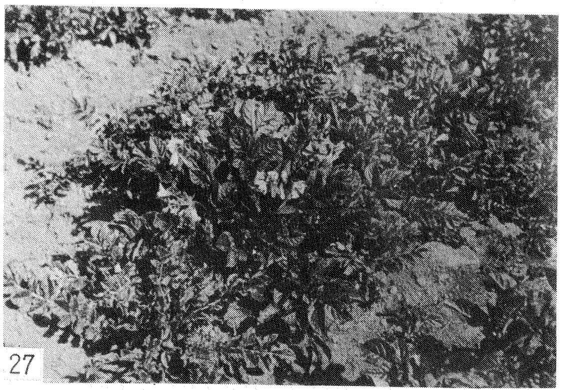

17





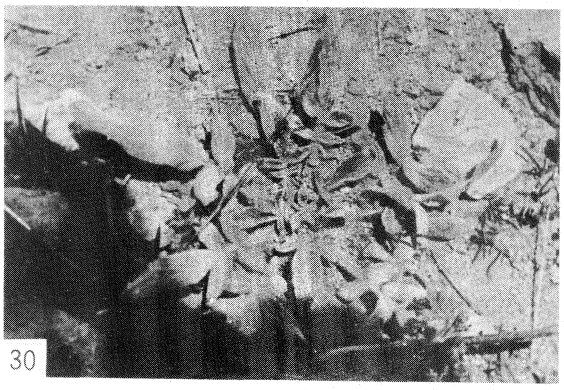





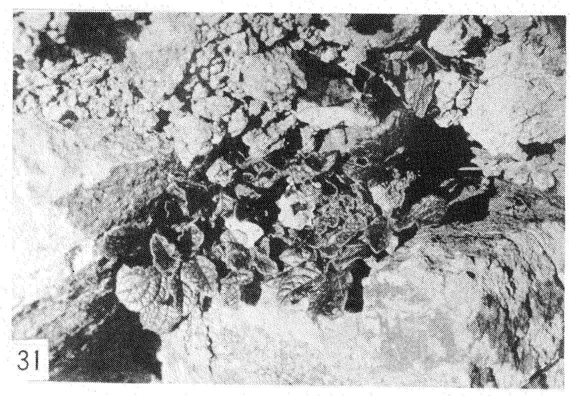

26

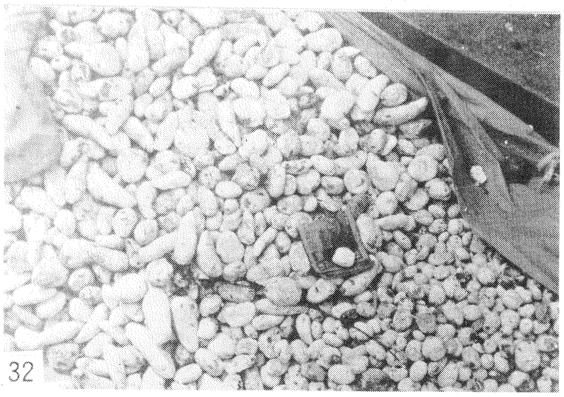

27

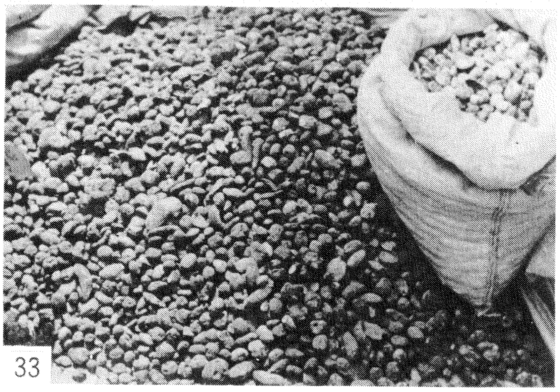

28

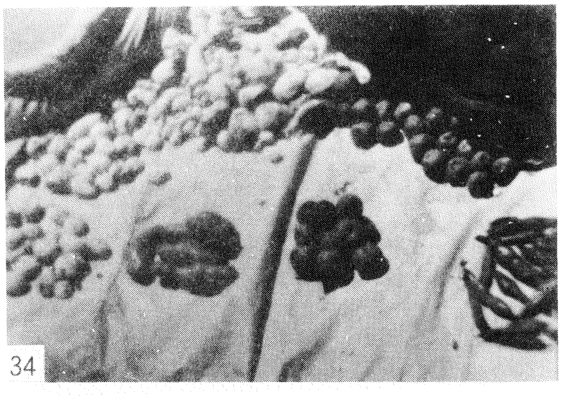

29


30


31


32

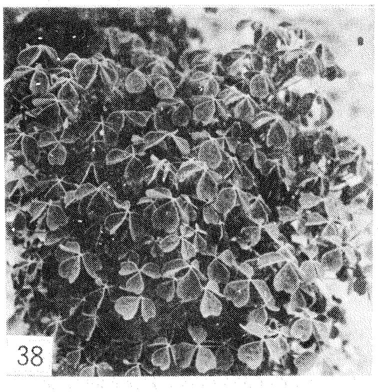

33

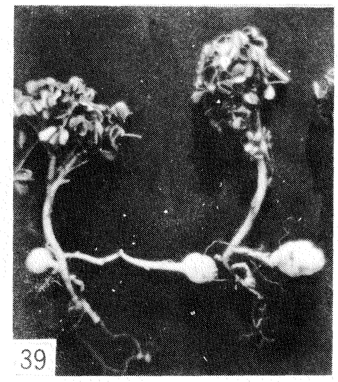

34

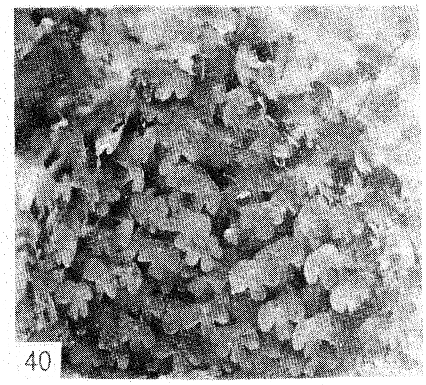

35

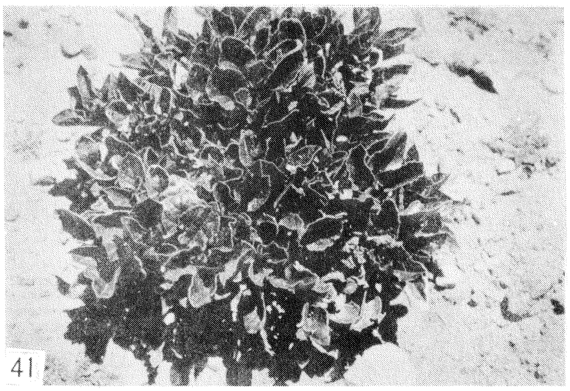

36


37


38


39

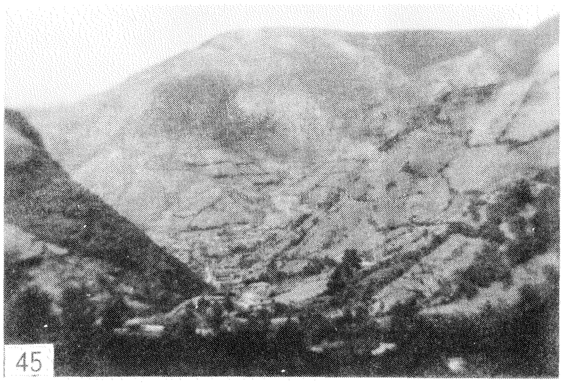

40

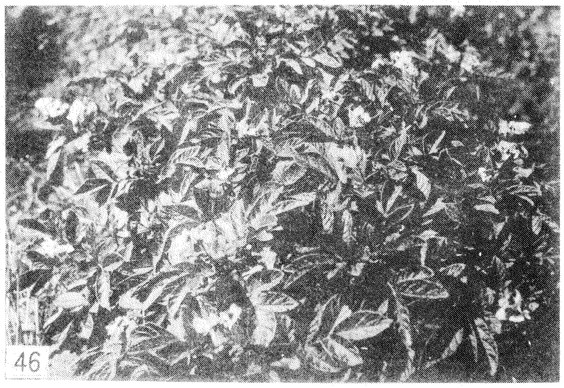

41


42

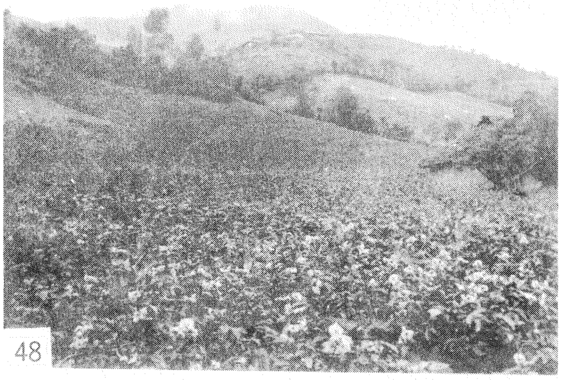

43


