

総説

ムギ類遺伝資源の探索・収集の歩み

吉田 久

農業・食品産業技術総合研究機構フェロー

The 40-year History on Japanese MAFF Missions for the Internatinal Explorations and Collection of Germplasm of Wheat, Barley and Related Species

Hisashi Yoshida

Former affiliation:

The former *National Agriculture Research Center*, Kannondai 3-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8517, Japan

National Institute of Agrobiological Science, Kannondai 2-1-2, Tsukuba, Ibaraki 305-8602, Japan

Summary

This manuscript reviews the international survey and collection of wheat, barley, and related species by the MAFF gene bank project. The gene bank activities are reviewed for younger researchers, who do not have any previous exposure to it. This manual will be provided them with useful information.

KEY WORDS: Wheat, Barley, Related Species, Germplasm, Survey, Collection, History

MAFF: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

ムギ類遺伝資源の 探索・収集の歩み



吉田 久 著



国立研究開発法人 農業生物資源研究所

はじめに

釣りの世界では、「鮎に始まり、鮎に終わる」との言葉があると聞きます。作物の品種改良では、「遺伝資源に始まり、遺伝資源に終わる」という言葉があります。この言葉の深さは、品種改良を通して、ムギ類やイネの遺伝資源に携わって、リタイアする頃になってようやく解かってきました。

遺伝資源の探索・収集・特性評価と保存は、地味で品種改良の縁の下の仕事であり、若手にとって逃げたい領域の仕事でもあります。農林省に入省後、小麦育種研究室に配属され、コムギの品種改良の仕事に携わりました。今から40年前のことです。

品種改良の仕事を知る傍ら、室長らが探索・収集してきたばかりのパキスタン・ネパールの収集品の特性評価を指示され、調査を担当しました。長稈・晩熟品種が多く、どの品種をみても魅力に乏しく、調査に対する意欲がわかかなかったことを記憶しています。また、収集品の多くには3～4つタイプの異なる品種が混じっており、形態的な違いから分別して枝番号を付すという力仕事の苦勞が続きました。

これらの一連の評価・保存の意義が少し分かりだしたのは、早熟性・多収性やうどんこ病抵抗性の育種研究を課題として続ける中で素材の重要性を認識してからです。5年くらい経ってからでしょうか。入省したての新人に対する室長の思いが分かり出したのはその頃です。研究素材を求めて、国際機関や大学などに種子分譲の依頼もしました。ニュースレターを通して、海外の研究者仲間もできました。それから私にとって、ムギ類遺伝資源とのかかわりは、一生続くことになりました。

本資料は、私が経験したことを後輩に少しでも書き残しておきたいとの考えから、資料整理と執筆を行いました。遺伝資源を取り巻く世界の情勢はその後、大きく変化していますが、後輩諸氏の遺伝資源探索・収集と保存活動の参考になれば幸いです。

1つ逸話があります。植物遺伝資源収集・保存の先駆け機関、バビロフ植物生産研究所(VIR)は、独ソ戦争中、ドイツ軍の侵攻でレニングラード900日包囲網の中にありました(1941年9月-1944年1月)。この間、職員は厳しい飢餓の中でバビロフの信念に想いを馳せ、保存中の種子を守ったと聞きました。そのことにVIRの職員は今も誇りに思っています。遺伝資源に携わる職員の矜持を聞いた思いがしました。

目次

はじめに

1. ムギ類の起源地と栽培種の伝播
 - 1) コムギ 2) オオムギ 3) ライムギ 4) エンバク
 2. 植物資源の収集・保存の歴史的背景
 3. 生物遺伝資源の収集・保存の国際ルール（必要性と保存機関）
 - 1) 遺伝資源保存の必要性
 - 2) 世界のムギ類遺伝資源保存機関
 4. 日本のムギ類遺伝資源の導入・保存の歴史
 5. ムギ類遺伝資源の探索・収集歴
 6. 海外探索収集の手順
 - 1) 探索国・地域の選定
 - 2) 探索計画と予算化
 - 3) 探索相手国との交渉及び手続
 - 4) 探索実施のための準備
 - 4)-1 探索対象地域の情報収集
 - 4)-2 予防接種
 - 4)-3 装備品
 - 4)-4 連絡先の作成
 - 4)-5 帰国時の収集品の検疫の事前依頼
 - 4)-6 収集記録のサイト野帳
 - 4)-7 収集総括表
 - 4)-8 収集各種の標高分布
 7. 探索派遣の事前準備会の開催
 8. 探索実施の具体的事例
 - 1) 探索日程
 - 2) 探索国における打ち合わせ（探索ルート・人員構成・機材調達）
 - 3) 探索実施の方法（探索，収集，農家ヒアリング，収集品の整理）
 - 4) 探索の実際
 - 5) ムギ類画像（探索収集時の参考）
 9. 海外出張概要報告
 10. 海外探索収集報告の事例
 11. 特性評価と採種
 - 1) データの取り扱い
 - 2) 特性評価の方法
 - 3) 遺伝資源の利用実績
 12. 採種種子のジーンバンク納入
 13. 遺伝資源管理規定
 14. 推進会議への概要報告
 15. 今後の課題
- おわりに
- 参考資料

1. ムギ類の起源地と栽培種の伝播

1) コムギ (*Triticum aestivum* L.)

普通系コムギ (AABBDD ゲノム, 6 倍体, 42 本の染色体) は, 約 1 万数千年前に今のイラクあたりのチグリス川, ユーフラテス川に挟まれた肥沃な三日月地帯に起源をもっています (図 1-1).

この起源地では, 狩猟の移動型からコムギの栽培が始まり, 牧畜が進んで, 定住型の農耕が始まりました. 栽培種は, 人間が収穫するまで小穂が脱落しない性質を獲得しています.

ここではエンマーコムギ (*T.dicoccum*) は重要な作物でした. 紀元前 5,000 年ころには, 灌漑農耕が発明されて, 都市が形成されました. 紀元前 3,500 年ころになると, 世界最古のメソポタミア文明が誕生しました (中尾 1966; 田中 1975; 木原 1976; バビロフ 1980; 星川 1987; 坂本 1988).



図 1-1. コムギ起源地の肥沃な三日月地帯 (下図枠部分)

コムギは, 起源地から東へ, 中央アジア・シルクロードへ, 西はヨーロッパ・地中海, 北アフリカへ伝播しました (図 1-2, Feldman 2001). 日本には今から 2,300 年前ころ (弥生時代前期) に伝播したとされています.

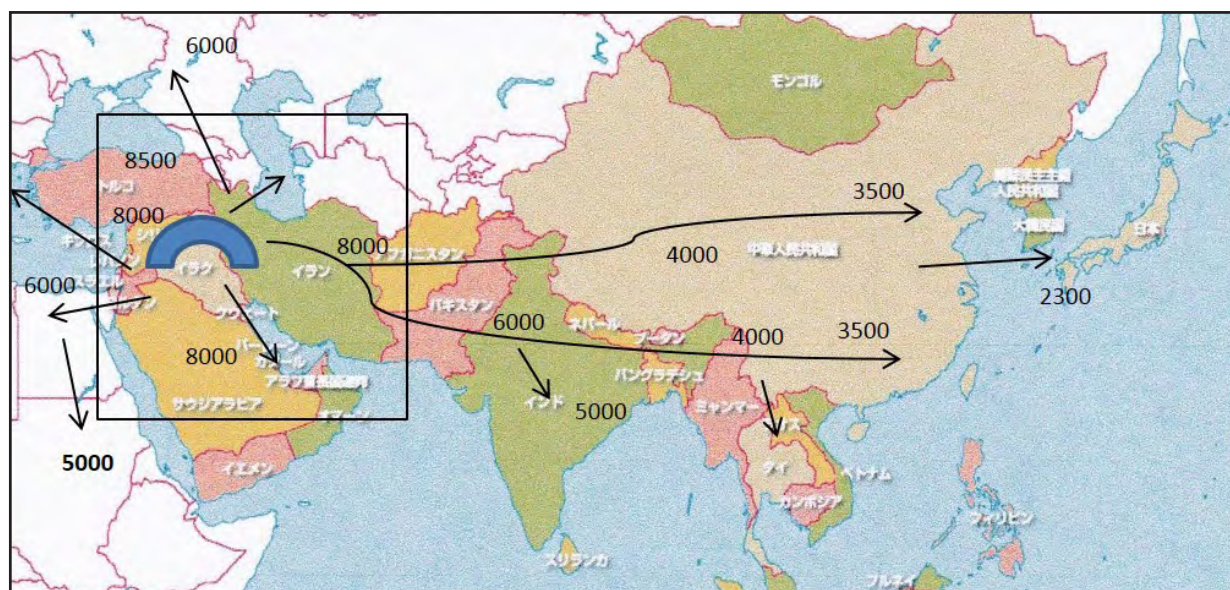


図 1-2. コムギの伝播経路 東へ, 西へ (数字は今から〇〇年前ころ)

Feldman, 2001 より作図

2) オオムギ (*Hordeum vulgare* L.)

オオムギの原種とされる野生二条種 *H.spontaneum* C. Koch は, アフガニスタンから西アジアに野生しています. BC7,000 年ころにイラクからトルコ地域で栽培が始まり, 栽培二条種が成立しました. その突然変異によって六条種ができたという説と六条種は独立に生まれたという説があります. 六条種の発祥地は, 中近東説や揚子江流域説があり, 明確ではありません (星川 1987; 小西 1986; 武田 2010).

コムギ・キビ類とともに民族移動により新石器時代にヨーロッパへ, エジプトへは BC5,000

年以前に伝わっていました。コムギより有史以前の主食の1つでした。日本へは3～4世紀に朝鮮からの移民によりもたらされました。

3) ライムギ (*Secale cereale* L.)

ライムギの野生種 *S. cereale* L. var. *spontanuem* Zhuk. は、小アジアからイラン・アフガニスタンに自生しています。コムギ・オオムギの栽培発祥地であるこれらの地域で随伴雑草として、ライムギの祖先種は生きていました。

劣悪な環境条件に耐性が強く、栽培化されてきました。BC3,000年～2,500年にトランスコーカサス地域とトルキスタン・アフガニスタン地域で栽培が始まりました。ヨーロッパには、北の陸路経由で伝播しました。日本へは明治初期にヨーロッパから導入され、北海道ほかでごくわずかに栽培されました(星川1987; 辻本2010)。

4) エンバク (*Avena sativa* L.)

エンバクは、イネ科の越年草、野生のカラスムギ (*A. fatua* L.) から作物化されました。エンバクの原産地は中央アジアのアルメニア地方とされています。エンマコムギやオオムギの畑の随伴雑草として生きていて、ムギ類の伝播に伴って広がりました。

ライムギと同じように不良気候や土壌に強い特性があり、不作に備えての救荒作物となりました。ヨーロッパへは、黒海の北を経て、ドイツのライン地方へ入った経路と小アジア経由が考えられています。コムギ・オオムギよりもヨーロッパへの伝播の時期は新しくBC2,200～1,300年らしいとされています。日本へは明治期にヨーロッパから導入され、北海道などで栽培されました(星川1987; 森川2010)。

2. 植物資源の収集・保存の歴史的背景

アジアとヨーロッパの東西交易を結ぶ”陸の路”シルク・ロード(全長7,500 km)は、絹と香料の交易ルートとともに植物資源伝播の路でもありました。

15世紀から17世紀半ばの大航海時代、ポルトガル・スペイン、その後、イギリス・フランス・オランダの列強は、新航路開拓(海の路)、布教活動、海外領土と資源の獲得をめざして海洋に出ました。バルトロメウ・ディアスは喜望峰を発見、その後、ヴァスコ・ダ・ガマ、コロンブスやマゼランなどが続きました。

これらの国々は植民地化した所でプランテーションを営み、その農産物(香辛料など)の交易によって大きな富を得ました。1570年ころ、スペイン人によってヨーロッパにもたらされた南米ペルー原産のジャガイモは、領主に納めなければならないコムギと違い、貧農の重要な食料となりました。

18～19世紀、イギリスは、世界中にプラントハンター(植物収集家)を派遣し、資源植物(人間生活に必要な植物)を採集して母国に持ち帰らせました。様々な植物はロンドンのキュー植物園(Royal Botanic Gardens, Kew, 1759年設立、2003年ユネスコ世界遺産に登録)で栽培され、品種改良が行われました(増田2008; 酒井2011)。

その特性情報を利用して、紅茶、ゴムの木、コーヒー、綿花、タバコ、サトウキビなどが海外のプランテーションで栽培され、イギリスに富をもたらしました。700万種以上の植物が収集され、地球上の1/10以上の花がここに咲いているといえます。



写真 2-1 キュー植物園 (ロンドン郊外), 図 2-1 園内ガイドマップ
写真のパームハウスはゴムやパンの木などの熱帯植物を保存

3. 生物遺伝資源の収集・保存の国際ルール

45 年ほど前に「一粒の種子が世界を制する」という NHK の特別番組がありました。それから半世紀、地球規模の生物遺伝資源の保全をめぐる世界の関係国は熱い議論を続けてきました (第 3-1 表)。

1947 年、FAO 植物・動物育種材料小委員会が開催され、1974 年には「国際植物遺伝資源委員会 (IBPGR)」が設立されました。

1982 年放映された NHK 特集「種子戦争」は、食糧戦略の中での遺伝資源の重要性を一般の人々にも喚起する所となりました。1984 年 (昭和 59)、6 月 26 日には、科学技術庁資源調査会から「遺伝資源としての生物の確保方策について」の諮問に対する答申が出されています。ここでは、遺伝資源確保の国家的措置の重要性とその保存・利用のためのシステム化が謳われています。

1983 年 11 月の FAO 第 22 回総会では「遺伝資源に関する国際的申し合わせ」(IU, International Undertaking) が成立し、その実施のために「FAO 植物遺伝資源委員会」の設立が議決されました。

先進国は種子を蓄えて食糧ビジネスに力を入れ、知的所有権で利権を獲得しようとしています。一方、発展途上国は種子 (生物遺伝資源) 原産国の権利を主張して、新たな南北問題に発展しました。

人類は環境保全と食糧確保のためにどう協調を図るのか、人口増と自然環境の悪化が進行しています。自然生態系の中で変異してきた悠久の大地の宝をどう活かすか、問われています。

1992 年には、リオデジャネイロで開かれた地球サミットにおいて地球環境の劣化対策として「生物多様性条約 (CBD, Convention on Biological Diversity)」が議決され、日本も署名しています。その翌年には、条約が発効し、原産国の主権的権利を認め、事前同意と相互合意に基づき遺伝資源へのアクセスが可能となり、その利用による利益は遺伝資源提供者に配分することとされました。

一方、CBD の発効によって食料・農業植物遺伝資源 (PGRFA) についても原産国の主権的権利が確認され、その結果 PGRFA を人類共通の財産と見なしてきた FAO の IU も見直しを迫られた

ため、1994年からFAOのPGRFAの場でIUの改訂交渉が開始されました。以後、締約国会議が続けられています。

2010年には、第10回会議(COP10)は名古屋で開催され、遺伝資源へのアクセスと利益配分に関する「名古屋議定書」が採択されました。また、2011年以降、2020年目標となる「愛知目標」が策定されました。2010年8月現在、生物多様性条約締約国数は日本を含め、193カ国です。

2001年11月のFAO総会で「食料・農業植物遺伝資源条約(ITPGR)」が採択され、2004年発効しました。2006年には、対象となる食用作物遺伝資源(コムギ、オオムギ、ライムギ等35種類)へのアクセスは、多国間共通ルールに基づき、定型の素材移転契約(SMTA, Standard Material Transfer agreement)を用いて行われることになりました。

こうした国際情勢の変化に伴い、品種改良に遺伝資源が利用され、金銭的利益を得た場合には、FAOの信託基金を通じて途上国・移行経済圏のPGRFAの利用促進のために配分されます。利益配分とは別に、IUにおいては、遺伝資源は制限なく利用できる、あるいは無償で入手できるとの考え方を残しています。

生物多様性条約に掲げるCBDに関する目的は、次の3つに要約されます。

- ①生物の多様性の保全
- ②その構成要素の持続可能な利用
- ③遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平(バランスが良いこと)配分

第3-1表 生物多様性条約(CBD)を巡る経緯

年	生物多様性条約(CBD)	食糧農業植物遺伝資源条約(ITPGR)	備考
1947		「FAO植物・動物育種材料小委員会」の開催	
1974		「FAO国際植物遺伝資源理事会(IBPGR)」の設立	
1983	「植物遺伝資源に関する国際的申し合わせ」(FAO第22回総会)	「FAO植物遺伝資源委員会」設立(FAO第22回総会)	
1985			農水省ジーンバンク事業開始
1987	国連環境計画(UNEP)が生物多様性の保全に関する専門家会合の設置を決定		
1988	第1回準備会合ナイロビ、第1回専門家会合		
1989		「FAO申し合わせ」は育成者権(UPOV条約)を侵害しないと議決、同時に「農民の権利の概念を承認	
1990	第2回、3回準備会合ジュネーブ(2月、7月) 第1回条約交渉会議ナイロビ11月(生物の多様性に関する討議資料)		
1991	第2回条約交渉会議ナイロビ2月(生物多様性条約原案) 第3回条約交渉会議マドリッド6月(第1次修正案) 第4回条約交渉会議ナイロビ9月(第2次修正案) 第5回条約交渉会議ジュネーブ11月(第3次修正案)	「国際植物遺伝資源理事会(IBPGR)を「国際植物遺伝資源研究所(IPGRI)と改組	
1992	第6回条約交渉会議ナイロビ2月(第4次修正案) 第7回条約交渉会議ナイロビ5月(第5次修正案) 生物多様性条約の採択リオデジャネイロ6月、日本署名		
1993	日本「生物多様性条約(CBD)」に締結(5月)、発効(12月)		
1994	第1回締約国会議(COP1)開催バハマ	IPGRIが調整機関となり国際遺伝資源計画(SGRP)が開始	
1995		「FAO植物遺伝資源委員会」を「食料・農業遺伝資源委員会」に改組	第1次生物多様性国家戦略の策定(10月)
1996	第3回締約国会議(COP3)開催アルゼンチン、以後2年おきに開催		
2000	バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書の採択		
2001		「食料農業植物遺伝資源条約(ITPGR)」の採択(FAO2001.11.3)	
2002	第6回締約国会議(COP6)開催オランダ、ボンガイドラインの採択(遺伝資源利用の利益配分に関する国際的ガイドライン、但し、法的拘束力なし)		第2次生物多様性国家戦略の策定(3月)
2003	バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書発効		
2004	第7回締約国会議(COP7)開催マレーシア	「食料農業植物遺伝資源条約」の発効(2004.6.29)、日本は批准していない。米国・中国・ロシアなどの大国も未加盟	
2006	第8回締約国会議(COP8)開催ブラジル	第1回締約国会議の開催(標準材料移転契約(SMTA)の採択)、IPGRIをBiodiversity Internationalに改組	
2007		第2回締約国会議の開催、その後、2年間隔で開催	第3次生物多様性国家戦略の策定(11月)、農林水産省生物多様性国家戦略の策定
2008	第9回締約国会議(COP9)開催ドイツ		
2010	第10回締約国会議(COP10)開催名古屋(「愛知目標」「名古屋議定書」の採択) 遺伝子組み換え生物に関する「名古屋・クアラルンプール補足議定書」の採択		
2012	第11回締約国会議(COP11)開催インド		「生物多様性国家戦略2012-2020」が閣議決定

(堂本暁子1995・白田和人2009・森岡一2009・香坂玲2012より引用作表)

1) 遺伝資源保存の必要性

動植物は、自然環境の中で生存するため環境に適応して変異を重ね、進化してきました。この長い生命の歴史の進化過程で蓄積された生物資源を保全・保護することは重要なことです。人々のとどまることのない欲求による地球環境の変化で、種や個体群の絶滅は今も続いています。遺伝資源の保存には、生態系を壊さないことが重要ですが、人間の営みや生物種間の競争・淘汰で変化していくことは避けられません。

食糧生産を上げるための品種改良もその1つで、均一化した品種が普及するとそれぞれの地域にあった在来種は淘汰されて、遺伝変異の幅は小さくなってしまいます。予測しがたい気候変化や病害虫の発生に対して、改良品種は無防備となってしまう危険を孕んでいます。品種改良の行為はいわば両刃の剣です。

2) 世界のムギ類遺伝資源保存機関

貴重な遺伝資源は、生息域内保存 (*in situ* 保存) が望ましいのですが、消失を防ぐために人為的に管理された施設で保存する生息域外保存 (*ex situ* 保存) を重複保存する努力が続けられています。

20世紀初頭から栽培植物の起源論を先導したロシアのバビロフ植物生産研究所 (VIR, サンクトペテルブルグ) は、その代表と言えます。ここには総数 33 万種が保存されています。また、VIR 傘下の Kuban 試験場には遺伝資源が重複保存されています。この他、アメリカ合衆国農務省 (USDA, ワシントン D.C.) や中国農業科学院作物研究所 (北京) などが多数のコレクションをもっています (写真 3-1)。

2008 年には、ノルウエー領スヴァールバル群島内に「国際種子保管庫」が完成しました。この保管庫は地下の永久凍土層に設置され、 -18°C ~ -20°C の極低温で保存することができます。



バビロフ植物生産研究所
(VIR, サンクトペテルブルグ)



Kuban 試験場
(VIR 本部と重複保存)



中国農業科学院種子保存庫



農業生物資源研究所の種子貯蔵庫
(-1°C , 30% の湿度条件下で保存。
目的の種子は貯蔵庫外からの指示
で自動的に棚から取り出せる)

写真 3-1 遺伝資源保存機関の例

4. 日本のムギ類遺伝資源の導入・保存の歴史

日本のムギ類遺伝資源の海外からの導入は、政府が勸業の一策として諸外国から穀類種子を輸入、試作した明治以降に始まります。1872年(明治5年)札幌官園で欧米から輸入したビール大麦品種の比較栽培試験が行われています。明治26年(1893)東京西ヶ原に農事試験場が設置され、品種比較試験が始まりました。「麦類品種一覧」(大小麦 3,039 品種の特性)の来歴記述をみるとその前後から海外品種の導入が始まっています。日清・日露戦争後の統治領からの導入が行われました。

大正から昭和期にかけて、品種比較や純系分離育種から交雑育種法に移行しています。大正15年(1926)から農事試験場鴻巣試験地が交雑育種の交配からF2世代の養成を行い、その後の世代を地方試験地が担当しました。このため、国内外からの遺伝資源の導入・保存が積極的に行われています。昭和期には、満州や朝鮮半島の統治領からの取り寄せ・導入も行われました。

第二次世界大戦後になって、昭和25年(1950)国立農業試験場の整備統合が行われ、農事試験場鴻巣試験地の作物部所属の大部分は関東東山農業試験場となりました。昭和28年(1953)、関東東山農業試験場(鴻巣)に麦育種材料研究室が発足し、麦育種材料の組織的な導入保存・特性調査・配布が開始されました。昭和36年(1961)12月に関東東山農業試験場は廃止され、新農事試験場として発足し、その業務は引き継がれました。

昭和56年(1986)12月1日の筑波移転に伴い、農業研究センターと改称され、麦導入保存研究室が発足しました。その後、組織改編により平成3年10月(1991)麦導入保存研究室は廃止され、その業務は麦関係研究室に引き継がれました。

その間、1985年に開始した農業生物資源研究所(生物研)のジーンバンク事業に連携発展してきました。生物研のジーンバンクには、現在、国内外のムギ類遺伝資源は約6万点が保存されています。

なお、「麦類品種一覧」(1959)以降、鴻巣で実施された21年間の特性調査は農業研究センター研究資料として1993～1994年に刊行しました。その後は、ジーンバンクのデータベースとして保存され、その特性はアクセスが可能です。

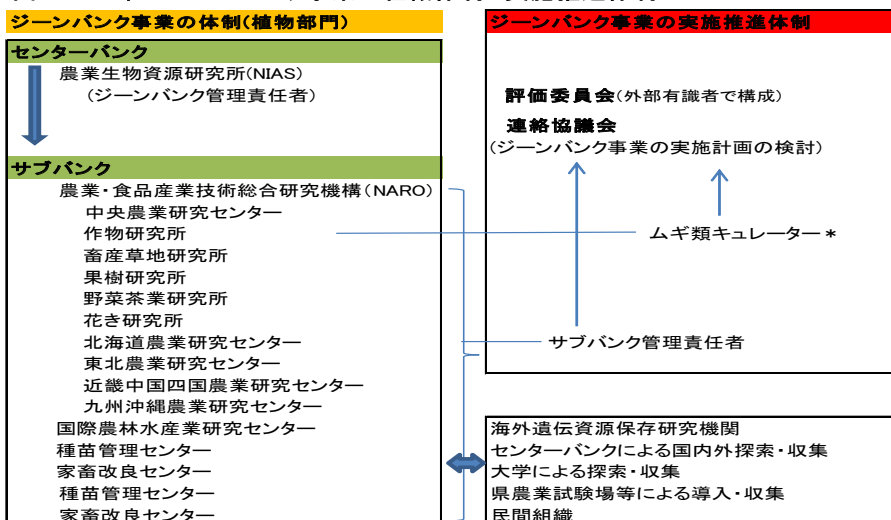
農業生物資源ジーンバンクは、生物研のセンターバンクとサブバンクの連携・協力の下に、運営されています(図4-1)。

センターバンクとサブバンクの間の連絡調整には、専門場所の専門家が専門分野の代表としてキュレーターに選任され、長期事業計画、探索・収集の立案と実施の責任を負っています。

海外からの遺伝資源の導入元は、大きく分けて、西南アジア、地中海地域、中央アジア、東アジア、欧米に区分できますが、導入国の保存点数には偏りがあります。メキシコ(CIMMYT)、アメリカ、カナダ、オーストラリア、中国、旧ソ連、ネパール、パキスタン、トルコ等の保存点数は比較的多くあります。これらは、国際機関からの導入や探索収集に基づくものが多く含まれます。1996年には、バビロフ植物生産研究所(VIR)が保存しているコムギ・オオムギの再増殖により、増殖した種子の分譲を受ける協約に成功しています。

導入・収集ルートは、国際機関・国外遺伝資源機関のネットワークからの導入や国内外の探索収集・大学・道県農試・民間組織からの分譲によります。

図4-1 日本のジーンバンク事業の組織体制と実施推進体制



* ムギ類遺伝資源に関係した組織を念頭に整理

5. ムギ類遺伝資源の探索・収集歴

第二次世界大戦中、高橋隆平（大原農業研究所，現岡山大学資源植物科学研究所）は，満州や中国で転戦する途次，オオムギ遺伝資源の蒐集を行い，研究所に種子を送っています．その際，中国で蒐集された「木石港1」は，大麦縞萎縮病抵抗性給源として，45年後，日本のビールムギ産地を救う品種育成につながりました．

第二次世界大戦後，京都大学の木原均とその門下生ら，大阪府立大学の中尾佐助らによって，ムギ類の探索収集が行われています（表 5-1）．

農林水産省では，1974年（昭和49年）に当時の農林省として初めて海外遺伝資源探索がコムギの早生遺伝資源を求めて，ネパール・パキスタンで実施されました．その後，ジーンバンク事業では，1983年にトルコ・エジプト両国で，1985年にイタリア及びハンガリー・ユーゴスラビア東欧2か国で，1987年からは北アフリカのモロッコ・シリア・アラブ共和国で，1989年（平成元年）に，アルジェリアで隔年毎に実施されました．

第5-1表 麦類遺伝資源の海外探索収集歴

実施年	国・地域	実施機関
1955年	カラコルム・ヒンズークシュ	京大
1959	東部地中海地域(エジプト・ヨルダン・シリア・レバノン・トルコ・ギリシャ・イタリア)	京大
1960	ブータン	大阪府大
1966	ソ連トランスコーカサス地方	京大
1970	メソポタミア北部高地(イラク・トルコ・イラン)	京大
1974	ネパール・パキスタン	農水省
1983	トルコ・エジプト	農水省
1984	ネパール	IBPGR(農水省)
1985	ネパール	IBPGR(農水省)
1985	イタリア・ハンガリー・ユーゴスラビア	農水省
1987	モロッコ・シリア・アラブ共和国	農水省
1987	パキスタン	京大
1989	パキスタン	IBPGR(農水省)
1989	アルジェリア	農水省
1993	中央アジアのトルキスタン(トルクメニスタン・ウズベキスタン・カザフスタンの一部)	IBPGR(農水省)
1994	北カフカス(ロシア連邦)	IPGRI(農水省)
1994	パキスタン	農水省
1996	パキスタン	JICA(農水省)
1998	ギリシャ	農水省

IBPGR(農水省): 国際遺伝資源理事会への我が国の特別提出による探索、

IPGRI(農水省): 国際遺伝資源理事会から国際植物遺伝資源研究所へ組織名称変更

JICA(国際協力事業団、現在国際協力機構)の委託による探索

1991年には北アフリカのチュニジアで実施予定でしたが政情不安のため、入国1週間前に中止せざるをえない結果となりました。

その後、1994年にパキスタンで、1996年再びパキスタン(JICAプロジェクトの一環)で、1998年には、ギリシャで実施されました。

なお、国際植物遺伝資源委員会 IBPGR(1991年 IPGRI と改組、2006年 Bioversity International に改組) 予算では、1984/85年ネパール、1989年パキスタン、1992年中央アジア、1994年北カフカスで実施されました。

国内探索では、1992/93年、1996年にカモジグサ類・テンキグサ類の探索収集が実施されました(表5-2)。

第5-2表 ジーンバンク事業による麦類遺伝資源の国内探索収集歴

実施年	都道府県	対象種
1992年	鳥取・島根	カモジグサ類
1993	新潟・富山・石川・福井	カモジグサ類・テンキグサ類
1996	北海道	〃

京都大学や岡山大学では、コムギ属野生種、オオムギ属野生種の探索・収集、保存が続けられてきています。農水省では、1985年以降、在来種の探索収集とともにムギ類近縁野生種の収集に着手しました(表5-3, 5-4)。

また、アルジェリアでの共同探索(1989)が縁で ICARDA からコムギ属野生種の種子分譲(1991)を受けることができました。

第5-3表 農水省ムギ類遺伝資源の海外探索・収集点数

年	探索収集国	コムギ				オオムギ			エンバク	ライムギ	収集点数 計
		普通系 (<i>T.aest.</i>)	デュラム (<i>T.dur.</i>)	その他 (<i>T.sp.</i>)	近縁 野生種	栽培種 (<i>H.vul.</i>)	バルボッサム (<i>H. Bul.</i>)	近縁 野生種			
1974	ネパール パキスタン	121 69+254穂別									121 69+254穂別
1983	トルコ エジプト	82	3			4					89 10
1985	イタリア ハンガリー ユーゴスラビア	2 26	30	2		3 112 8	47	9 1 1			93 139 9
1987	モロッコ	35	39	1	7	55	7	6	2		152
1989	アルジェリア	33	47		45	69	2	15	1		212
1993	中央アジア	20			57	23	5	14	4		123
1994	北カフカス				109		2	1	10	1	123
1994	パキスタン	106				21				2	129
1996	パキスタン	86				12				3	123
1996	パキスタン	74				2				3	131
1998	キリジャ	84	47	6	8	64	4	4		5	222
種別計		740+254穂別	166	11	238	439	67	53	17	14	1,745+254穂別

探索収集のうち、ムギ類以外の収集植物種はこの表から除外した。

第5-4 探索・収集点数(表5-3)のうち、近縁野生種を多く収集した地域及びICARDAから導入したムギ類近縁野生種の内わけ

節	種	ゲノム構成	北カフカス1994			中央アジア1993			アルジェリア1989		国際乾燥地農業研究センター(ICARDA)から導入1991										計	
			Rus.	Dag.	Tur.	Uzb.	Kaz.	DZA	SYR	PRT	MAR	DZA	JOR	SYR	LBN	TUR	IRN	SUN	PAK	Unk		
Genus Aegilops L.																						
Polyploids																						
	<i>Ae. umbellulata</i>	U																				4
	<i>Ae. ovata</i>	UM						22	1	4	1	5	9	12	16	9					2	81
	<i>Ae. triaristata</i>	UM/UMUn						1		2										2		28
	<i>Ae. columnaris</i>	UM												3	5	2						10
	<i>Ae. biuncialis</i>	UM	18	11										2	17	5	5				1	51
	<i>Ae. peregrina</i>	US												22	6	1	1					30
	<i>Ae. kotschi</i>	US												2	1							3
	<i>Ae. triuncialis</i>	UC	6	9	10	6	4	1	1	4	1				17	5	26				6	98
Cyindropyrum																						
	<i>Ae. caudata</i>	C													1							1
	<i>Ae. cylindrica</i>	CD	33	12	3	9	8										11					76
Sitopsis																						
	<i>Ae. speltoides</i>	S													9		4				1	14
	<i>Ae. longissima</i>	S'													1							1
	<i>Ae. searsii</i>	Ss													5	1						6
Vertebrata																						
	<i>Ae. squarrosa</i>	D	2	18	6	1	1													1	2	31
	<i>Ae. crassa</i>	DM/DDM			4	2	2														1	9
	<i>Ae. ventricosa</i>	DUn						25		1												26
	<i>Ae. juvenalis</i>	DMU			1																	1
	<i>Ae. vavilovii</i>	DMS												4	1							5
Genus Triticum L.																						
	<i>T. dicoccoides</i>	AB													33	10		7			1	51
Genus Hordeum L.																						
	<i>H. murinum</i>				4			15	1													20
	<i>H. bulbosum</i>			2	4		1	2														9
	<i>H. spontaneum</i>			1	5	4	1		2													13
Genus Avena L.																						
	<i>A. spp.</i>		8	2	4																	14
Genus Secale																						
	<i>S. sylvestre</i>		1																			1
計			68	55	41	22	17	66	5	10	3	5	78	86	32	79	2	3	6	5		582

Rus.=ロシア(大半は黒海東岸にて)、Dag.=ダゲスタン自治共和国(カスピ海西岸にて)、Tur.=トルクメニスタン、Uzb.=ウズベキスタン、Kaz.=カザフスタン、DZA=アルジェリア、SYR=シリア、PRT=ポルトガル、MAR=モロッコ、JOR=ヨルダン、LBN=レバノン、TUR=トルコ、IRN=イラン、SUN=旧ソ連、PAK=パキスタン、Unk=不明

Aegilops 各種の穂形



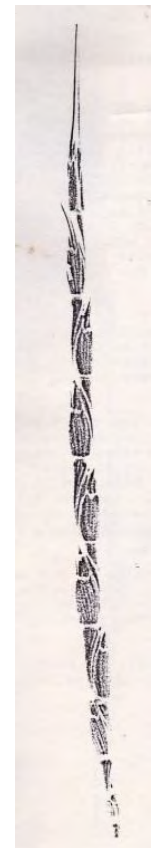
Ae. biuncialis



Ae. caudata



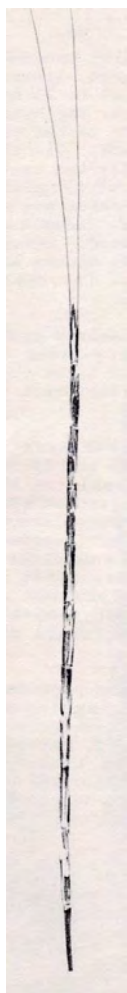
Ae. columnaris



Ae. crassa



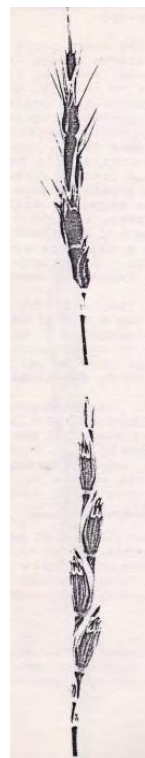
Ae. cylindrica



Ae. longissima



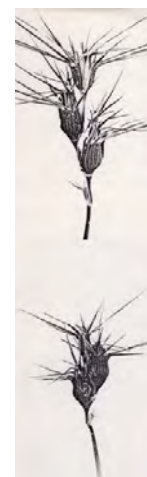
Ae. peregrina



Ae. juvenaris



Ae. kotschi



Ae. ovata

Kimber & Feldman, 1987より引用



Ae. searsii



Ae. speltoides



Ae. squarrosa



Ae. umbellulata



Ae. triaristata (4x)



Ae. triaristata (6x)



Ae. triuncialis



Ae. ventricossa

Kimber & Feldman, 1987より引用

6. 海外探索・収集の手順

海外探索・収集を実施するには、下記のような手順を踏みます。

しかし、遺伝資源を巡る国際情勢の変化に伴って、1994年以降、作物遺伝資源に関する共同研究や国際的な遣り取りの手続きが難しくなるとともに、遺伝資源の国外持ち出しや共同探索・収集を制限する国が増えています。

このような経緯から、ジーンバンク事業の海外探索・収集は、生物多様性条約 (CBD) の発効後、減少してきています。ムギ類では、1998年のギリシャでの遺伝資源探索・収集の派遣が最後となっています。

こうした国際情勢の変化に伴い、CBDの締約国間の遺伝資源にアクセス (探索・収集・交換など) する場合には、アクセス条件を当事国間で事前に同意して、相互に合意する必要があります。

CBDのルールでは、事前の情報に基づく同意 (PIC, Prior Information Consent) はアクセスする者に対する資源提供国政府の同意、相互に合意する条件 (MAT, Mutually Agreed Terms) については遺伝資源の提供者とアクセスする者との合意となっています。

ここで紹介する事例は、CBD発効以前の探索・収集の事例です。

私は1990年から2000年までムギ類キュレーターとして、2001年には農業生物資源研究所・企画調整部でジーンバンク事業の一端に関わりました。

私自らは、探索・収集に4回参加する機会 (アルジェリア・中央アジア、北カフカス・パキスタン) がありました。その経験をお伝えして、今後のムギ類遺伝資源探索・収集の参考にしていただけたらと思います。資料を整理しました。

- 1) 探索国・地域の選定
- 2) 探索計画と予算化
- 3) 探索相手国との交渉
- 4) 探索実施のための準備
 - 4)-1 探索対象地域の情報収集
 - 4)-2 予防接種
 - 4)-3 装備品
 - 4)-4 連絡先の作成
 - 4)-5 帰国時の収集品の検疫の事前依頼
 - 4)-6 収集記録のサイト野帳
 - 4)-7 収集総括票
 - 4)-8 収集各種の標高分布

1) 探索国・地域の選定

ムギ類遺伝資源の地域優先度は、ムギ類の遺伝資源一次中心である西南アジアとその伝播ルートである地中海地域及び中央アジアが高くなっています (第6-1表)。

第6-1表 わが国麦類遺伝資源の優先度(1986WG, 1987部会より作表)

地域	小麦	大麦	えん麦	ライ麦
西南アジア: トルコ、シリア、イラク、イスラエル、ヨルダン、レバノン、アラビア半島の諸国	A1	A1	A3	C3
地中海地域: アルジェリア、モロッコ、チュニジア、リビア、エジプト、ギリシャ、キプロス、 イタリア、マルタ、ポルトガル、スペイン、ユーゴスラビア、アルバニア	A1	B2	B3 (スペイン)	C3
中央アジア: パキスタン、アフガニスタン、イラン、中央アジアの旧ソビエト共和国	B1	A2		
南アジア: インド、ネパール、バングラディシュ、ミャンマー、ブータン、スリランカ	B2 (ネパール)	B1		
東アジア: 中国、日本、朝鮮半島、モンゴル	B2	B2 (裸種)	B3	C3
欧州:	B1	B1	A3	A3
オセアニア: オーストラリア、ニュージーランド	B2			
東南アジア: インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、インドシナ諸国	C2	B3		
東アフリカ: ボツワナ、ブランジ、ケニア、レソト、マラウイ、モザンビーク、ルアンダ、 ソマリア、スーダン、スワージーランド、タンザニア、ウガンダ、ザンビア、 マダカスカル共和国、東アフリカの諸島	B2	A2	A3	
西アフリカ: アンゴラ、ペニン、カメルーン、中央アフリカ共和国、チャド、コンゴ、ガボン、 ザンビア、ガーナ、ギニア、ギニアビサウ、象牙海岸、リベリア、マリ、トーゴ、 モーリタニア、ニジェール、ナイジェリア、セネガル、シオラレオーネ、スペイン領 サハラ、アッパーボルタ、ザイール	C2	C2		

地域優先度: A(高)、B(中)、C(低)、地域内作物別優度: 1(高)、2(中)、3(低)

2) 探索計画と予算化

探索を実施するには、まず、その計画立案と予算化が必要となります。実施予算を獲得するには、農業生物資源研究所のジーンバンク事業や国際植物遺伝資源委員会予算などに応募して承認される必要があります。

3) 探索相手国との交渉

次いで、予算が獲得できる見込みが立った場合、探索相手国と探索の可否の交渉に入ります。その場合、相手国に打診できる人脈を頼ったり、大使館の手助けを借りるなどの手段があります。第3章の記述のように国際ルールは変化してきていますが、以下は、1998年のギリシャでの探索実施に向けた最初の手紙の事例です。今では、E-mailで瞬時に遣り取りできますが、1997年以前は手紙、電信文で行いました。

交渉の遣り取りを積み重ねますので、少なくとも、実施1年前から始めないと間に合いません。

3-1-1 Kannondai, Tsukuba,
305-8666 Japan
July 16, 1997

Prof. P. J. Kaltsikes,
Department of Plant Breeding and Biometry,
Agricultural University of Athens,
Iera Odas 75, Athens, Greece

Dear Sir

I am writing to you with introduction from Dr. Shoji Ohta, Faculty of agriculture, Kyoto University (present address, Fukui Prefectural University). He had your sincere help and hospitality for him and Prof. Y. Furuta during their 1990 exploration in Greece.