44

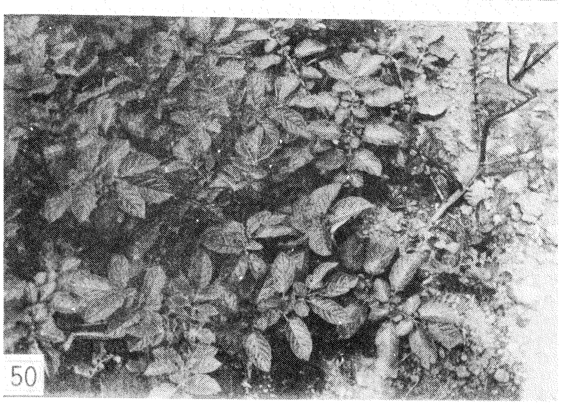

45

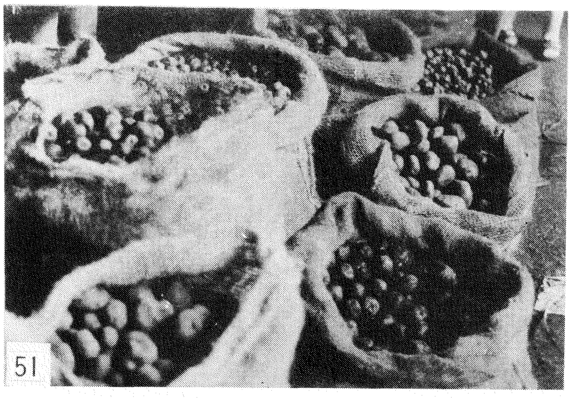

46


47

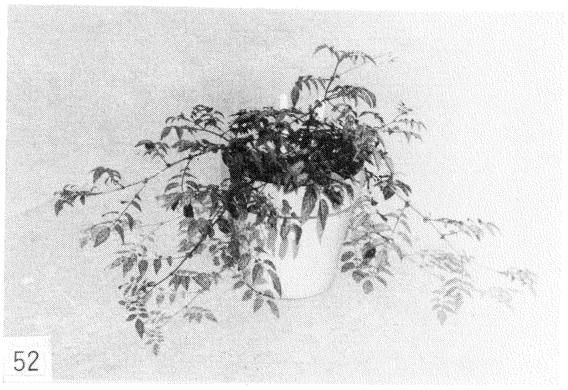

48


49


50



51



52

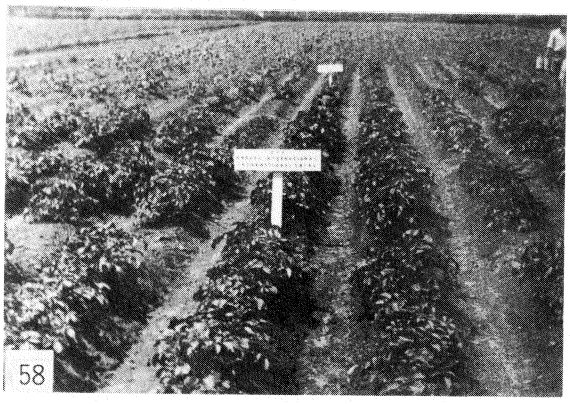
53

54

55

56

57

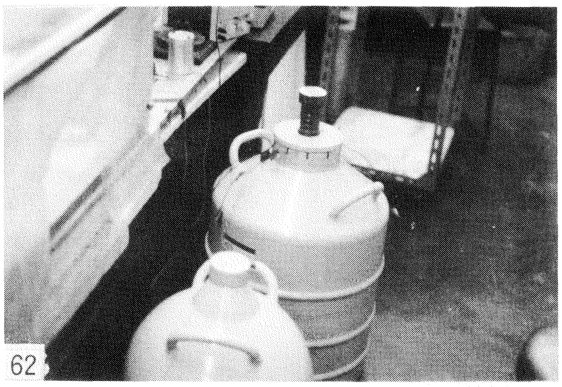


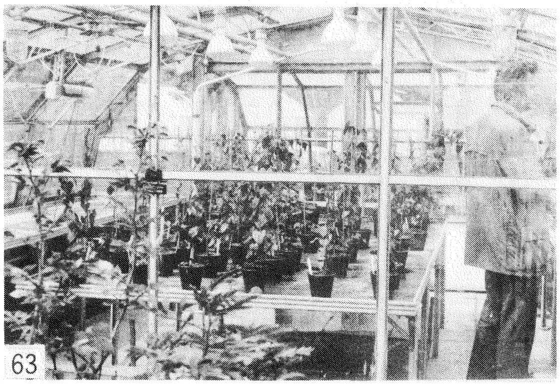
58

59


60


61


62


63


64


65


66


67

関 係 写 真

1. 国際ばれいしょセンター，ラ・モリナ本部（CIP, La Molina, Peru）
2. 国際ばれいしょセンター試験圃場（CIP, La Molina, Peru）
3. 国際ばれいしょセンター，ウアンカヨ施設（CIP, Huancayo, Peru）
4. シストセンチュウ検定温室（CIP, Huancayo Facility）
5. CIP のばれいしょ遺伝資源保存（CIP, Huancayo）
6. 耐霜性ばれいしょ系統選抜試験（CIP, Huancayo）
7. 疫病抵抗性検定（CIP, Huancayo）