Please allow me to introduce myself. I am a wheat and barley germplasm curator in National Agriculture Research Center (NARC), MAFF, Japan.

I am in the course of selecting the country of wheat and barley germplasm in 1998 I'd like to ask if you would help us to get government clearance. Could you arrange for the exploration of wheat and barley germplasm in your country? We hope the joint mission of exploration with your university and/or an institute related to gene bank in Greece.

Our MAFF started the program of plant genetic resources in 1985. Since then MAFF has carried out exploration of plant genetic resources by joint mission with overseas organization. We would appreciate your permission and collaboration if it is possible.

A tentative plan for Joint Exploration:

1. Object: Wheat, Barley and their relatives.
2. Date: about 1 month, June to July, 1998.
3. Area: Arrangement with your university and/or referred organization.
4. Members: Two Japanese researchers, MAFF.
5. Expenses: Japanese side has the public expenses for rental cars, fuel, chauffeurs, including cooks, if necessary.

We will be able to prepare for their expenses.

We also have germplasm for exchange in our gene bank. We could exchange our information of evaluation and utilization.

I apologize to send you a FAX or letter in summer vacation period.

I look forward to receiving your reply.

Yours truly
吉田 久
Hisashi Yoshida

4) 探索実施のための準備

4-1 探索対象地域の情報収集

探索計画と実施にあたっては、事前に外務省発表の最新の危険情報の入手や「地球の歩き方」などのガイドブックでその国と地域の情報を集めて、分析しておくことが重要です。

次に、探索対象地域の地形や気象条件の他、論文等で情報を収集することに努めます。その上で、探索ルートのイメージを衛星画像や地図(ミッシェラン発行のものが良い)を参考にして作っておきます。

衛星画像は、今では Google で地図を検索することで地勢や俯瞰を把握することができます。

下記の画像(写真 6-1)は、1997 年当時、フランスから購入したもので、当時は 1 枚の画像が 20 万円ほどと高価でした。勿論、国家機密上、入手できないものもあります。

収穫期の 5 月下旬～7 月上旬の適切な時期の画像を入手して、ムギ類の探索域をある程度絞り込むこともあります。

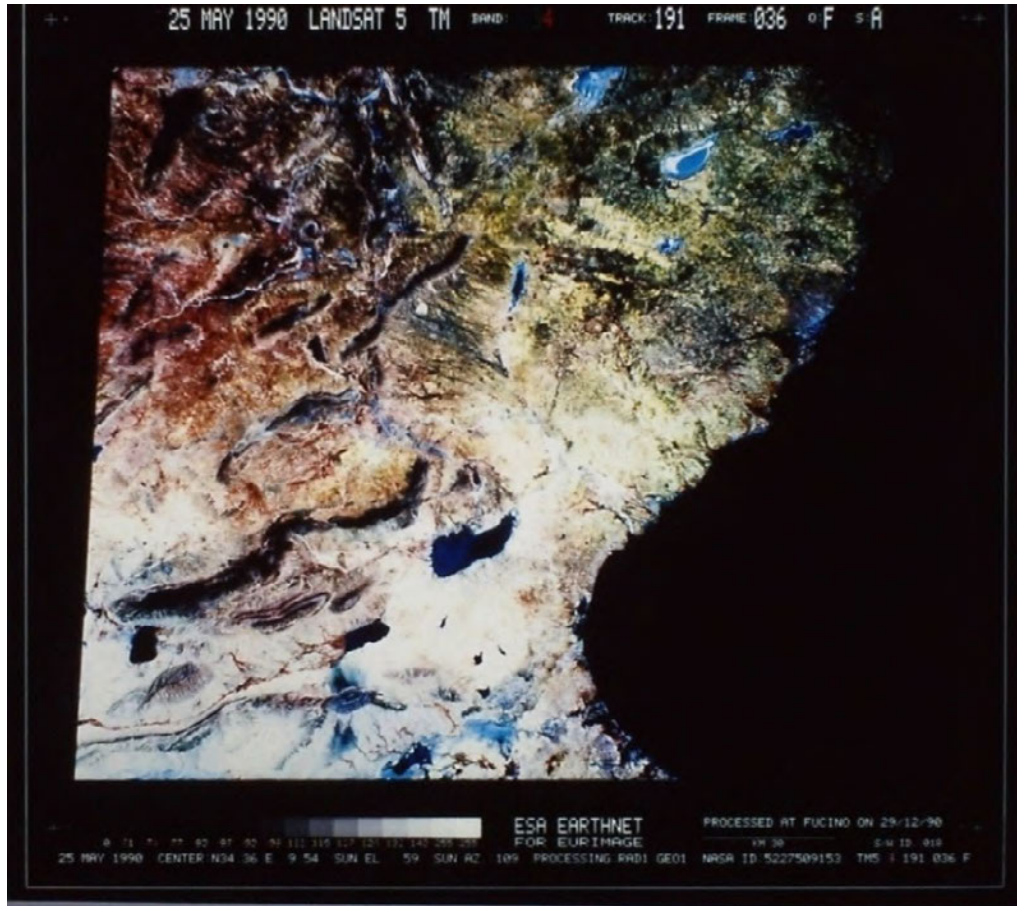


写真 6-1 探索対象地域の衛星画像

体験したことからの注意事項

ムギ類遺伝資源の探索収集地域は、危険な地帯を対象としていることが少なからずあります。私達が実施した 1990 年代は、1989 年のベルリンの壁崩壊に象徴されるように世界情勢は流動含みでした。

しかし、2015 年の現在は、アラブの春以降、益々政治情勢は混沌として、ムギ類遺伝資源中心の東西は、紛争の中にあり、テロや拉致など危険な状態となっています。

従って、探索・収集計画そのものが困難な場合であったり、計画できる場合には、事前情報と現地入りした方からの情報把握が肝要です。

そこで、私の体験事例から注意を要する点を列記してみました。海外探索に出たときの参考になればと思います。

1. アルジェリアでの体験：

1) アルジェリアでは、入出国時所持金を申告します。入出国時の差額をチェックされることが、移動中に会った日本の駐在員から教わりました。通常、入国時の所持金は、出国の時にはマイナスとなっていなければ、不審の対象となります。疑念がもたれると別室で身体検査があり、申

告と金銭の管理には注意が必要です。

2) ドルから現地通貨に交換する場合、ホテルの前では闇ブローカーがたむろしていて、それに乗せられる危険があります。犯罪に巻き込まれないように注意が必要です。

3) レンタカーを借り上げる場合、料金交渉を相手国側の窓口とうまく取りまとめる技が必要になります。足元をみられて、料金を吹っかけられたりします。沙漠地帯にも入りましたので、途中のエンストの場合、救援要請が必要で、2台以上で行動する配慮が必要でした。

4) 探索・収集活動では、受け入れ研究機関との共同探索が基本ですが、国によっては公安の監視の対象となる場合があります。撮影できない空港周辺や建物があり、疑念をもたれないように注意した行動が必要です。

5) サハラ沙漠では、サソリの危険があり、熱砂の中でしゃがむと影が出来、そこに地中からサソリが出てきて、刺す場合があります、お尻を刺されたりすると命とりになりかねません。

2. 中央アジアでの体験：

1) 中央アジアの探索・収集では、シルクロードを5,000 km 走破しました。1992年当時の治世は、まだソ連の影響下にあり、それぞれの試験場ではロシア (VIR) との関係が必ずしもうまくいっていない状況を感じる場合があります。

VIR 傘下の試験場を訪問した折、対応してくれた研究者が現地の人顔立ちと違っていました。旧ソ連のレーニン時代、東の朝鮮半島近くのソ連領から強制移住させられた子孫であることを知りました。東西の十字路、シルクロードでは、日本人には、考えが及ばない民族の声をいくつか聴いたような気がしました。

3. 北カフカスでの体験：

1) 探索計画では、黒海沿岸のソチからカスピ海沿岸のダゲスタン共和国に横断しながら、探索・収集の予定でした。そのルートには、チェチェンの紛争地帯があり、ロシアの軍隊が警備にあたっていて、引き返せとの命令。運転手も必死の表情で真夜中の路をUターン。彼らの表情からは、民族間の軋を感じました。

2) 黒海沿岸で野営した折には、ロシア沿岸警備隊が守備していて、泊まっていた車の点検に午前2時頃、回って来ました。その折、ロシアのガイドは、やっかい事に巻き込まれないように荷物の間の毛布にくるまっているように指示を受けたこともありました。

3) これらの体験は、日本人の感覚からは程遠いもので、予定を変更して、ソチから空路でダゲスタン共和国に入りました。

4) 中央アジアのときもそうでしたが、24時間、寝起きを共にしていると、いろいろな話題が出ます。宗教についてはまず聞かれます。世界史をもっと勉強しておけば良かったとの思いがしたのも事実です。運転手からは、日本の広島・長崎の被爆者の医療を国として、どう対応しているか聞かれました。チェルノブイリ原発で身近に被爆した人がいることが分かりました。言葉の壁を越えてお互いの思いが通じ合えるようになるのも事実です。

4. パキスタンでの体験：

1) アフガニスタン国境地帯を南下して、探索ルートを計画していましたが、大使館からは拉致などの危険警告が出され、許可が難しいことがわかりました。折角、パキスタンに入ったものの何もできずに帰国する訳にはいきませんでした。探索時間を短くして、日没前には必ずホテルに入る約束の下に、譲歩案が提示されて実施できました。

2) 空港やホテル前、現地では物売りの子供たちに囲まれることがあります。状況に応じて、注意しながら対処することが必要です。

4)-2 予防接種

海外派遣では、派遣対象国によりますが、予防接種が必要となります。外務省のホームページで確認して、受けなければならない予防接種と受けておいた方がいいものを調べます。

入国の際には予防接種証明書(イエローカード)を要求している場合があります。

北アフリカのアルジェリアに入るときには、黄熱病の予防接種が必須でした。これに加えて、日本脳炎、狂犬病、破傷風と4種の予防接種をしました。

4種も予防接種するとなると、身体のために一度で接種できず、期間を空ける必要があります。そのため、2ヶ月くらいみておかなければなりませんので、早目から準備が必要です。

予防接種は東京駅丸の内側の鉄鋼会館内にある診療所がワクチンを揃えていますので、そこで受けることができます。その他の地域では、どこで接種できるか調べて接種して下さい。

日本脳炎は蚊が媒介する伝染病ですが、中央アジアの探索地では、野営地で蚊に悩ませられた共同探索のVIRの研究者がいました。屈強な若者で、炭酸ガスの放出量が多いのか、彼に集中して攻撃があり、防護蚊帳を身に付け寝ていました。お前は大丈夫かと不思議な顔をしていたのを思い出します。

狂犬病は、農家でのヒアリングを行うときに犬に噛まれる可能性を考慮して受けておいた方が無難でしょう。破傷風は、探索・収集中に土に触れますので、傷口から感染する可能性を考えて、接種しておいた方がいいでしょう。

予防接種後は数日身体がだるくなります。体力のある状態で受けることをお勧めします。

なお、予防接種とは別に病気にかかったり、怪我をしたときに現地の医療機関で受診しなければならない場合もあります。高額な医療代に備えて、AIUなど海外保険をかけておくと安心です。保険料は、1ヶ月の期間であれば、1万数千円です。保険を使わなくて済めば、ラッキーだったと考えましょう。

4)-3 装備品

事前準備を十分にしておくことが肝要です(表6-2)。

探索・収集では、山登りと同様に周到な装備をすることが成否を分けます。探索・収集に必要な携行機材、情報資料、記録関係、毎日の生活のための衣類、体調管理に必要な栄養剤や医薬品などがあります。

基本装備として、日本から持ち込むもの、現地に入ってから調達して携行するものに別れます。第6-2表には、経験から必要な備品類をリストアップしました。日本から持ち込む機材・備品には容量や重量の関係があり、できるだけ軽量でコンパクトな機能性ある商品を探して、携行しなければなりません。

1) 探索・収集に必要な備品：Iの1～10に列記しました。

この他に、今では、軽量小型パソコンや携帯電話(スマホ)をできれば携行するのがいいでしょう。高度、方位や気圧など多機能な水に濡れても大丈夫な腕時計もあります。

2) 生活用品・衣類・食品等：Iの11～21に列記しました。

医薬品は自分に合った薬をかかり付けの医者からもらって携行するものや売薬があります。下痢の洗礼に会う場合が多く、自分にあった下痢止めや解熱剤などは必須携行品でしょう。

肌着は、風呂は勿論、シャワーをあびることができない日が続くことがあり、洗濯も多くはで

第 6-2 表 探索収集のための携行資材(参考例)

I、探索関係資材

1. 調査野帳、調査総括表、メモ帳、日誌記録帳(ポケットに入る B6 版)
2. 筆記用具(黒・赤・青ボールペン、鉛筆・消しゴム、黒・赤・青マジック大小、青・黄マーカーペン、セロテープ、ステープラー(玉 2 箱)、糊、15 cm 物差し)
3. 種子袋(網製、寒冷紗袋、紙袋、チャック付きポリ袋、リボんタイ、輪ゴム)
4. 脱粒小道具(ゴムチューブ、シート、防虫用薬剤(例：ダイアジノン粒剤))
5. 耐水性豆紙ラベル、穂摘み用鋏、ピンセット、小型ナイフ
6. 3 m ストッパー付き巻尺(稈長測定用)、15 cm 竹製物差し(穂長測定用)
7. 紐、ガムテープ
8. 小型スコップ(野生種球茎掘り用)
9. 探索国の地図(ミッシェラン社製携行)、旅行ガイド(地球の歩き方)、ロードマップ(現地調達)
10. GPS、高度計(2 台)、磁石、温湿度計、望遠鏡(車で移動中に収集地点の確認)、ルーペ(病害虫などの観察時に)
11. 紙タオル(濡れた種子を吸水)、トイレトパーパー
12. 小型ザック、スタッフバッグ
13. キャラバンシューズ、運動靴
14. 防寒着(ヤッケ・セーター等)、雨具・傘、軍手
15. カメラ(一眼レフ・小型デジカメ)、予備バッテリー(充電器)、予備メモリー
16. 懐中電灯、ランタン*、ヘッドランプ、ローソク等の照明器具、替え電池
17. 虫よけ(防虫スプレー、蚊取り線香など)
18. 固形燃料、ガソリンコンロ*、コッフェル、水筒*、缶切り*
19. 簡易テント、寝袋、空気枕、グランドシート
20. 救急医薬品(抗生物質、正露丸、下痢止め、胃腸薬、傷消毒薬、風邪薬、目薬、鎮痛剤、体温計、消毒綿、包帯、バンドエイド、ウエットティッシュ*)
21. 非常食(カロリーメイト)、お菓子(ビタミン C キャンデー、チョコレートなど)

II. 一般資材

1. パスポート(予備パスポート用写真 3 枚)、現地で利用できるスマートフォン
2. お金、財布、海外クレジットカード、名刺、予備メガネ、帽子
3. 夏用衣類(上着、下着、セーター*、靴下等、紙製の肌着も携行に便利)
4. 背広(相手国や大使館への表敬訪問が必要な場合)
5. 洗面具、石鹸、洗濯用具、ティッシュペーパー、糸、針
6. 食料(米、ラーメン、カップ麺、コンビーフ、魚肉缶詰め等、調味料、クラッカー等の携行食、茶、コーヒー、箸、スプーン、コップ等)
7. 計算機、電子辞書
8. 土産(タバコ・酒(空港で調達))、ライター、ソーラー式計算機、日本的なものなど

* 携行して便利だったもの。資材は、現地で調達できるもの、するものを含む。

きません。紙製の旅行用肌着の上下を多めに購入して携行することを勧めます。

3) 個人に関わるもの：II に列記しました。

現地で調達するものは、共同探索する相手側と協議し、開始時に調達するものや探索中に調達する食料・水などがあります。

水は、ミネラルウォーターを調達し、それを飲むことが基本です。清水があり、飲みたくなりますが、下痢や肝炎を持ち込む可能性など体調不良になる危険を孕んでいるので、避けなければなりません。ミネラルウォーターがなくなり、ふらふらになりながらも朝から夕方まで我慢したことが思い出されます。

食料は、行く先々のマーケットで水と同様に調達します。湯を沸かすガスバーナーやガスカー

トリッジは必需品です。

VIR との共同探索では、基本が野営で運転手や調理ができるスタッフを同行させてくれました。我々の探索中に食事を用意したり、食材の調達もしてくれました。アルジェリアやパキスタンの探索では、基本的にホテルからホテルの形を取りました。

4)-4 連絡先の作成

現地に入国後、不測の事態が起きることもあり、下記のような連絡票を作成して、パスポートとともに肌身に離さず携行します。これは、JICA 予算によるパキスタン国での探索のときの事例です。

連絡内容

1. 連絡事項
 - ① 発信者氏名と発信番号
 - ② いつ（事態の発生した月日と時間）
 - ③ だれが（事態に遭遇した者すべての氏名）
 - ④ なにをどうした（事態の内容、事実の結果のみを述べよ）
2. 現地の状況（現在の状況、当事者の置かれた状況）
3. 今後の予定行動（現時点での考えられる行動予定を述べよ）
4. 本部への要請有無（あれば、具体的に示せ）
5. 現地連絡先（住所、電話、TELEX、FAX） パキスタンPGRI
TEL +92-51-240829 FAX +92-351-260965
6. 次回の連絡（連絡予定の有無、あれば予定時刻を明示せよ）

連絡先

1. 連絡先 国際協力事業団 農業開発協力部 畜産園芸課（天目石慎二郎）
+81-3-5352-5203 FAX +81-3-5352-5079

農研セ +81-298-38-8867 星野作物開発部長（自宅 52-0276）
+81-298-38-8941 麦育種法研究室（長嶺 52-0541）
FAX +81-298-38-8837 or 7487 or 8484（農研セ）
TELEX 3652456 TARCJP J（国研セ）
2. 現地連絡先 パキスタン植物遺伝資源保存研究所
+92-51-240829 FAX +92-351-260965
JICAパキスタン事務所
+92-51-829473～8 FAX +92-51-829471
日本大使館 +92-51-218063 or 219721
蒲生卓磨氏自宅
佐藤博保氏自宅 +92-51-812332

ミッション・メンバー表

1. 吉田 久 Hisashi YOSHIDA 農研セ +81-298-38-8941 自宅 +81-298-56-3300

4)-5 帰国時の収集品の検疫の事前依頼

探索収集品を国内に持ち込むために、出発前に成田で検疫を受ける事前依頼と計画書の提出をしておきます。帰国到着日とフライト便を併記して承認を受けておきます。

このことを行っておけば、帰国手続き後、成田にある植物防疫所の窓口に行き、係官の検疫検査を受けることができます。

通常、別室で2時間程度で完了となり、収集種子はそのまま、持ち出して研究所に持ち帰ることができます。

平成10年6月2日

横浜植物防疫所
業務部種苗担当
統括植物検疫官殿

農水省農業研究センター
作物開発部小麦育種研究室長
麦類遺伝資源管理官
吉田 久
TEL 0298-38-8861
FAX 0298-38-8837

導入麦類遺伝資源の検疫依頼について

このことについて、別紙のとおりギリシャ国より導入を予定しております。

つきましては、7月12日(日) JAL408 便 :15:00 成田予定到着にて、携帯持ち込みの予定(四国農業試験場 土井芳憲、長野県農事試験場 牛山智彦計2名)ですので、ご多忙中恐縮ですが、種子検疫のご配慮をお願い申し上げます。

なお、このことについて問い合わせ連絡等ありましたら、下記へご連絡いただければ幸いです。

〒 305-8666
つくば市観音台3-1-1
農水省 農業研究センター
作物開発部 小麦育種研究室長
吉田 久
電話 0298-38-8861(直通)
FAX 0298-38-8837

追伸：

成田支所第二PTB旅客担当統括植物検疫官宛には、同様の依頼状を発送させていただきますのでよろしくお願い申し上げます。

(続き) 植物検疫を受けるにあたっての提出計画書

平成10年6月2日

麦類遺伝資源導入計画書

横浜植物防疫所
業務部種苗担当
統括植物検疫官殿

農水省農業研究センター
作物開発部小麦育種研究室長
麦類遺伝資源管理官
吉田 久
TEL 0298-38-8861
FAX 0298-38-8837

輸入予定日	種類	輸出国	包装形態・数量	備考
平成10年 7月12日(日)	栽培 小麦種子	ギリシャ	ビニール袋 200 10 kg	携帯
同	野生 小麦種子	同	ビニール袋 30 1.5 kg	携帯
同	栽培 大麦種子	同	ビニール袋 200 8 kg	携帯
同	野生 大麦種子	同	ビニール袋 30 1.5 kg	携帯
同	雑穀類 種子	同	ビニール袋 20 1 kg	携帯

7月12日(日) JAL 408 便 15:00 成田到着予定

右のスタンプは、先発隊の帰国時に成田空港で検疫が完了し
持ち出し許可が得られたもの



探索収集整理が終わり、共同研究相手国と種子を折半し、日本に持ち帰っていいと許可された証明書。出国時、提示を求められた場合、空港で提示します(パキスタンでの事例)。

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



Director
Plant Genetic Resources Institute

**NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTRE
PAKISTAN AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL
ISLAMABAD - PAKISTAN**

No. F1-80/96-PGRI

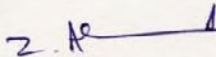
Dated 12-6-1996

Custom Officer,
Islamabad Airport,
ISLAMABAD.