8. 青枯病抵抗性検定（CIP, Huancayo）
9. シストセンチュウ抵抗性検定（CIP, Huancayo）
10. 生長点培養と Dr. Roca（CIP, La Molina）
11. ポットに移植した再生植物（CIP, La Molina）
12. 挿木によるばれいしょの増殖（CIP, La Molina）
13. ピートブロック利用による挿木（CIP, La Molina）
14. 花梗切断法によるばれいしょの交配（CIP, Huancayo）
15. 扇形設計によるばれいしょの栽植密度試験（CIP, Huancayo）
16. プノ農牧試験場におけるばれいしょ遺伝資源保存（Puno, E.E.A. Peru）
17. 耐霜性の種間差異．左側 7 列が *S. juzepczukii* 右側が *S. andigena*（Puno, Peru）
18. 2 倍体栽培種 *S. stenotomum*（CIP, Huancayo）
19. 2 倍体栽培種 *S. goniocalyx*（CIP, Huancayo）
20. 2 倍体栽培種 *S. ajanhuiri*（CIP, Huancayo）
21. 3 倍体栽培種 *S. chaucha*（CIP, Huancayo）
22. 3 倍体栽培種 *S. juzepczukii*（CIP, Huancayo）
23. 6 倍体栽培種 *S. curtilobum*（CIP, Huancayo）
24. リベルタード山における 4 倍種 *S. andigena* の栽培（Mt. Libertad, Puno）
25. チチカカ湖畔における 4 倍種 *S. andigena* の栽培（Pomata, Puno）
26. アングラ・マリーナ山。標高約4,500m，頂上近くまでばれいしょが栽培され，中腹から頂上にかけて耐霜性野生種 *S. acaule* が自生する。（Mt. Angla Marina, Puno）
27. アングラ・マリーナ山における *S. juzepczukii*，*S. curtilobum*，*S. andigena* の混栽（26,錨の直下の場所）（Mt. Angla Marina, Puno）
28. 耐霜性 2 倍体野生種 *S. bukasovii*（Huancayo，標高約3,300m の地点）
29. 耐霜性 2 倍体野生種 *S. megistacrolobum*（Mt. Libertad の頂点，標高約4,300m）
30. 2 倍体野生種 *S. lignicale*（Pomata, Puno, 標高3,847m）
31. 耐霜性 4 倍体野生種 *S. acaule*（Mt. Angla Marina の中腹，標高約4,300m）
32. プノ市の露天市場における白チュニヨ（chuño blanca）（Puno）
33. プノ市の露天市場における黒チュニヨ（chaño negro papa seca）（Puno）

34. プノ露天市場におけるばれいしょ，チュニヨ，ウルコの販売（Puno）

35. ばれいしょ象形容器，チム期（西歴暦1,300年）の作品（リマ，天野博物館所蔵）

36. 熱帯高冷地のアカザ科の雑穀キノア（Quinua, *Chenopodium quinoa*, 4倍体）（Puno）

37. 熱帯高冷地のアカザ科の雑穀カニュア（Cañihua, *Chenopodium pallidicale*, 2倍体）（Puno）

38. 熱帯高冷地の塊茎作物オカ（Oca, *Oxalis tuberosa*）（Puno）

39. オカの塊茎（silvia, Colombia, 1977. 3.）

40. 熱帯高冷地の塊茎作物マシュア（Mashua, *Tropaeolum tuberosum*）（Puno）

41. 熱帯高冷地の塊茎作物ウルコ（Ullucu, *Ullucus tuberosas*）（Puno）

42. ウルコの塊茎（Puno 市場）

43. 国立中央農牧研究所におけるばれいしょ育種試験（ICA, Tibaitata, Colombia）

44. *S. phureja* の青枯病抵抗性検定（ICA, Tibaitata, Colombia）

45. *S. phureja* の主要栽培地帯 Silvia の地形（Silvia, Colombia）

46. 2倍体栽培種 *S. phureja*（Silvia, Colombia）

47. *S. phureja* の栽培（Silvia, Colombia）

48. *S. andigena* の栽培（Popayan, Colombia）

49. *S. phureja*（Kilometro 27, Valle, Colombia）

50. *S. andigena*（Kilometro 27, Valle, Colombia）

51. 市場における各種のばれしょ（Silvia, Colombia）

52. 野生種 *S. suaveolens*（2 *x*）（CIAT, Colombia）

53. *S. muricatum*，果実を食用に供す．（Kilometro 27, Valle, Colombia）

54. *S. skutchii*（Pichinde, Valle, Colombia）

55. *S. demissum*（6 *x*）の自生（CIP．メキシコ，トルカ試験地，Mexico）

56. CIP メキシコ試験地（Tolca, Mexico）

57. 国際的ばれいしょ疫病圃場抵抗性検定計画（CIP，メキシコ試験地，Mexico）

58. CIP のメキシコ地区ばれいしょ地域適応性検定試験（CIP，メキシコ試験地，Mexico）

59. バーミンガム大学における野生種の栽培（U. K.）

60. 培養室におけるばれいしょ生長点培養と Dr. Brout（バーミンガム大学，U. K.）

61. 広口びんによるばれいしょ組織培養（バーミンガム大学，U. K.）

62. 液体窒素による超低温（−196℃）冷凍装置（バーミンガム大学，U. K.）

63. 日長調節温室と再生植物，後方はヤムと Dr. Henshaw（バーミンガム大学，U. K.）

64. 葯培養による再生植物と Mrs. Weatherhead（バーミンガム大学，U. K.）

65. 植物育種研究所におけるばれいしょ育種試験圃場（PBI, Cambridge, U. K.）

66. 温室中におけるばれいしょの交配，（PBI, Cambridge, U. K.）

67. ポリエチレン・トンネルによるばれいしょそうか病抵抗性検定（PBI, Cambridge, U. K.）