Subject: WHEAT AND BARLEY GERmplasm COLLECTION.

The Plant Genetic Resources Institute (PGRI) and Japan International cooperation Agency (JICA) had a joint collection mission for Wheat and Barley Germplasm from Northern Areas and Baluchistan with the approval of Government of Pakistan. The material collected included more than 100 samples of Wheat and Barley. The material collected is for research purposes.

Dr. Hisashi Yoshida from Japan participated in the collecting mission. A part of the seeds will be taken back to Japan by Dr. Yoshida for experimental purposes and conservation. The material is only for research purposes and has no commercial value. Dr. Yoshida may please be allowed to take these seed samples to Japan.


(DR. ZAHOOR AHMAD)

4) - 6 収集記録のサイト野帳

収集記録票を作成し、50枚綴りで8冊程度用意して携行します。

JICA-PGRI EXPLORATION ON WHEAT AND BARLEY GERMPASM COLLECTION										
IN PAKISTAN, 1996										
COLLECTION No. :	_____	DATE: 1996 - 6 -	_____	PERSON:	_____					
GENEUS and SPECIES:	_____									
LOCAL NAME (CULTIVAR NAME) :	_____									
COLLECTION SITE:										
COUNTRY: PAKISTAN	_____	LOCALITY:	_____	/	_____	KM	OF	_____	_____	
						ALTITUDE:	_____	M	_____	
SAMPLE: SEED	VEGETATIVE	/	INDIV.	POPUL.	SPIKE	/	QUANTITY	_____	g	HERBARIUM: YES NO
STATUS: WILD	WEEDY	LANDRAGE	PURE LINE	CULTIVAR	OTHER () /		
WILD	FARMLAND	FARMSTORE	BACKYARD	VILLAGE MARKET	COMMERCIAL MARKET					
INSTITUTE () OTHER ()		
CROP SEASON: SOWING MONTH	_____	HARVEST MONTH	_____	OTHER	_____					
CULTURAL PRACTICES:	_____									
USAGE:	_____									
NOTES										
1 TOPOGRAPHY: SWAMP	FLOOD PLAIN	PLAIN	UNDULATING	HILLY	MOUNTANEOUS ()		
2 SITE: LEVEL	SLOPE	SUMMIT	DEPRESSION	3 STONINESS: NONE	LOW	MEDIUM	LOCKY			
4 SOIL TEXTURE: SAND	LOAM	CLAY	SILT	HIGHLY ORGANIC	PH	_____				
5 DRAINAGE: POOR	MODERATE	GOOD	EXCESS							
6 DISEASE and PESTS:	_____									
7 ASSOCIATED PLANTS:	_____									
8 CHARACTERISTICS: CULM LENGTH	_____	cm	SPIKE LENGTH	_____	cm					
SPIKE SHAPE: 1 FUSIFORM	2 OBLONG	3 CLAVATE	4 ELLIPTICAL	/	SIX-ROWED	TWO-ROWED				
AWN: Y / N	GLUME COLOR:	_____								

9 FARMER'S NAME and ADDRESS:	_____									

10 PHOTO No. etc:	_____									

(国際標準に準拠して作表)

サイト野帳の記入例

JICA-PGRI EXPLORATION ON WHEAT AND BARLEY GERMPLASM COLLECTION
IN PAKISTAN, 1996

odometer 40,203km

COLLECTION No.: 101 DATE: 1996 - 6 - 15 - 8 - 1^{14:10} PERSON: _____

GENUS and SPECIES: T. aest. (1 type) (29°35'12"N
66°12'59"E)

LOCAL NAME (CULTIVAR NAME): Local white (uniform)
large spike, hairy glume (Hum. 11%
Temp. 38.2°C)

COLLECTION SITE: _____

COUNTRY: PAKISTAN LOCALITY: 135 KM SW OF Quetta
good collection ALTITUDE: 1,530 M

SAMPLE: SEED VEGETATIVE INDIV. POPUL. SPIKE / QUANTITY _____ g HERBARIUM: YES NO

STATUS: WILD WEEDY LANDRACE PURE LINE CULTIVAR OTHER () /
WILD FARMLAND FARMSTORE BACKYARD VILLAGE MARKET COMMERCIAL MARKET
INSTITUTE () OTHER ()

CROP SEASON: SOWING MONTH _____ HARVEST MONTH Mid. June OTHER _____

CULTURAL PRACTICES: _____

USAGE: _____

NOTES

1 TOPOGRAPHY: SWAMP FLOOD PLAIN PLAIN UNDULATING HILLY MOUNTANEOUS ()

2 SITE: LEVEL SLOPE SUMMIT DEPRESSION 3 STONINESS: NONE LOW MEDIUM LOCKY

4 SOIL TEXTURE: SAND LOAM CLAY SILT HIGHLY ORGANIC PH _____

5 DRAINAGE: POOR MODERATE GOOD EXCESS

6 DISEASE and PESTS: _____

7 ASSOCIATED PLANTS: _____

8 CHARACTERISTICS: CULM LENGTH 80 cm SPIKE LENGTH 11~12 cm

SPIKE SHAPE: 1 FUSIFORM 2 OBLONG 3 CLAVATE 4 ELLIPTICAL / SIX-ROWED TWO-ROWED

AWN: 1 N GLUME COLOR: white hairy glume
little awn

9 FARMER'S NAME and ADDRESS: _____

10 PHOTO No. etc: _____

サイト地の気温、湿度も場所によって、測定して記入

4) - 7 収集総括表

収集個票の総括票を作成し、40枚程度の綴りを携行します。

収集個票の記録を野営地や宿舎でできれば毎日総括表に転記します。

LIST OF COLLECTED MATERIALS (JTCA/PGRI EXPLORATION ON WHEAT AND BARLEY GERMLASM COLLECTION IN PAKISTAN, 1996)

No	Collection No.	Date 1996	Genus & Species	Cultivar local name	Locality (Country, City, km)	Alt. m	Sample P/In ¹⁾	Status ²⁾	Topography ³⁾	Site ⁴⁾	Stoniness ⁵⁾	Soil ⁶⁾ texture	Drainage ⁷⁾	Length(cm) Culm Spike	Disease & pest	Associated plants	Notes

1)Sample: P=population In=Individual 2)Status:1 wild, 2 weedy, 3 landrace, 4 pure line, 5 cultivar 6 other
 3)Topography:1 swamp, 2 Flood plain, 3 plain, 4 undulating, 5 hilly, 6 mountainous, 6 other 4)Site:1 level, 2 slope, 3 summit, 4 depression
 5)Stoniness:1 none, 2 low, 3 medium, 4 rocky 6)Soil texture:1 sand, 2 loam, 3 clay, 4 silt 5 highly organic 7)Drainage:1 poor, 2 moderate, 3 good, 4 excess

収集総括表の記録事例

アルジェリア麦類探索収集の記録例

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No.	収集名	収集日	作物名	属種名	地点	収集地	標高	降雨量	収集源	サイトの大きさ	地勢	母岩の種類	土性	傾斜	標本の状態	脱穀	稈長	穂長	備考
1	DZ1	6.6	オオムギ	Hordeum vulgare	1	Thinicat Al Had,79km E Alger	50	600	AC	6	2	SI	E	LA	PO	U			うどんこ病感染
2	DZ2	6.6	コムギ	Triticum aestivum	1	Thinicat Al Had,79km E Alger	50	600	AC	6	2	SI	E	LA	PO	U			オオムギ畑の異型
3	DZ3	6.7	コムギ近縁種	Aegilops ovata	2	Al Barrawiae, Al Khroub ITGC	630	450	GR	5	2	LI	SL	N	WI	PO	U		ovataの大集団
4	DZ4	6.7	コムギ近縁種	Aegilops ventriosa	2	Al Barrawiae, Al Khroub ITGC	630	450	GR	5	2	LI	SL	N	WI	PO	U		
5	DZ5	6.7	オオムギ野生種	Hordeum bulbosum	2	Al Barrawiae, Al Khroub ITGC	630	450	GR	5	2	LI	SL	N	WI	PO	U		
6	DZ6	6.8	オオムギ野生種	Hordeum bulbosum	3	Duwar Ei Kihalsha, 40km E Constantine	765	400	GR	1	1	LI	SI	F	WI	PL	U		
7	DZ7	6.8	デュラムコムギ	Triticum durum	4	Heliopolis, 10km E Guelma	300	600	AC	6	2	AL	CL	S	LA	PO	U		

1: DZはアルジェリアのコード、2: 1989年の月日(例: 6.6=6月6日)、3, 4: 収集時の観察による分類、5: 収集地点の番号(探索ルート地図に落とす)、6: 収集地名(例: Thinicat, Al Hadでアルジェから東に79km)、7: 収集地の標高(m)、8: サイト付近の降雨量(mm)、9: 収集源 AC=穀物、FL=圃場、FS=農家のストック、BY=農家の庭、LM=地方の市場、CM=商業市場、IN=研究所、TP=脱穀場、GL=草地、RS=道路脇、WL=林地、WI=野生、DI=分譲、10: サイトの大きさ 1=1スポット<1m、2=1-10m、3=10-100m、4=100m-0.1ha、5=0.1-1ha、6=> 1ha、11: 地勢 1=沼、2=平地、3=起伏 4=丘陵 5=傾斜地 6=急斜面 7=溪谷 8=山岳 9=高原 10=サバンナ 11=ステップ 12: 母岩の種類 BA=玄武岩 AL=沖積土 LI=石灰質 SA=砂岩 13: 土性 ST=岩石 GR=小石 SA=砂 SL=砂壤土 LO=壤土 CL=粘土質壤土 CY=粘土 SI=沈泥 HO=有機質に富む CA=石灰質 14: 傾斜 1=平坦 2=斜面 3=頂上 4=窪地 E=東斜面 W=西斜面 S=南斜面 N=北斜面 15: 標本のタイプ LA=在来種 RV=育成品種 UM=育成中の系統 RM=研究用 WI=野生 WE=雑草 16: 標本の状態 PO=集団 MX=混合 PL=純系 ML=多系 I=個体 17: 脱穀の有無 U=未脱穀 T=脱穀済み SH=収集時に脱穀 18: 立毛時の稈長(cm) 19: 穂長(cm) 備考 その他の記載事項

4) - 8 収集各種の標高分布

収集サイトでは、地勢の記録として、高度計で標高を測定して、とくに野生種などの収集地点の標高分布を残します。

筆者の経験では、1800m 位の高地まで探索・観察しました。2,000m 以下の標高では、酸素欠乏による影響は人体に感じませんでした。

下表は、北カフカスと中央アジアでのムギ類野生種の標高分布を示しています。参考として、Kimber & Feldman(1987) が発表している結果とも矛盾がありませんでした。

探索収集した植物種の標高分布

種 (倍数性、ゲノム)	北カフカス (収集点数)	中央アジア (収集点数)	Kimber & Feldman 報告(1987)
<i>T. aestivum</i> (6x, ABD)	収集なし	200 - 800[1200] m (20)	
<i>Ae. cylindrica</i> (4x, CD)	0 - 700m (45)	280[200] - 1370[1800] m (20)	300 - 1750m
<i>Ae. squarrosa</i> (2x, D)	35 - 650m (20)	200 - 1020m(8)	150 - 1400m
<i>Ae. biuncialis</i> (4x, UM)	0 - 650m(29)	観察せず	400 - 1650m
<i>Ae. Triuncialis</i> (4x, UC)	10 - 650m(15)	200 - 1370[1700]m (20)	150 - 1800m
<i>Ae. crass</i> (4x, DM; 6x, DDM)	観察せず	200 - 1020m (8)	200 - 900m
<i>Ae. Juvenalis</i> (6x, DMU)	観察せず	440m(1)	50 - 900m
<i>H. vulgare</i>	収集せず	100 - 800[1200]m (23)	
<i>H. spontaneum</i>	330m (1)	190 - 1150m (10)	
<i>H. bulbosum</i>	380 - 600m(2)	530 - 1250m (5)	
<i>H. nurinum</i>	収集せず	300 - 450[1700]m (4)	
<i>A. sativa</i> & spp.	収集せず	300[450] - 450[660]m (4)	
<i>A. fatua</i> & spp.	0 - 95m (10)	観察せず	
<i>S. sylvestre</i>	0m (1)	観察せず	

(): 北コーカサス(1994) 及び 中央アジアで収集した点数

[]: 未熟種子のため収集しなかったけれど観察した地点の標高

北コーカサス: ロシアとダゲスタン共和国、 中央アジア: トルクメニスタン、ウズベキスタン、カザフスタン

7. 探索派遣の事前準備会の開催

パキスタン探索 1996, 後発隊の事例です。先発隊ではこれに先立ってパキスタン北部地域及び Quetta 周辺を, 後発隊では北部・高冷地域を対象として 2 段階で実施しました。

通常, 2 人組で派遣されますが, その際, 1 名を代表に, 1 名は会計を担当します。代表は相手側の窓口, 会計は預かった費用の支出管理を行います。レンタカー代, 運転手の日当, 食料費, ホテルの支払い, 現地調達機材費など領収証をもらい, 金銭の出し入れを管理し, 帰国したら, 精算して報告する責任が生じます。

探索時期は, 北半球では収集可能な収穫期の 5 月下旬~7 月上旬の約 2 ヶ月程度となりますが, この例では先発隊と後発隊に派遣隊を 2 つに分けています。

海外探索収集調査準備会概要 平成 8 年 6 月 14 日

1. 部門: 麦類
2. 第 1 回準備会 日時: 6 月 14 日 14:00~15:30
3. 討議参加者: 瀬古秀文、加藤邦彦、大石孝雄、古庄雅彦、谷藤 健、奥野貞敏、藤田真治、友岡憲彦、江花薫子、中山博貴
4. 調査隊の構成
 - 1) T.L. 氏名: (邦) 古庄 雅彦 (英) Masahiko Furusho
所属: 福岡県農業総合試験場 農産研究所 二条大麦育種研究室
Breeding program of malting barley, Institute of Crop Production,
Fukuoka Agricultural Research Center
電話: (職場) 092-924-2937, FAX: 924-2981 (自宅) 092-921-8448
 - 2) わん¹氏名: (邦) 谷藤 健 (英) Ken Tanifuji
所属: 北海道立北見農業試験場 小麦科
Wheat Breeding Section, Hokkaido Prefectural Kitami Agric. Experiment
Station
電話: (職場) 0157-47-2146, FAX: 47-2774 (自宅) 0157-22-3795
5. 調査隊の名称:
和名「パキスタン国における麦類遺伝資源の共同調査と収集, 1996」
英名「Collaborative exploration of wheat, barley and their wild relatives in Pakistan, 1996」
6. 調査時期、期間
①出発 6 月 28 日 (金曜日) ~ 帰国 7 月 28 日 (日曜日) ② 31 日間
7. 調査予定地域: パキスタン
8. 調査手段(車、シェルパ、ボーター等の要不要):
車、現地研究機関
9. 相手国内の連絡機関および責任者(職等):
1) Dr. Ahmad Zahoor, Director, PGRI, FAX: 92-51-240104
2) 福生卓郎, JICA/PGRIT/ep's/リサーチ、FAX: 92-351-260965
10. 調査計画、共同調査の有無、その方法など:
植物遺伝資源研究所との共同調査

- 1 -

11. 国内本部および連絡網の決定: (緊急連絡メモ)
 - 第 1 連絡先: 農産生物資源研究所 植物資源評価研究チーム 奥野貞敏
81-298-38-7458 (昼夜)、55-6471 (自宅)、FAX: 81-298-38-7408
 - 第 2 連絡先: 農産生物資源研究所 遺伝資源第一部長 加藤邦彦
81-298-38-7431, 51-0147 (自宅)
 - 連絡本部: 農林水産省技術会議事務局 連絡調整課 山本部長補佐
81-3-3501-3780 (昼夜)、FAX: 81-3-5511-8622
 - *全ての連絡は第 1 連絡先から関係機関へ流します
12. 役割の具体的内容と分担の決定:
 - 1) 渉外: 古 庄
 - 2) 会計: 谷 藤
 - 3) 装備: 谷 藤
 - 4) 記録: 古 庄
 - 5) 収集材料管理: 古 庄
 - 6) 調達: 谷 藤
13. 今後の未解決事項と処置計画:

未解決事項	処置計画(誰がどうする)
1) 遺伝資源導入計画書の提出	古庄氏が作成し補助に提出 (6 月 13 日)
2)	
14. 今後の予定:
 - 1) 農林水産省連絡調整課へ挨拶、7/28~1)及び探索経費を受領 (6 月 27 日)
 - 2) 出発 6 月 28 日 成田 11:25 発 (PK-751 便) - 42°7'N - 1° 20:15 着
 - 3) 帰国 7 月 28 日 42°7'N - 1° 7:30 発 (PK-752 便) - 成田 21:55 着
 - 4) 空港より帰国便へ到着の連絡、連絡課への帰国挨拶には A4 で 1 枚の報告書を持参
15. 装備等に関する準備事項:
 - 1) 収集用品: 地図、野帳、高度計、コンパス、鉢、収集袋、テープ、ラベル他
 - 2) 運搬輸送資材: ステーブル、針、テープ類、梱包資材
 - 3) 調査用品: 収集記録表、筆記用具、メジャー、カメラ、フィルム、電池予備他
 - 4) 医薬品: 蚊取り線香、下痢止め、抗生物質、防虫剤、リパテープ、止血剤他
 - 5) その他: 農林水産省遺伝資源センターパンフレット等紹介用印刷物他
 - 6) 補綴材からの貸し出し: なし。現地からの指示で懐中電灯、照明袋、水筒
16. その他の討議・質問事項:
 - 1) 現地の農家への会食による贈礼はしないこと、自動車の運転は厳禁
 - 2) 帰国後、機会にて報告会がある、調査研究の内容を主体に報告
 - 3) 探索報告書の原稿は平成 9 年 3 月末日までに植物資源研へ
 - 4) 別途発表する場合、農林水産省遺伝資源センターによるものであることを明記する
可能な限り、発表する前に知らせてほしい
 - 5) 購入後の収集品とパスポートデータの取り扱いについては別紙のとおり

- 2 -

計画日程

平成8年6月14日

海外遺伝資源（麦類）探索導入事前打合せ会議資料

1. 調査地域：パキスタン北部（NWFP、Gilgit地方）中～高標高域
2. 調査期間：平成8年6月28日（金）～7月28日（日）（31日間）
3. 調査日程及びルート
 - 1 6月28日（金）Tokyo(Narita) 11:25→Islamabad 20:15(PK 751)
 - 2 29日（土）Islamabad 機材調達等調査準備
 - 3 30日（日）Islamabad パキスタン植物遺伝資源研究所(PGRI)にて打ち合わせ
 - 4 7月1日（月）Islamabad 探索調査準備
 - 5 2日（火）Islamabad → Abbottabad → Mansehra
 - 6 3日（水）Mansehra → Balakot
 - 7 4日（木）Balakot → Besham
 - 8 5日（金）Besham → Miandom
 - 9 6日（土）Miandom → Madyan → Bahrain → Kalam
 - 10 7日（日）Kalam → Mingora
 - 11 8日（月）Mingora → Dir
 - 12 9日（火）Surrounding vallys of Dir
 - 13 10日（水）Dir → Chitral
 - 14 11日（木）Chitral → Dir
 - 15 12日（金）Dir → Malakund
 - 16 13日（土）Malakund → Mingora → Besham
 - 17 14日（日）Besham → Chilas
 - 18 15日（月）Chilas → Gilgit
 - 19 16日（火）Gilgit → Bargo Pain → Gakuch
 - 20 17日（水）Gakuch → Gilgit → Hunza
 - 21 18日（木）Hunza → Gulmit
 - 22 19日（金）Gulmit → Gilgit → Jaglot
 - 23 20日（土）Jaglot → Rondu → Skardu
 - 24 21日（日）Skardu → Jaglot → Thalpar
 - 25 22日（月）Thalpar → Balakot → Mansehra
 - 26 23日（火）Mansehra → Abbottabad → Islamabad
 - 27 24日（水）Islamabad 収集品の調製・整理
 - 28 25日（木）Islamabad 収集品の整理・検疫
 - 29 26日（金）Islamabad 探索機材の整理
 - 30 27日（土）Islamabad
 - 31 28日（日）Islamabad 7:30 →Tokyo(Narita) 21:55(PK 752)

探索計画ルート



8. 探索実施の具体的事例

1) 探索日程

パキスタンで実施した先発隊の探索日程の事例です。

前項の後発隊に先だって、実施したものです。

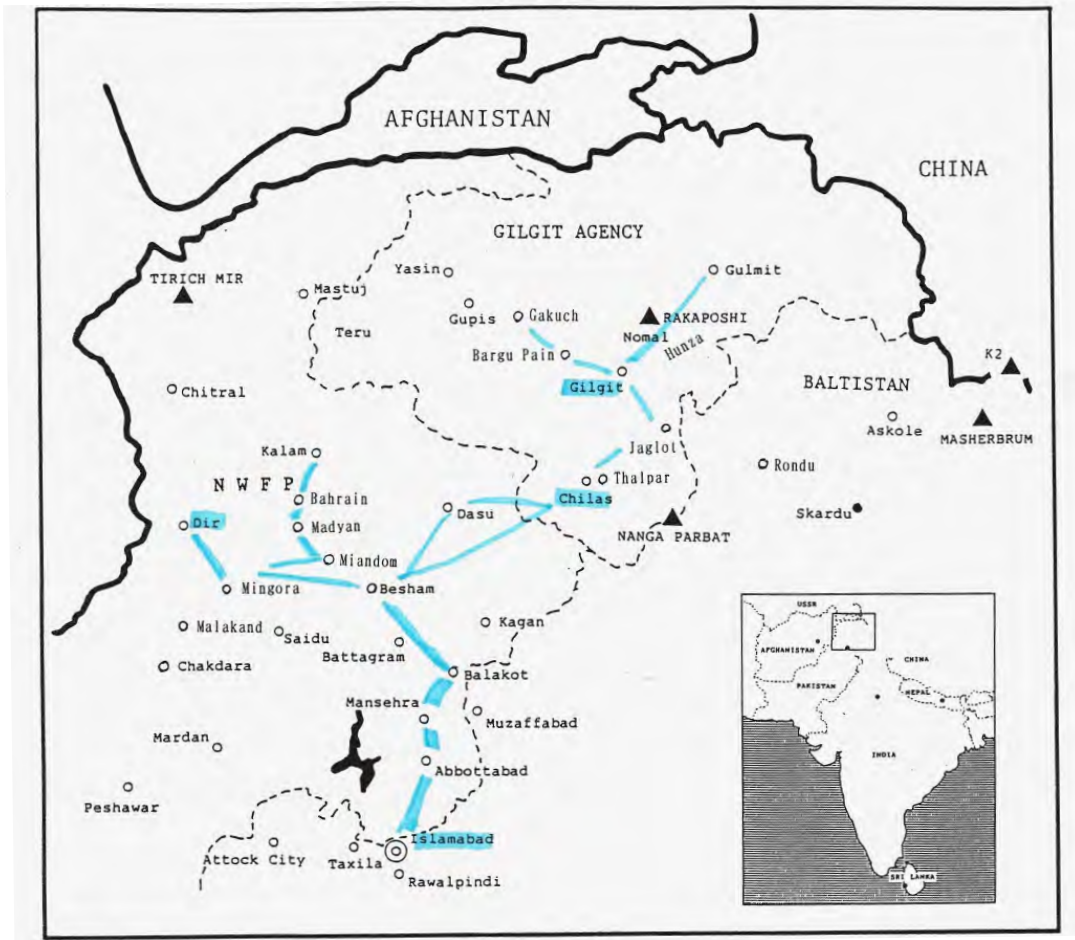
第1表 パキスタン国における麦類遺伝資源の探索収集の日程、1996

日数	月日	移動	探索等
5月			
1	27(月)	東京→Islamabad	・成田 12:00, イスラマバード 20:00 (パキスタン国際航空 PK 753便)
2	28(火)	Islamabad	・祝日(イスラマ教Ashra day), 携行機材整理・探索機材準備
3	29(水)	Islamabad	・PGR1(パキスタン植物遺伝資源研究所)にて探索打合わせ, 午後 日本大使館・パキスタンJICA事務所表敬およびルート説明
4	30(木)	Islamabad→Abbottabad→Balakot (213 km走行)	・探索開始(収集番号 1-6)
5	31(金)	Abbottabad→Mansehra→Besham (167km)	・探索収集(収集番号 7-16)
6月			
6	1(土)	Besham→(Shangla Pass)→Mingora (98km)	・探索収集(収集番号 17-24)
7	2(日)	Mingora→Madyan→Bahrain→Miandam→Mingora (150km)	・探索収集(収集番号 25-31)
8	3(月)	Mingora→Chakdara→Timargama→Dir→Mingora (347km)	・探索収集(収集番号 32-42)
9	4(火)	Mingora→(Shangla Pass)→Besham→Dasu手前 (155km)	・探索収集(収集番号 43-44)
10	5(水)	Besham→Dasu→Chilas→Jaglot→Gilgit (348km)	・探索収集(収集番号 45-50)
11	6(木)	Gilgit→Aliabad→Kalimabad→Gulmit →Khudabad→Gilgit (415km)	・探索収集(収集番号 51-56)
12	7(金)	Gilgit→Gakuch→Gilgit→Chilas (307km)	・探索収集(収集番号 57-61)
13	8(土)	Chilas→Besham (211km)	・イスラマバードへの帰路
14	9(日)	Besham→Mansehra→Islamabad (281km)	・イスラマバードへの帰路
以上 探索フェイズ1 (パキスタン北部 12日間, 移動距離2,692 km, 探索距離2,200km, 収集 61点)			
15	10(月)	Islamabad	・PGR1にて収集サンプルの脱穀調製, 明日のセミナー準備 パキスタンJICA事務所にてフェイズ1探索結果の報告(昼食会)
16	11(火)	Islamabad	・PGR1にて研究員との交流歓談(10時のTea Party), 午後 PGR1にて探索・評価についての報告セミナー 収集サンプルの整理
なお、後半の探索フェイズ2のため探索車は事前にQuettaへPGR1研究員とともに10日出発 Islamabad～Quetta間1,170km 2日間の行程			
17	12(水)	Islamabad→Quetta (23km)	・Islamabad 13:30, Quetta 14:55 (PK 325便) でクエッタへ
18	13(木)	Quetta→Kolpur, Hanna Lake (145km)	・クエッタ農業試験場訪問, 小麦育種家Mr. Nawazish AliがQuetta周辺探索に案内同行 (7日間) することとする
19	14(金)	Quetta→Mastung→Manguchar →Kalat手前→Quetta (286km)	・探索収集(収集番号 62-67) ・探索収集(収集番号 68-90) 雑穀を含む種子7点マーケットで購入
20	15(土)	Quetta→Panjpai→Paden →Nushiki→Quetta (321km)	・探索収集(収集番号 91-106) アフガニスタン国境地域, 変異が大きい 雑穀を含む種子4点マーケットで購入
21	16(日)	Quetta→Kalat→Rodinjo→ Bennchah→Quetta (440km)	・探索収集(収集番号 107-116) 雑穀を含む種子3点マーケットで購入
22	17(月)	Quetta→Kach→Ziarat→Quetta (273km)	・探索収集(収集番号 117-122)
23	18(火)	Quetta→Kach area (173km)	・クエッタ農業試験場訪問, 小麦育種部長Mr. Sher Muhammad らと情報意見交換, 圃場案内を含め聞き取り ・探索収集(収集番号 123-124) ・探索収集(収集番号 125-131)
24	19(水)	Quetta→Hanna Lake周辺 (105km)	
25	20(木)	Quetta (46km)	・クエッタ農業試験場へ報告お礼の訪問, 収集種子の整理, 種子標本撮影
26	21(金)	Quetta→Islamabad	・Quetta 11:05, Islamabad 12:30 (PK 324便) でイスラマバードへ 蒲生リナーに探索結果の報告
なお、探索車はこの日の朝Islamabadに向けて出発, 22日夕方帰着			
以上 探索フェイズ2 (クエッタ周辺 10日間, 移動距離4,112 km, 探索距離1,743km, 収集 70点)			
27	22(土)	Islamabad	・帰国準備, 携行機材の引継ぎ説明
28	23(日)	Islamabad→東京	・イスラマバード 7:30, 成田22:00 (パキスタン国際航空 PK 752便) 収集種子の植物検疫を成田空港にて受ける

全日程 28日(5月27日～6月23日, 1996), 移動距離: 6,804 km, 探索距離: 3,943 km (22日間)

2) 探索国における打ち合わせ

探索国に入ると、共同探索機関のスタッフの出迎えを受け、通常、政府機関や共同探索の研究機関を表敬訪問します。そこで、共同探索研究者・スタッフと探索日程と探索ルートの打ち合わせを行います。また、現地に大使館や領事館がある場合には、事前連絡に従って、日程と共同探索研究の内容を報告しておきます。



パキスタン探索対象地域の打ち合わせマップ (青いマーカーペンで概略ルートを検討)



打ち合わせ (アルジェリア)



打ち合わせ (中央アジア)

3) 探索実施の方法

探索収集では、共同探索の相手側との信頼関係を構築することが大前提になります。現地の情報をその都度収集し、的確な判断が求められます。突出した自己主張は慎み、ガイド役の意見を尊重して、毎日の探索ルートや行動を調整していきます。

レンタカーの借り上げか、VIRのように経験豊富な研究機関では自前の幌付きトラックや小型バスを用意してくれることもあります。レンタカーでは、料金との兼ね合いがありますが、4輪駆動の車があればベターでしょう。前者の場合はホテルからホテルへ移動、後者の場合は野営が基本となりました。共同探索の相手側の事情によって、探索行動のスタイルが変わります。

野営の場合は、食事の準備も兼ねる運転手やスタッフなどのサポート配置が必要となります。後者の場合は、探索地点から地点の移動で効率が良く、山中に入って探索を済ませ、そこで野営できれば、探索時間を長く確保できます。



幌付きの軍用トラック



トラック内部の寝室



小型バス



野営，就寝前の様子

野営スタイルでは、探索途中、バザール(市場)に立ち寄り、食材、飲料水等を購入します。食材の管理や調理は、契約時の取り決めに従って、2人の運転手が担当してくれました。

探索中に昼食の準備をしてくれます。また、朝、晩はみんなの共同炊事となります。夜食後はウオッカを飲んで、両国共通の歌、「カチュウシャ」の合唱による国際交流ともなりました。24時間一緒の生活では、探索隊の気持ちを1つにすることが計画の成否にもつながります。



バザール



運転手と意気投合



木陰で昼食の準備



湯沸し器



朝食の準備



川のある場所では洗濯

4) 探索の実際

いよいよ、探索・収集活動の開始です。

情報収集と打ち合わせによって作成した探索計画ルートに従って、車を走らせます。ルートは、毎日のミーティングで調整して決めます。朝6~7時に出発、夕方6時頃まで活動します。

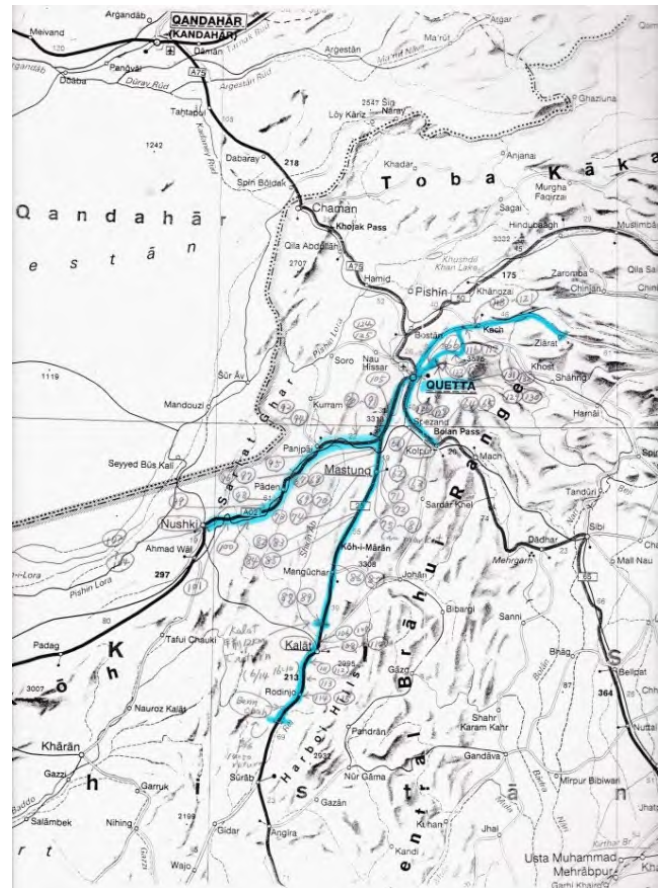
幌付きのトラックでは荷台に乗って、レンタカーやバスでは座席からムギ類の収集場所に目を光らせます。隊のうち、主となる専門家が探索する場所を判断して、運転手に車を止めるように指示します。双眼鏡を片手に幹線道路から脇道に車を入れて、めぼしい地点を探します。めぼしい収集サイトでは10~20 kmに1地点程度のメッシュで探索活動を行います。砂塵にまみれて、「ダスティ・ホフマン」だとお互いの顔を見て笑ったことがあります。

収集地点では、地図上にマークし、収集番号を書き込んでおきます。車の走行距離メータも併せて、サイト野帳に記入します。

さらに、B6版の日記帳にも、収集番号等の記録を残しておきます。



コペトダク山脈の野生種の群落
(中央アジア, トルクメニスタン, コムギ起源地に近い Kara-Kala, 1993)



地図上に収集地点のNo.を記録
(パキスタン、Quetta周辺、
アフガニスタン国境に沿って)

収集を行う際に必要と考えた場合には稈長, 穂長や病害虫など特性を測定記録します. その後, サイトの景観や収集品の草姿などを撮影します.

ホテルや野営地に帰った夜には, 日誌など記録整理を行います.



測定



収集(カスピ海近郊)
と収集品を寒冷紗の袋
に入れて



サイトでの記録(左:中央アジア, 右:北カフカス)



サイトでの撮影



1日の記録整理

探索・収集は、自生地での野生種だけでなく、栽培農家からヒアリングを行い、在来種の種子分譲を原則無償で受けます。農家の畑では、誰か人がいれば声をかけ、こちらの意図を十分説明し、情報と種子分譲の許可を得る努力をします。畑で働いている奥さんや女の子にはイスラム圏の国では近くに寄ることは避けなければなりません。注意が必要です。



パキスタン



パキスタンの農民からのヒアリング



パキスタン在来種(長稈)と CIMMYT
の短稈品種



中央アジア



パキスタン(CIMMYTの改良品種が
導入されている



近縁野生種の群落での収集
(北カフカス, カスピ海沿岸, 1994)

収集品は、乾燥後、夜、脱粒して整理します。自転車のゴムチューブを使って、穂摘みした穂から脱粒して、紙袋に収集番号とともに保存します。乾燥は寒冷紗の袋に入れて、探索中に宿営地で十分行います。乾燥が不十分だと脱粒しにくく、かびてしまう危険があります。

種子の整理や記録整理など夜食後の作業で日中の探索行動で疲れていますが、溜め込まないように毎日行うようにしましょう。



ゴムチューブを使って脱粒



野営地での収集品の整理



宿泊室内での収集品の整理



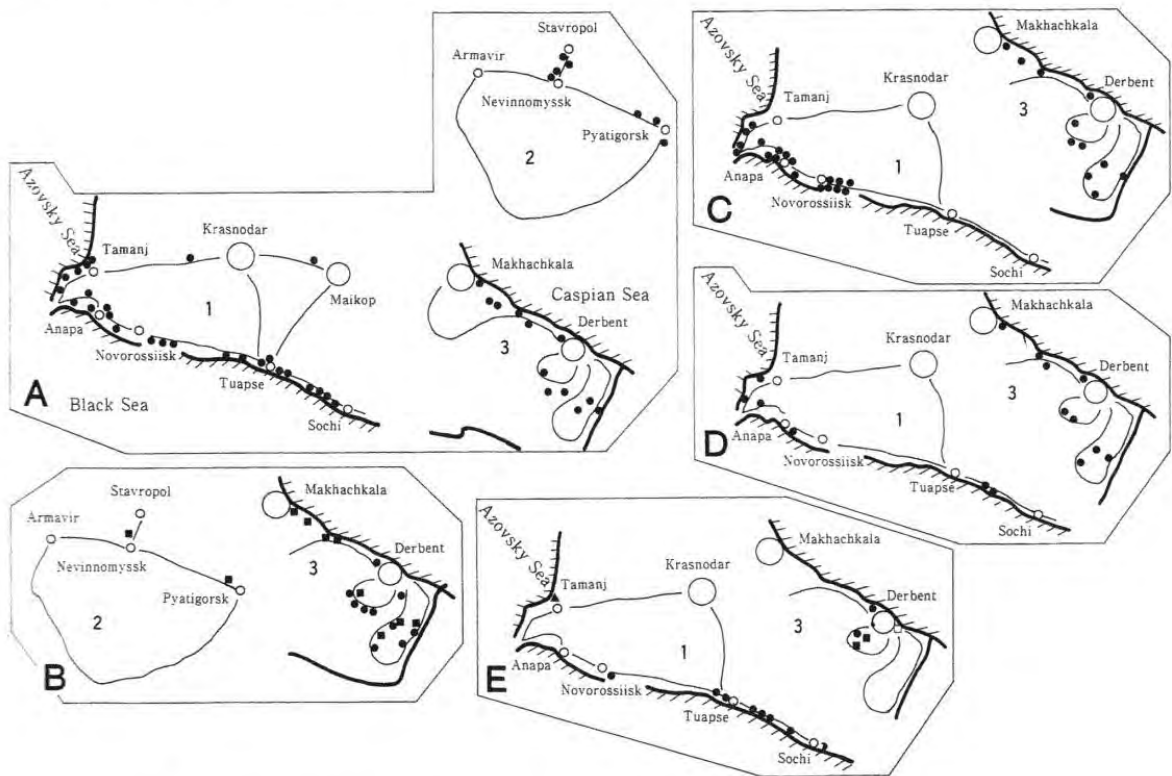
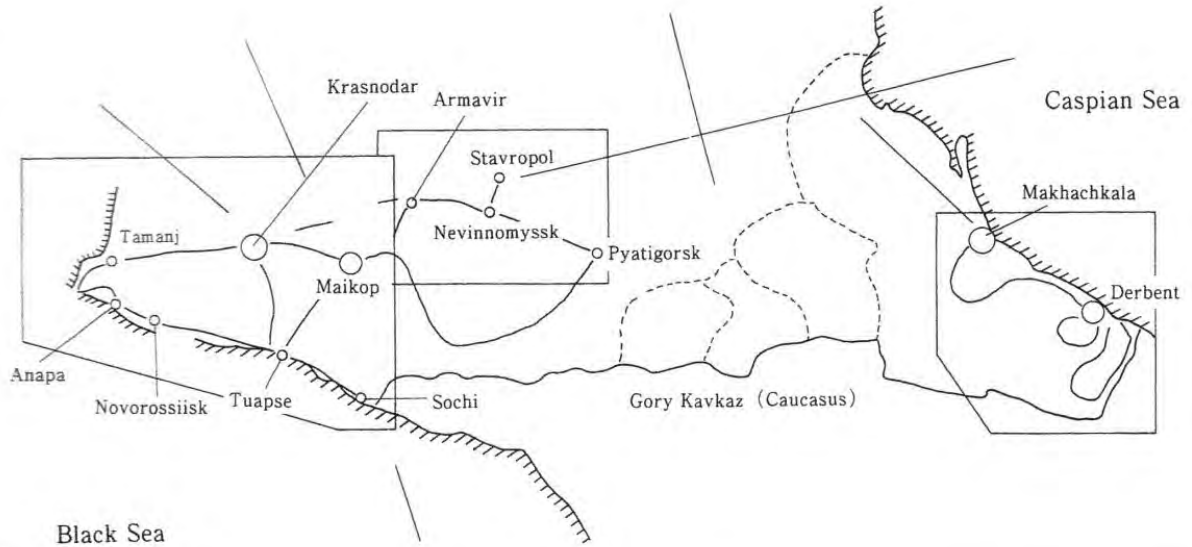
収集品の乾燥



VIR 隊の収集品の整理の様子 (VIR の方法は、収集サイトの 1 地点から集団で刈りこむ)

北コーカサスでの収集ルート(上)と野生種各種の分布(下)

探索収集サイトの分布位置を示しています。



Collecting sites of samples in the northern Caucasus.

A : ● *Aegilops cylindrica*, B : ● *Ae. squarrosa* var. *typica*, ■ *Ae. squarrosa* var. *meyeri*

C : ● *Ae. biuncialis*, D : ● *Ae. triuncialis* E : ● *Avena fatua* & spp., □ *Hordeum spontaneum*

■ *H. bulbosum*, ▲ *Secale sylvestre*

1, 2, 3 : Exploration region in Table 2 .

探索行では、探索ルート上の最寄りの試験場、遺伝資源センター、種子保存圃には訪問して、情報収集を行います。情報収集結果によっては、探索計画ルートを修正・変更することもあります。

マーケットでは、並べられている食材に注意し、関心をもって記録に留めることも必要でしょう。写真撮影では、許可を得てからにしましょう。場合によってはトラブルのもとになりかねません。



カスピ海



Kuban 農業試験場
(VIR 傘下の重複保存の遺伝資源保存
センター)



試験圃場でのヒアリング



マーケットの野菜など

探索・収集行では、様々な文化や人々との交流があります。
 遺跡や農家の温かいもてなし、子供たちとの出会いなどその土地の歴史と風土や食文化を垣間見る機会を持ちます。探索行の間の出会いに感謝の心を大切にして活動を続けたいものです。
 黒海の山麓で野営した折には、満天の星を眺めて、いつの間にか幸せな気分で寝ることができたことが思い出されます。



コムギとマメを図柄にした
 アルジェリアの1ディナール (DA) コイン
 (中央は独立記念塔)



パキスタン (探索途上見かけた
 ナンを焼く職人)



ティムガッドの遺跡 (アルジェリア, 1989
 Constantine から南 120 Km) 紀元前 1 世紀,
 ローマ帝国時代に町が作られ, ローマ帝国
 の穀倉地帯



ナンを売る (パキスタン)



このデュラムコムギ (右) で作ったパンと
 ヨーグルト (農民の日常食という)



探索行で出会った子供たち
 (コムギ収穫のお手伝い, パキスタン)

探索行の途次、必要に応じて、現地から日本の派遣元(当時は生物研・遺伝資源調整官)やムギ類キュレーターへ連絡文書を入れます。

第1報(左)は、先発隊が現地で打ち合わせた実施予定探索ルートを知らせています。

第2報(右)は、先発隊の探索状況と後発隊の探索対象地域等の現地調整の状況、現地の要請事項を連絡しています。

当時は、FAXで連絡を入れていますが、現在では小型のノートパソコンやスマートホンの携行により、現地から連絡事項を入れたり、送受信が容易にできるよう。

連絡文 - 1

FAX to: +81-298-38-7408 TEL: +81-298-38-7435
 The National Institute of Agrobiological Resources(NIAR)
 Kannondai, Tsukuba, 305 Japan
 農業生物資源研究所
 遺伝資源調整官 瀬古秀文様宛

From: 吉田 久(発信者)
 現在の連絡先(期限): パキスタン PQR1 (5/11 まで)
 FAX +92-351-260965
 TEL +92-51-240829

- 連絡事項
1. 発信番号: No. 2 2. 記入時間等: 10 June, 1996, 10:00 AM
 3. 連絡内容:
 北部パキスタン(NWFP & Gilgit 地方)の探索収集(81点、約2700km)を終了昨日 Islamabad へ帰着。
 改良品種普及推進花米種と交雑が採れない。
 古庄/谷藤隊の探索地域と見
 ① NWFP の Kalam 周辺 及び Dir ~ Chitral
 ② Gilgit の Gilgit ~ Khudabad 及び Jugalot ~ Skardu
 に対象域が(ほぼ)4/5を判断し1/2。
 当地でも予定準備を進めていながら現地で調整が予定。なお、向次には職員の紹介等スライムの準備をしてきてセーターと靴も5/24に希望あり。以上 5/12 現在にて JICA 内にて。
 (懐中電灯、本日は各自携行準備にて済。)
 4. 要請等: 雨合球
 5. 今後の予定、連絡等: 6/12 ~ 6/21 Quetta 周辺へ探索は入りず。5/19 夕11:12 Islamabad に戻り予定。
6/23 7:30 Islamabad ~ 21:55 成田着の予定。

連絡文 - 2

FAX to: +81-298-38-7408 TEL: +81-298-38-7435
 The National Institute of Agrobiological Resources(NIAR)
 Kannondai, Tsukuba, 305 Japan
 農業生物資源研究所
 遺伝資源調整官 瀬古秀文様 宛

From: 吉田 久(発信者)
 現在の連絡先(期限): パキスタン PQR1 (5/9 まで)
 FAX +92-351-260965
 TEL +92-51-240829

- 連絡事項
1. 発信番号: No. 1 2. 記入時間等: 29 May 1996, 11:00 AM
 3. 連絡内容:
 現地 Islamabad は30°Cを越え夏の日が暑くて、
 5/2 探索ルート等日程の相違は下記のとおりとなり11:00にてお知らせ。
 - ① 5/30 ~ 6/9 北部パキスタン(NWFP 及び Gilgit 地方) 5/9 9 Islamabad の PQR1 に戻り予定
 - ② 6/12 ~ 6/21 Quetta 周辺
 - ③ 6/22 報告及び帰国準備 6/3 7:30 Islamabad ~ 21:55 成田着 (PK252)
 6/8 ~ 7/8 の古庄/谷藤隊の探索計画についてお断りしお断りしを1/2。6/8 の空港まで及び Hotel の予約が済んだという1/2。
 午後パキスタン JICA 事務局より日本大使館へ送致された。
 4. 要請等: 星野部長、研究室(虫籠器)に一言お伝えいたすたいです。
 5. 今後の予定、連絡等: 6/9 に Islamabad, PQR1 に戻り予定
入りず。6/10 ~ 6/11 に PQR1 に滞在予定です。

5) ムギ類画像

5)-1 栽培各種 探索収集対象の各種類です(参考).



普通系コムギ



デュラムコムギ



六条オオムギ



二条オオムギ



エンバク



ライムギ



ライコムギ

5)-2 コムギ近縁野生種 *Aegilops* 属



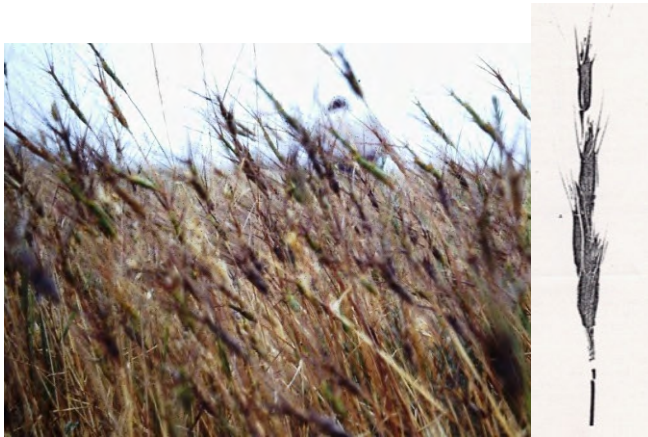
Ae.biuncialis

穂形



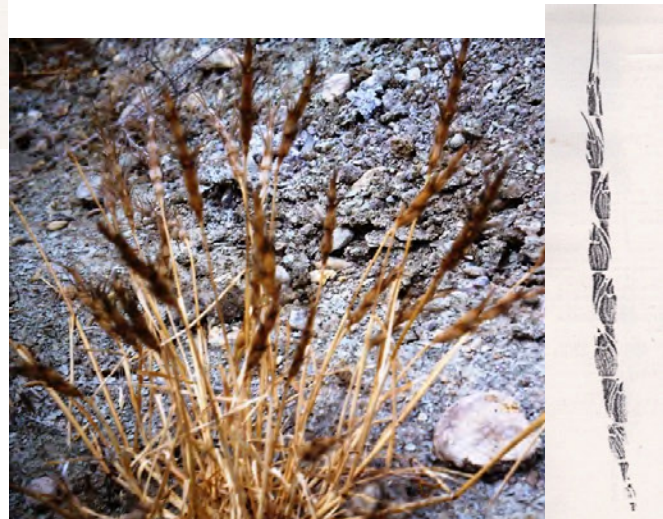
Ae.cylindrica

穂形



Ae.triuncialis

穂形



Ae.crassa

穂形

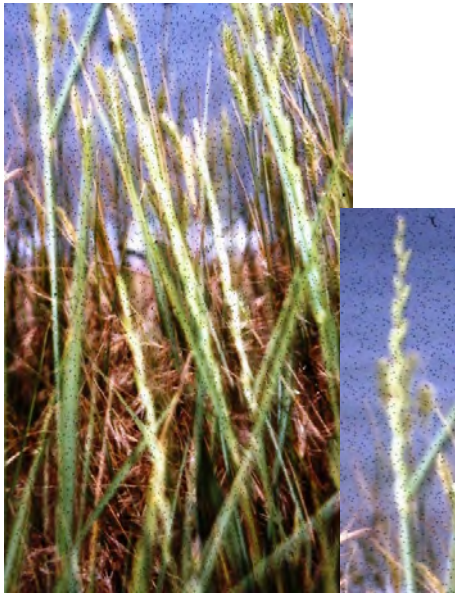


Ae.squarrosa

穂形

穂形は参考資料, Kimber and Feldman, 1987 から引用

5)-3 コムギ近縁野生種, 各種



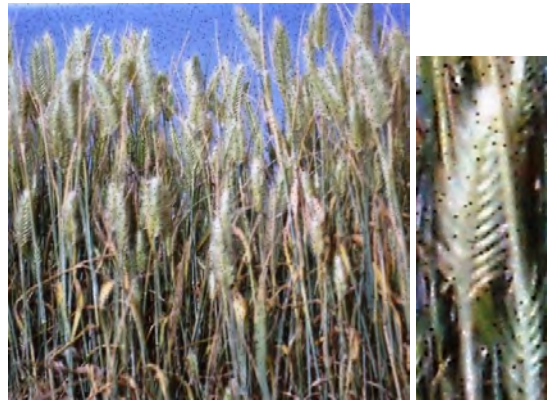
Agropyron

穂形



Bromus

穂形



Eremopyrum

穂形



Eeymus

穂形

海辺に自生 → 耐塩性



Taeniatherum

穂形

海辺に自生 → 耐塩性

5)-4 オオムギ近縁野生種



H. spontaneum



小穂



H. bulbosum

穂形



H. murinum



穂形



小穂



H. bulbosum 球根



小穂



H. lipolinum



穂形



持ち帰るために根を整理

小穂図は小西猛朗 (1986) より

9. 海外出張概要報告

帰国したら、概要報告を書きます。

海外出張概要報告書

1. 所属機関・職名・氏名

農水省農業研究センター 作物開発部 麦育種法研究室長 吉田 久

2. 目的

「パキスタン植物遺伝資源保存研究所計画」における
麦類遺伝資源探索収集に係わる技術指導
(国際協力事業団の依頼に基づく短期専門家として出張)

3. 期間

平成8年5月27日(月)から平成8年6月23日(日)まで(28日間)

4. 国名、場所

パキスタン国、北部(スワート、ディール、ギルギットおよびフンザ)
および南西部(パローチスターン州、クエッタ周辺)

5. 内容

国際協力事業団(JICA)の依頼に基づく短期専門家として、コムギを中心とした麦類遺伝資源の探索収集の技術指導のため出張した。JICAは1993年3月パキスタン政府との間で「パキスタン植物遺伝資源保存研究所計画」を取り交わし、パキスタン植物遺伝資源研究所(PGRI)を中核として同国の植物遺伝資源保存のための技術支援を行っている。このため、PGRIの研究者とともに同国内の麦類遺伝資源の探索収集を実施することにより、現地情報の収集と異なった生態環境に基づく収集地点の選択眼、現場での収集記録の方法、近縁野生種の識別と収集および保存のための収集系統の取り扱いなど、携行機材の取り扱いを含めて技術指導を行った。

パキスタン北部はアフガニスタンおよび中国と、南西部はアフガニスタンおよびイランと国境を接し、麦類の二次的な遺伝的多様性中心の一角を形成する地域である。これまで、パキスタンの農業大学、農業研究会議(PARC)(1974, 1981~1986)によって、あるいはオランダ(1981)、中国(1983, 1990)、日本(1955, 1974, 1987, 1989, 1991, 1994)、国際機関ICARDA(1986, 1993)等との共同探索によって、広範な穀類を対象とした探索収集が実施されてきた。しかし、麦類だけを対象とした探索収集はさほど多くはない。特に、アフガニスタンに接する南西部のパローチスターン州での探索収集は、一昨年計画されながら治安情勢の悪化のため実施できずに残された地域として、探索収集は不十分となっていた。また、近年CIMMYT系の育成品種が平野部を中心に中山間部に急速に普及が進み、在来種の消失が懸念される状況にある。

出張日程および探索実施ルートは第1表(Table 1)およびFig. 1とFig. 2のとおりである。延べ22日間にわたって、標高540mから2,700mまで高低差のある峡谷地形が変化するパキスタン北部と熱砂の半砂漠地帯が広がるパローチスターン州、クエッタ周辺を前半(Phase 1)と後半(Phase 2)に分けて、全走行距離6,804km、探索収集距離3,943km(青森~博多間往復距離)の探索収集調査を実施した。探索収集ルート毎の収集点数と総括表はTable 2, Table 3のとおりである。雑穀を含めて131点の収集をした。これらの収集種子はPGRIと分け、一部持ち帰った。

続き

調査地域では、コムギが最も多く作付されていた。コムギはパキスタン人の常食である3種のパン(chapatis, naan, parathas)の原料として重要な作物となっている。収集地点では必ずと言ってよい程、収穫時の農家の人たちから聞き取り調査ができた。CIMMYT系の品種が20年程前から導入が始まり、中山間地に入るにつれてここ数年の間に在来種から改良品種に置き換わっていた。しかし、圃場では3から8タイプのコムギ在来種が改良品種に混ざって栽培されており、これらの圃場から丹念に在来種の収集を行った。一部の農家では、自家消費用に在来種を栽培していた。改良種に比べ、収量は低いがナンやチャパティには在来種が好まれていた。オオムギ、ライムギ、エンバクがコムギ畑に混じっていることも多く、一部収集した。オオムギは鶏、牛等の家畜の飼料用として利用される。

北部では、近縁野生種の分布は観察されなかった。南西部のクエッタ周辺の東北部kachからHanna湖付近で3種のAegilopsの自生が観察され、計12点を収集することができた。コムギの在来種の収集については、過去の収集と今回の収集により、改良種の普及状況と考え合わせてほぼカバーしたものと判断した。今後、探索収集に入るとすれば、電気もきていない人里はなれた辺境地域が対象になると考えられた。その場合、ベースキャンプの設営による探索形態となろう。

詳細は後日、報告書に取りまとめの予定である。

Phase 1

5月30日～6月9日(パキスタン北部、12日間、収集61点、探索距離 2,200km)

メンバー: Mr. Sadar Uddin Siddiqui (PGRI 研究員)

Dr. Hisashi Yoshida (短期専門家)

Dr. Takuma Gamo (JICA 長期専門家チームリーダー)

Mr. Mr. Raja Muhammad Khurshiod (運転手)

Phase 2

6月12日～6月21日(パキスタン南西部、10日間、収集70点、探索距離 1,743km)

メンバー: Mr. Arif Muhammad (PGRI 研究員)

Dr. Hisashi Yoshida (短期専門家)

Dr. Yasuhiro Sato (JICA 長期専門家、種子保存)

Mr. Gulzar (運転手)

[技術指導のまとめ]

PGRI研究員とともに麦類探索収集を実施し、探索収集ルートおよび収集地点の選定、収集記録、近縁野生種の収集および収集系統の保存のための取り扱い方を技術指導した。

- ① 農業試験場等できる限り現地での情報収集に努め、的確な収集ルートの選定と景観から生態系を判断し、遺伝的変異を識別しながら収集地点を選択しなければならない。繰り返し変異のない収集をしないことが大切である。
- ② 国際遺伝資源研究所 (IPGRI) の記録書式に準拠した収集記録を行っており、われわれの使用している書式とほぼ同じである。標本作製の代わりに、穂標本写

真を撮っておくのは1つの参考資料となる。方位計(GPSシステム)による経度、緯度の記録とともに収集地点を地図上に落としておくことも必要である。

- ③ 近縁野生種の識別と分布している可能性のある地点の景観、生態系の予測経験を積み重ねることが必要である。
- ④ 市場での種子購入は入手困難な収穫期でない時期である場合やむをえないが、できる限り圃場で探索収集に努め、農家との聞き取りによる種子の来歴等を明らかにした方がよいと指摘した。
- ⑤ 探索報告のセミナーをPGRI研究員と前半(Phase 1)の探索から戻った時点でもち、収集システムの保存のための取り扱い、特性評価法についてわが国のシステムを紹介報告し、討議した。PGRIでも討議されていた時期であり、関係者からは同意の声が寄せられた。

6. 所感

パキスタンでの遺伝資源探索計画に参加する機会を与えていただいたことを幸せに思っている。これまで参加した北アフリカのアルジェリア(1989年)、中央アジア(1993年)、北コーカサス(1994年)での探索収集に加えて、遺伝資源の連続的な地理的分布の中で生態的環境の異同を比較しながら、探索収集できたことは意義深いものがあった。パキスタンは中央アジアとの面的な広がり結びつける地理的位置にあり、遺伝的変異の比較研究の有用な素材になることを期待している。JICAの支援によるパキスタン国の植物遺伝資源の保存と特性評価が、パキスタン国にとっても、また、国際社会でのコムギ育種における遺伝子給源として活用されることを念じている。今までの日本との共同探索による収集材料は、農水省ジーンバンクや京大に保存されており、PGRIとの重複保存となる。両国が植物遺伝資源を通して、種子と情報の交換や技術交流によって友好が益々進むことを願っている。

最後に、探索収集地で聞き取り調査や収集に協力いただいた農家の人たちや子どもたち、スワート農業試験場、クエッタ農業試験場および今回の出張と探索収集にご尽力いただいたパキスタン農業研究会議(PARC)、パキスタン植物遺伝資源研究所(PGRI)、JICA農業開発部、JICAパキスタン事務所、在パキスタン日本大使館、在PGRI-JICA 専門家チーム、農林水産技術会議事務局国際研究課、農水省経済局、農業生物資源研究所、農業研究センターの関係者の皆様に深く感謝を表す。また、在パキスタン日本大使館およびJICAパキスタン事務所の方々にはクエッタ周辺での探索収集には並々ならぬご配慮をいただいたことに厚く感謝したい。

続き (英語版) 共同探索した相手側に報告する場合があります, 英語版で作成しています.

PGRI-JICA Joint Exploration of wheat and barley germplasm collection in Northern district and Baluchistan province in Pakistan, 1996

Hisashi Yoshida

*Laboratory of Wheat and Barley Breeding Technology,
Department of Crop Breeding, National Agriculture Research Center,
Tukuba, Ibaraki 305, Japan*

Summary

Northern Pakistan is on the rim of the vast area between the Caucasus and Western Iran where hexaploid wheat originated and evolved. It is a mountainous region having many peaks that exceed 5,000 m, including Nangaparbat, one of the world's highest mountains. The valley are reached by high mountain passes and are largely isolated from each other. In this isolated area the indigenous varieties have presumably remained relatively undisturbed by introductions, hence northern districts are of great interest.

The north and northwestern parts of Baluchistan is located along the borders of Afghanistan up to Iran. Although exploration for collecting cereals has been undertaken in past, the province of Baluchistan has not been almost included in these efforts.

From the end of May to June in 1996, a collaborative collecting mission for wheat and barley germplasm was undertaken between Pakistan Plant Genetic Institute and Japan International Cooperation Agency (JICA) as shown in Table 1. Members of the mission consisted of three scientists (a PGRI researcher, JICA Japanese experts) and a driver. The experts worked in close collaboration with counterpart scientists of PGRI, guiding the following points: how to select a collection site in different agro-ecological region, how to record collection field data, identification of wild wheat relatives and processing of the collected samples for conservation.

The team explored northern Pakistan (NWFP and Gilgit district, Phase 1) and Baluchistan (around Quetta, Phase 2) as shown in Fig. 1 and Fig. 2, respectively. The mission covered 3,943 km and collections were made at altitudes ranging 540 m to 2,700 m in these areas during 22 days.

In many areas, the landraces of wheat had been almost replaced by CIMMYT improved varieties due to the availability of water from the surrounding mountains. However, landraces have remained in the wheat field by mixture with improved varieties. Broad variability of wheat landraces was observed in both Swat valley around Mingora and the Panjpai to Nushki along the border

of Afghanistan.

In all 131 samples in 8 crops and 1 wild wheat relative were collected (Table 2 and 3): Triticum aestivum (86), Aegilops spp. (12), Hordeum vulgare (22), Secale cereale (3), Zea mays (1), Vigna radiata (2), Lens culinaris (2), Sorghum bicolor (2) and Pennisetum americanum (1). Aegilops germplasm consisted of 3 species. These samples will be preserved at NIAR (National Institute of Agrobiological Resources, MAFF) after their evaluation and multiplication in NARC (National Agriculture Research Center, MAFF).

I express my sincere thanks to Dr. Zahoor Ahmad, Director General, PGRI, PARC (Pakistan Agricultural Research Council), JICA Pakistan Office, Japan Embassy for their support to the exploration project in Pakistan.

Table 1 Itinerary

Date	1996	Movement	Lodging	Note
1	May 27 Mon.	Tokyo to Islamabad	Islamabad	○ Narita 12:00, Islamabad 20:00 (PK-753)
2	28 Tue.	Islamabad	Islamabad	○ National day (Ashra day), Preparation for exploration
3	29 Wed.	Islamabad	Islamabad	○ Visit to PGRI (=Pakistan Genetic Resources Institute), ○ Arrangement of exploration with participants in PGRI ○ Visit to Embassy of Japan and JICA Pakistani Office, afternoon
4	30 Thu.	Islamabad to Abbottabad, Balakot (213km by car)	Abbottabad	○ Start to exploration (Collection No. 1-6)
5	31 Fri.	Abbottabad to Mansehra, Besham (167km)	Besham	○ Exploration (Collection No. 7-16)
June				
6	1 Sat.	Besham to Mingora via shangla pass (98km)	Mingora	○ Exploration to Swat district (Collection No. 17-24)
7	2 Sun.	Mingora to Madyan, Bahrain, Miandam, Mingora (150km)	Mingora	○ Exploration in Upper Swat Valley (Collection No. 25-31 including variation)
8	3 Mon.	Mingora to Chakdara, Timargama, Dir, Mingora (347km)	Mingora	○ Exploration to Dir district along Swat River (Collection No. 32-42 including variation)
9	4 Tue.	Mingora to Besham via shangla pass, this side of Dasu (155km)	Besham	○ Back to Besham for exploration to Gilgit district (Collection No. 43-44)
10	5 Wed.	Besham to Dasu, Chilas, Jaglot, Gilgit (348km)	Gilgit	○ Exploration to Gilgit district along Indus River (Collection No. 45-50)
11	6 Thu.	Gilgit to Aliabad, Kalimabad, Gulmit, Khudabad, Gilgit (415km)	Gilgit	○ Exploration in Hunza area along Karakoram Highway (Collection No. 51-56)
12	7 Fri.	Gilgit to Gakuch, Gilgit, Chilas (307km)	Chilas	○ Exploration in Gakuch (Collection No. 57-61)
13	8 Sat.	Chilas to Besham (211km)	Besham	○ On the way to Islamabad
14	9 Sun.	Besham to Mansehra, Islamabad (281km)	Islamabad	○ Back to Islamabad
15	10 Mon.	Islamabad	Islamabad	○ Exploration-phase 1 (NWFP and Gilgit District, 12 days, Drive distance 2,692km, Exploration distance 2,200km) ○ Seed cleaning in PGRI, Preparation for tomorrow seminar ○ Report of exploration-phase 1 in JICA Pakistani Office
16	11 Tue.	Islamabad	Islamabad	○ Meeting with PGRI researchers ○ Presentation of exploration and evaluation in MAFF Genebank System

Table 1 Itinerary (continued)

Date	1996	Movement	Lodging	Note
A car starts to Quetta for exploration-phase 2 in 10 th morning with a PGRI researcher (1,170km distance)				
17	12 Wed.	Islamabad to Quetta (23km)	Quetta	○ Islamabad 13:30, Quetta 14:55 (PK-325)
18	13 Thu.	Quetta to Kolpur, Hanna Lake (145km)	Quetta	○ Visit to Quetta Agriculture Research Institute (QARI), ○ Exploration in company with a wheat breeder, Mr. Nawazish Ali as a guide in Quetta area (Collection No. 62-67)
19	14 Fri.	Quetta to Mastung, Manguchar, this side of Kalat Quetta (286km)	Quetta	○ Exploration on the way of direction to Karachi (south of Quetta) (Collection No. 68-90 including minor cereals purchased in Mastung bazaar)
20	15 Sat.	Quetta to Panjpai, Paden, Nushiki, Quetta (321km)	Quetta	○ Exploration on the plain road along the boundary of Afghanistan (Varied collection No. 91-106 including minor cereals purchased in Nushki bazaar)
21	16 Sun.	Quetta to Kalat, Rodinjo, Bennchah, Quetta (440km)	Quetta	○ Exploration in Kalat area (Collection No. 107-116 including minor cereals purchased in Kalat bazaar)
22	17 Mon.	Quetta to Kach, Ziarat, Quetta (273km)	Quetta	○ Exploration in Kach and Ziarat area (North east of Quetta) (Collection No. 117-122 including 3 <i>Aegilops</i> species)
23	18 Tue.	Quetta to Kach area (173km)	Quetta	○ Visit to QARI and discussion about exploration and variety release with Section head, Dr. Sher Muhammad, ○ Observation of wheat and barley selection in the field, QARI (Collection No. 123-124, 2 <i>Aegilops</i> species)
24	19 Wed.	Quetta to around Hanna Lake (105km)	Quetta	○ Exploration of wild species (Collection No. 125-131)
25	20 Thu.	Quetta (46km)	Quetta	○ Visit to QARI for thanks, Arrangement of a note and samples
26	21 Fri.	Quetta to Islamabad	Islamabad	○ Quetta 11:05, Islamabad 12:30, ○ Report of Phase 2 to Dr. Gamo in farewell dinner
A car goes back to Islamabad in 21 th morning with a PGRI researcher (1,170km distance)				
27	22 Sat.	Islamabad	Islamabad	○ Exploration-phase 2 (Baluchistan, around Quetta 10 days, Drive distance 4,112km, Exploration distance 1,743km) ○ Packing and farewell lunch
28	23 Sun.	Islamabad to Tokyo	Islamabad	○ Islamabad 7:30, Narita 22:00 (PK-752) ○ Quarantine procedure in Narita/Tokyo Airport

A total of 28 days (27 May to 23 June), Drive: 6,804km, Exploration: 3,943km for 22 days

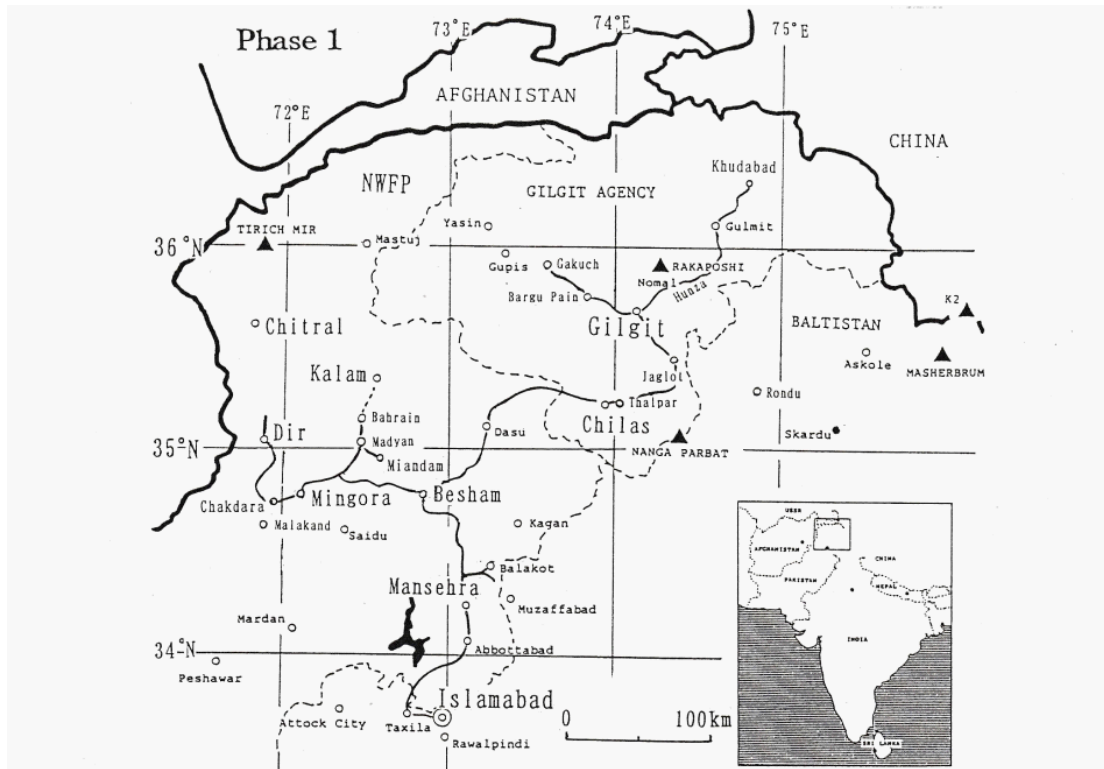


Fig.1 Exploration route in Phase 1 (Northern Pakistan, NWFP and Gilgit)
 — Exploration route

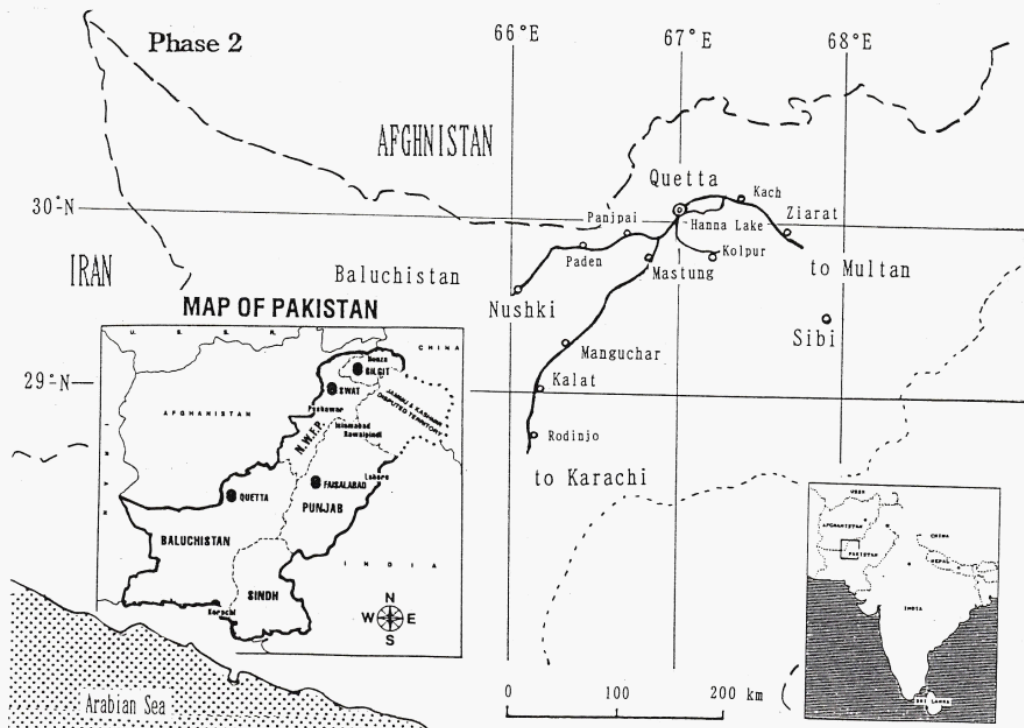


Fig.2 Exploration route in Phase 2 (around Quetta)
 — Exploration route

Table 2 Number of samples collected in the exploration routes
(see, Table 1 and Fig. 1 and 2)

Date	Wheat	Barley	Rye	Maize	Mung bean	Len- til	Sor- ghum	Pearl millet	Total
Phase 1:									
May 30	6								6
31	7+1*=8	1	1						10
June 1	6	2							8
2	5		2						7
3	9	2							11
4	1	1							10
5	6								6
6	4+1*=5	1							6
7	3*	1		1*					5
Phase 2:									
13	4	2							6
14	12+2=14	4+1=5			+1	+1	+1	+1	23
15	9+1*+1=11	2+2=4					+1		16
16	7+1=8				+1	+1			10
17	3#	3							6
18	2#								2
19	7#								7
Total	98	22	3	1	2	2	2	1	131

+*:samples received from a farmer, +:samples purchased in village market
#:wild species (Aegilops squarrosa, Ae. triuncialis and Ae. cylindrica)

Table 3 Samples collected in Northern Pakistan, NWFP and Gilgit (Phase 1)
and around Quetta (Phase 2)

Genus	Species	Phase 1	Phase 2	Total
<u>Triticum</u>	<u>aestivum</u>	41+8*=49	32+1*+4=37	73+9*+4=86
<u>Aegilops</u>	<u>squarrosa</u>	0	6	6
<u>Aegilops</u>	<u>triuncialis</u>	0	5	5
<u>Aegilops</u>	<u>cylindrica</u>	0	1	1
		41+8*=49	44+1*+4=49	85+9*+4=98
<u>Hordeum</u>	<u>vulgare</u>	8	11+3=14	19+3=22
<u>Secale</u>	<u>cereale</u>	3	0	3
<u>Zea</u>	<u>mays</u>	1*	0	1*
<u>Vigna</u>	<u>radiata</u>	0	+2	+2
<u>Lens</u>	<u>culinaris</u>	0	+2	+2
<u>Sorghum</u>	<u>bicolor</u>	0	+2	+2
<u>Pennisetum</u>	<u>americanum</u>	0	+1	+1
Total		52+9*=61	55+1*+14=70	107+10*+14=131

+*:samples received from a farmer, +:samples purchased in village market

10. 海外探索収集報告の事例

ジーンバンク事業で実施した探索収集は、植物遺伝資源探索導入調査報告書(植探報)に報告する義務があります。

これは、アルジェリア探索・収集のときの報告書例です。これまでの報告は参考資料を参照下さい。

その他、広く探索活動を知ってもらうために外部の雑誌等にも寄稿しました。

[植探報 Vol. 6 P93-126, 1990]

II - 1 MAFF, ICARDA and ITGC Joint Mission for Collecting Wheat and Barley in Algeria, 1989

Saburo MIYAGAWA¹⁾, Hisashi YOSHIDA²⁾, Shinji MAENO³⁾,
Laszlo HOLLY⁴⁾, Bilal HUMEID⁴⁾ and Labdi MOHAMED⁵⁾

- 1) *National Agriculture Research Center, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan.*
- 2) *Tochigi Branch, Tochigi Agricultural Experiment Station, Otsuka, Tochigi, Tochigi 328, Japan.*
- 3) *Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Tokoro, Hokkaido 099-14, Japan.*
- 4) *The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, P. O. Box 5466, Aleppo, Syria.*
- 5) *Institute of Technology for Grand Cultivation, BP 16, El-Hassach, Algeria.*

麦類遺伝資源の探索, アルジェリア, 1989年

*宮川三郎¹⁾・**吉田久²⁾・前野真司³⁾・
Laszlo HOLLY⁴⁾・Bilal HUMEID⁴⁾・Labdi MOHAMED⁵⁾

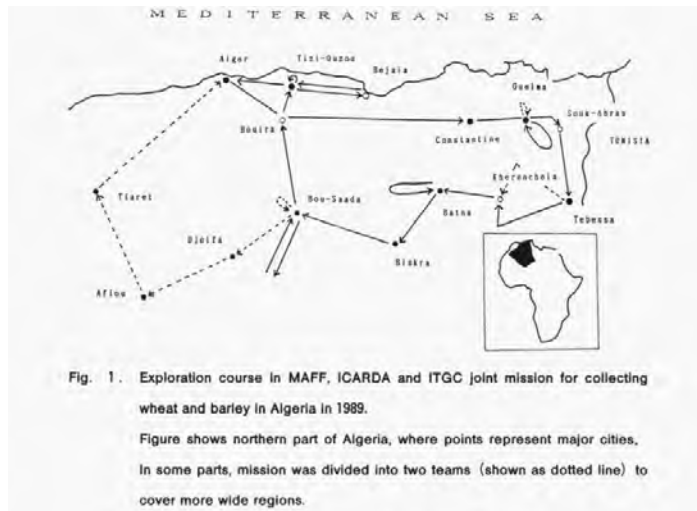
- 1) 農業研究センター
- 2) 栃木県農業試験場栃木分場
- 3) 北海道立北見農業試験場
- 4) ICARDA (国際乾燥地農業研究所)
- 5) ITGC (アルジェリア大規模農業技術研究所)

1. はじめに

現在、発展途上国の農業の近代化と共に消滅しつつある貴重な植物遺伝資源を探索し、保存することが世界的に急がれている。農林水産省においても「農林水産ジーンバンク事業」の一環として、海外遺伝資源の探索・導入が昭和50年度から実施されている。導入された遺伝資源は従来の栽培品種にはなかったような全く新しい形質を導入したり、画期的新品種を育成するための育種素材として利用される。過去、「農林水産ジーンバンク事業」として麦類の海外遺伝資源探索は昭和58年度に小麦を中心にトルコ、エジプト両国を、昭和60年度にイタリア、ハンガリーおよびユーゴスラビアの3区を、そして昭和62年度にはモロッコにおいて大麦、小麦の

* 現 栃木県農業試験場栃木分場

** 現 農業研究センター



オオムギ栽培農家圃場でヒアリング (Batna)

探索・収集地域

収集総括票

Table 3. List of collected materials by MAFF, ICARDA and ITGC joint mission for collecting wheat and barley in Algeria, 1989.

The abbreviations and notes are as follows ;

1) Dz represents country code for Algeria,

2) Classification based on the observation at collection,

3) Altitude in metric meter,

4) Rain fall, precipitation in millimeters,

5) Collection source : AC=Agricultural Crop, FL=Farm Land, FS=Farm Stock, BY=Backyard, LM=Local Market, CM=Commercial Market IN=Institute, TP=Threshing Place, GL=Grassland, RS=Road side, WL=Woodload, WI=Wild, DI=Disturbed

6) Size of Area : 1=1 spot<1m², 2=1-10 m², 3=10-100 m², 4=100 m²-0.1ha, 5=0.1-1ha, 6=>1ha,

7) Topography : 1=Swamp & Flood Plain, 2=Level, 3=Undulating, 4=Gently rolling, 5=Sloping,

6=Steep, 7=Steeply dissected, 8=Mountainous, 9=Plateau, 10=Savanna, 11Steppe,

8) Parent Rock : BA=Basalt, AL=Alluvium, LI=Limestone, SA=Sandstone,

9) Texture : ST=Stones, Rocky, GR=Gravel, SA=Sand, SL=Sandy Loam, LO=Loam, CL=Clayloam

CY=Clay, SI=Silt, HO=Highly Organic, CA=Calcareous

10) Aspect or Slope : 1=Level, 2=Slope, 3=Summit, 4=Depression, E=East, W=West, S=South, N=North, F=Flat

11) Population type: LA=Landrace, Local variety, RV=Released Variety, UM=Unreleased Breeder's

Material, RM=Research Material, WI=Wild, WE=Weed,

12) Status of Sample : P, PO=Population, MX=Mixture, PL=Pure Line, ML=Multiline, I=Individual,

13) Threshing : T=Threshed, U=Unthreshed, SH=Shedded at collection,

14) Plant height, in centimeter,

15) Panicle length, in centimeter,

16) Notes

1) No.	2) Name	3) Date	4) Genus	5) Species	6) Site No.	7) Locality (Province, Village, Km)	8) Alt.	9) R.	10) F.	11) Source	12) Size of Area	13) Top.	14) P. R.	15) Text.	16) Asp.	17) Population	18) T/U	19) P. H.	20) P. L.	21) Notes
1	DZ1	6. 6	<i>Hordeum</i>	<i>vulgare</i>	1	Thinieat Al Had 79 km E Alger	50	600	AC		6	2		SI	E	LA	PO	U		The area infected by Powdery mildew
2	DZ2	"	<i>Triticum</i>	<i>aestivum</i>	1	"	"	"	"		"	"	"	"	"	LA	PO	U		found as off type in barley field
3	DZ3	6. 7	<i>Aegilops</i>	<i>ovata</i>	2	Al Barrawiae, Al Khroub ITGC	630	450	GR		5	2	LI	SL	N	WI	PO	U		wide population all <i>ovata</i> , <i>cylindrica</i> and <i>T. urartu</i> found together
4	DZ4	"	<i>Aegilops</i>	<i>ventricosa</i> *)	2	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WI	PO	U		
5	DZ5	"	<i>Hordeum</i>	<i>bulbosum</i>	2	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WI	PO	U		
6	DZ6	6. 8	<i>Hordeum</i>	<i>bulbosum</i>	3	Duwar El Kihalsha, 40km E Quastintina	765	400	GR		1	1	LI	SI	F	WI	PL	U		
7	DZ7	"	<i>Triticum</i>	<i>durum</i>	4	Heliopolis 10 km E Guelma	300	600	AC		6	2	AL	CL	S	LA	PO	U		
8	DZ8	"	<i>Triticum</i>	<i>aestivum</i>	4	"	"	"	"		"	"	"	"	"	LA	MX	U		
9	DZ9	"	<i>Hordeum</i>	<i>vulgare</i>	4	"	"	"	"		"	"	"	"	"	LA	MX	U		offtype in Durum field
10	DZ10	"	<i>Triticum</i>	sp.	4	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WE	MX	U		
11	DZ11	"	<i>Aegilops</i>	<i>ventricosa</i> *)	5	Fugieng 30 km E Guelma	470	600	WI		5	5	LI	GR	S	WI	PO	U		majority still green
12	DZ12	"	<i>Aegilops</i>	<i>ovata</i>	5	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WI	PO	U		still green
13	DZ13	6. 9	<i>Vicia</i>	<i>fabia</i>	6	Guelma Research Station	240		TP, DI		1, 3	2	LI	LO-CL	F	LA	PO	U		threshing flour
14	DZ14	"	<i>Aegilops</i>	<i>ventricosa</i> *)	6	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WI	PO	U		small population
15	DZ15	"	<i>Hordeum</i>	sp.	6	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WI	PO	U		plant hight up to 50 cm
16	DZ16	"	<i>Aegilops</i>	<i>ventricosa</i> *)	7	15 km to Souk Ahras	410		RS		3	7			S	WI	PO	U		
17	DZ17	"	<i>Aegilops</i>	<i>ovata</i>	7	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WI	PO	U		
18	DZ18	"	<i>Hordeum</i>	sp.	7	"	"	"	"		"	"	"	"	"	WI	PO	U		mixture of two species
19	DZ19	"	<i>Vicia</i>	<i>fabia</i>	8	19 km after Souk Ahras El Guliafae	850	400	FS		3	5	LI	LO	S	LA	PO	T		
20	DZ20	"	<i>Pisum</i>	<i>sativum</i>	8	"	"	"	"		"	"	"	"	"	LA	PO	T		
21	DZ21	"	<i>Hordeum</i>	<i>vulgare</i>	8	"	"	"	"		"	"	"	"	"	LA	PO	U		

11. 特性評価と採種

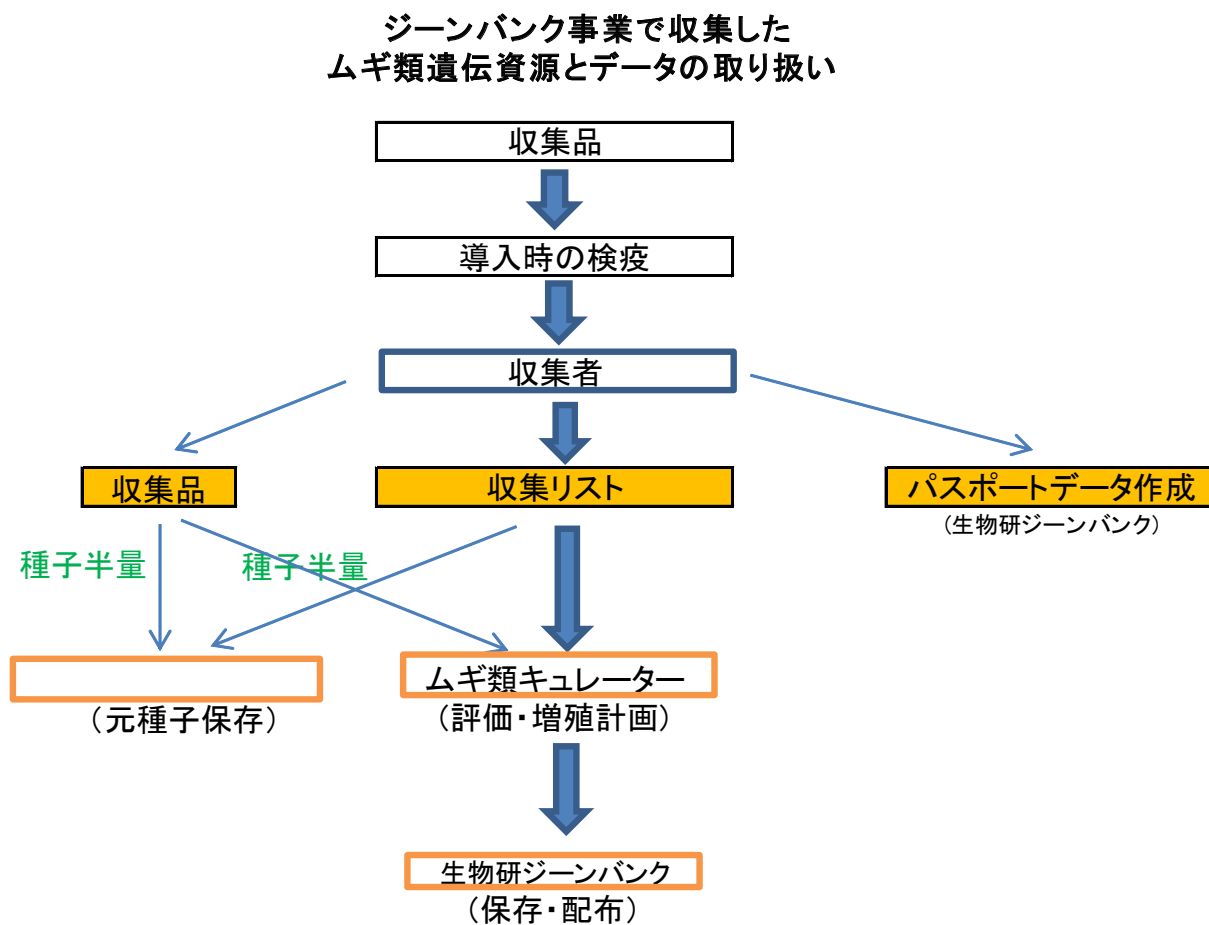
1) データの取り扱い

ジーンバンク事業では、探索・収集派遣者、ムギ類キュレーター、ジーンバンクの関係者は下図に示す流れに沿って、収集品、収集品リスト、パスポートデータを作成します。

収集品については、半量を生物研に元種子として保存し、半量をムギ類キュレーターに渡すことが基本です。ムギ類キュレーターは、評価・種子増殖のためにジーンバンク予算に申請計上する措置を取ります。

評価・増殖計画は、予算措置をして、評価・増殖上、播性などに問題がなければ、探索収集者の所属場所に依頼するのがベターです。収集品の大半は、種・品種が数種の混合であるため、分離・評価と採種を行う必要が出てくるため、探索・収集のときの事情が分かっている者が担当するのが適切です。

なお、オオムギ野生種の *H.bulbosum* は、他殖性のため栄養体保存をします。ジーンバンク事業では、種苗管理センター・雲仙農場で栄養体保存を実施しています。



2) 特性評価の方法

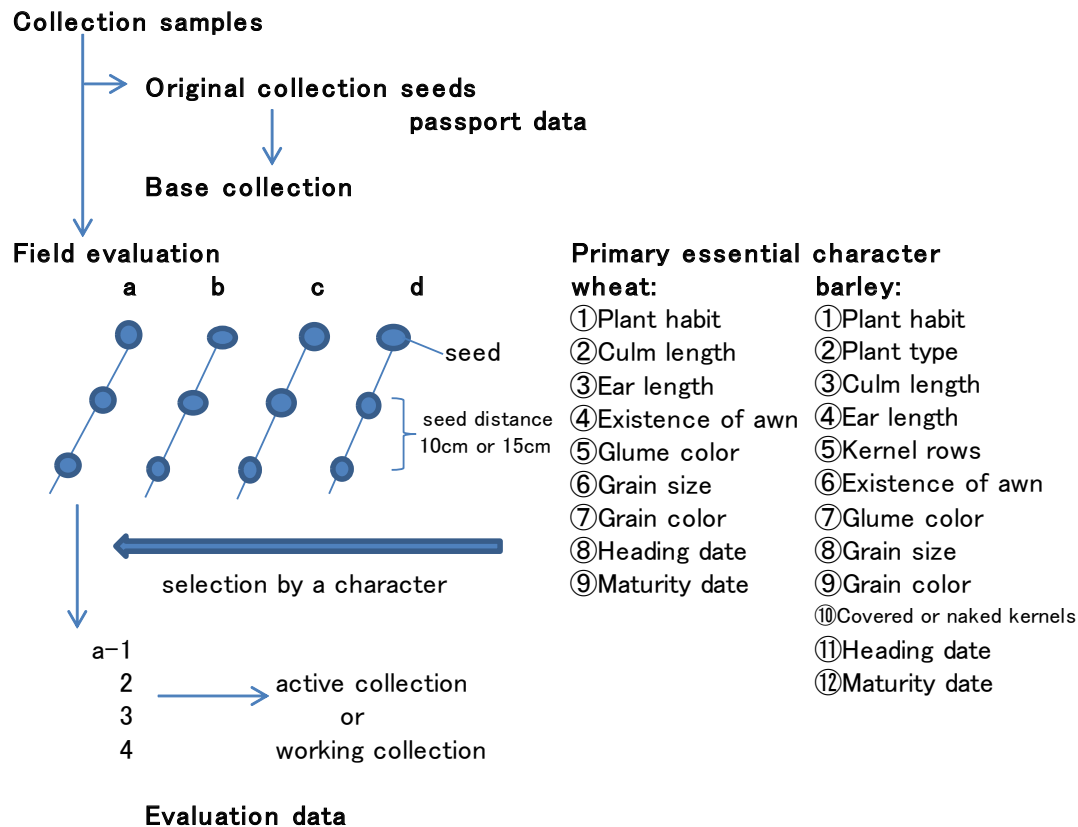
収集品を特性評価するには、圃場で収集 No. 毎に系統播種の方法で 10cm あるいは 15cm の点播を行います。収集品は、通常 4～5 品種の混じりであるため、個体ごとに形態や出穂特性などを観察して、分離評価します。

ジーンバンクの特性評価マニュアルの一次必須項目を調査し、分離採種します。この作業は、根気と熱意が要ります。従って、探索・収集者が担当するのが適切と考える理由です。

分離採種した種子は、収集番号に枝番号を付けて、採種します。翌年度、枝番号を付けた系統で特性評価を行って、生物研・ジーンバンクにパスポートデータを付けて、納入する流れとなっていました。

現在は、探索収集後、直ちにジーンバンクにパスポート登録を行います。

翌年度の特性評価では、一次必須項目に加えて、必要な項目を加味します。キュレーターは、特性評価と採種の場所に対する予算計上に配慮します。



ジーンバンク事業における特性評価は、「植物遺伝資源特性調査」マニュアルに従って行います。一次特性（品種や系統の識別に必要な主に形態的特性）、二次特性（生理・生態的形質及び各種の病害虫抵抗性や特殊環境への耐性）、三次特性（生産物として必要な特性）に分けられます。各特性は、必須調査特性と選択調査特性に分かれます。

特性調査は、観察による分級、測定、分析の各手法により行います。

下表は、小麦及び大麦の一次必須特性の調査基準を例示しています。

その他の特性調査項目については、http://www.gene.affrc.go.jp/manuals-plant_characterization.phpを参照下さい。

作物の種類		小麦		473		1次必須項目										調査方法等
項目番号	項目名	調査数	方法	分級・単位												
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	叢性	区	観察			極直	直立	やや直立	中	やや匍匐	匍匐	極匍匐		茎立ち前の草姿（ただし、根雪のある場合は根雪前の草姿、寒地の春播く小麦は除く、小麦調査基準付2参照）		
2	稈長	10個体	測定	cm（小数第1位を四捨五入）										最長稈の地際から穂首までの長さ		
3	穂長	10個体	測定	cm（小数第2位を四捨五入）										最長稈の穂首から穂の先端（芒を除く）までの長さ		
4	芒の有無と多少	区	観察	無		極少	少	やや少	中	やや多	多	極多		「少」とは10%、「中」とは25%、「多」とは40%のものをいう		
5	ふ色	区	観察		淡黄	黄	黄褐	褐	赤褐	赤	赤紫	紫	濃紫	成熟期における「ふ」の色、黄は白ふ、褐は褐ふに相当する		
6	粒の大小	区	観察			極小	小	やや小	中	やや大	大	極大		原麦粒の大小の程度		
7	粒色	区	観察	白	淡黄	黄	黄褐	褐	赤褐	赤	赤紫	紫	濃紫	原麦粒の色		
8	出穂期	区	観察	年月日										有効茎数の40～50%が出穂した日（「出穂」とは穂先（芒を除く）が葉鞘から現れたことをいう）		
9	成熟期	区	観察	年月日										全穂数の80%以上の穂首が黄化し、粒はほぼ「ろう」くらいの硬さに達した日		

作物の種類		大麦		429		1次必須項目										調査方法等
項目番号	項目名	調査数	方法	分級・単位												
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	叢性	区	観察			極直	直立	やや直立	中	やや匍匐	匍匐	極匍匐		茎立ち前の草姿（ただし、根雪のある場合は根雪前の草姿とする。寒地のビール麦は除く、大麦調査基準付2参照）		
2	並渦性	区	観察			並						渦		芽鞘の長さ及び先端部形（大麦調査基準付3参照）		
3	稈長	10個体	測定	cm（小数第1位を四捨五入）										最長稈の地際から穂首までの長さ		
4	穂長	10個体	測定	cm（小数第2位を四捨五入）										最長稈の穂首から穂の先端（芒を除く）までの長さ		
5	条性	区	測定			二条			粗六条			六条		穂の小穂条列、「二条」とは条列2、「粗六条」とは条列6で四角形、「六条」とは条列6で六角形のをいう（大麦調査基準付5参照）		
6	芒の有無と多少	区	観察	無		極少	少	やや少	中	やや多	多	極多		「少」とは10%、「中」とは25%、「多」とは40%のものをいう		
7	ふ色	区	観察		淡黄	黄	黄褐	褐	赤褐	赤	赤紫	紫	濃紫～黒	成熟期における「ふ」の色		
8	粒の大小	区	観察			極小	小	やや小	中	やや大	大	極大		原麦粒の大小の程度		
9	粒色	区	観察	白	淡黄	黄	黄褐	褐	赤褐	赤	赤紫	紫	濃紫	原麦粒の色（裸麦のみ）		
10	皮裸性	区	観察			皮						裸		穀粒の「ふ」の有無		
11	出穂期	区	観察	年月日										有効茎数の40～50%が出穂を始めた日（「出穂」とは穂先（芒を除く）が葉鞘から現れたことをいう）		
12	成熟期	区	観察	年月日										全穂数の80%程度の穂首部が黄化し、粒はほぼ「ろう」くらいの硬さに達した日		
13	1000粒重	3反復	測定			極小	小	やや小	中	やや大	大	極大		20gの試料について3回以上粒数を測定し、1000粒の重量に換算（含水率12.5%とする）		

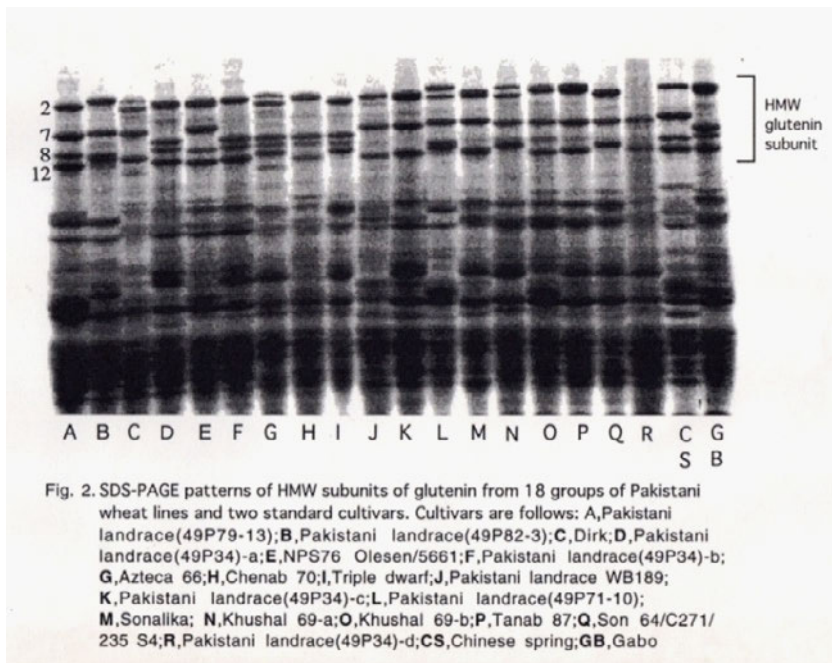
パキスタン収集品について、遺伝的変異の幅をみる1つの目安として、電気泳動による高分子量グルテニンサブユニットの分析を行った例(下図)を示しています。

探索途次、訪問したVIR傘下の試験場では、探索・収集した野生種との交配により、病害抵抗性の遺伝子を導入する研究が実施(下写真)されていました。

探索・収集された遺伝資源は、研究ニーズや品種改良の目標によって、その時代を反映します。ジーンバンクに保存された遺伝資源は、どのような形で利用されるかは、長い目でみる必要があり、その維持管理に必要な予算措置にも理解が求められます。

従って、遺伝資源利用の実績を広報していく活動も欠かせません。

最近、ジャガイモの疫病菌の抵抗性に応答する遺伝子が南米の野生種の遺伝資源をサーベイした結果、発見されています(Duan *et.al.*, 2015)。



パキスタン探索・収集品の電気泳動分析



3) 遺伝資源の利用実績

これまでの遺伝資源の利用の代表事例を第 11-1 に列記しました。

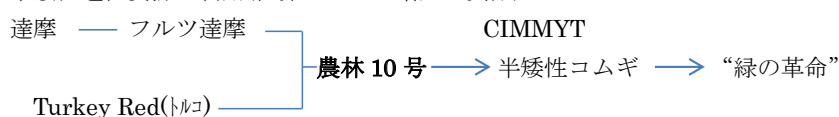
コムギ「農林 10 号」(1934 育成)が、戦後、アメリカに渡って CIMMYT の品種改良にそして、インド・パキスタンのコムギ増産(1960 年代, “緑の革命”)に寄与しました。この貢献により CIMMYT のボーローグ博士はノーベル平和賞を受賞しました。また、ジーンバンク保存中の小麦品種「白火」(中国,1974 導入)が世界に先駆けて、もち性コムギの開発につながったことなどがあります。「Jessore」(パキスタン,1963 導入)は、早生化の要因解析の結果、世界で最も早生の品種育成に寄与しています。

オオムギでは、「木石港 3」(中国, 戦中導入)がビール大麦主産地を大麦縞萎縮病から救ったことなどは遺伝資源の大切さを物語っています。

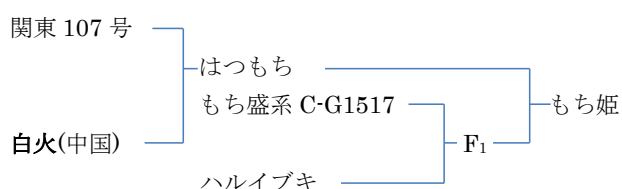
第 11-1 ムギ類遺伝資源の利用実績の事例

【コムギ】

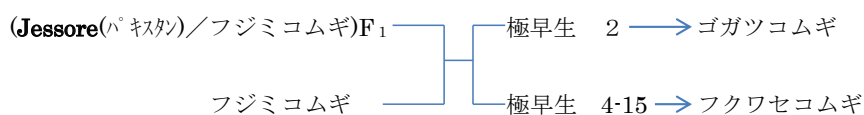
- 1) 半矮性遺伝資源の利用(世界のコムギ増産に貢献)



- 2) もち性遺伝資源の利用(世界初のもち性コムギ品種を育成)



- 3) 早生遺伝資源の利用(世界で最も早生の品種を育成)



- 4) 赤さび病抵抗性遺伝資源の利用

二粒系コムギとチモフェビコムギを利用して → 小麦中間母本農 1 号
ライムギの抵抗性遺伝子を利用して → 小麦中間母本農 2 号

- 5) 赤かび病抵抗性遺伝資源の利用

延岡坊主小麦と蘇麦 3 号(中国)の交配後代から → 小麦中間母本農 3 号

- 6) うどんこ病抵抗性遺伝資源の利用

札幌春小麦(明治 37 年より)、Ardito(イタリア)、Jarl Weizen(スウェーデン)由来による抵抗性品種の育成

【オオムギ】

- 1) 大麦縞萎縮病抵抗性遺伝資源の利用(ビール大麦主産地を救う)

木石港 3 (中国)を利用して、ミサトゴールド、ニシノゴールド、ミカモゴールド等のビール麦抵抗性品種の育成

- 2) うどんこ病抵抗性遺伝資源の利用

Cambrinus(ポーランド)を利用して、 → ニシノチカラ、とね二条
Mona(スウェーデン)を利用して、 → ヤチホゴールド

- 3) 高リジン遺伝資源の利用

高リジン系統 Hiproly(チェコ原産→USA→スウェーデン→日本に導入)を利用して、
 → 裸麦中間母本農 1 号、サンシュウの育成

- 4) 野生オオムギ *H.bulbosum* を利用して、早期遺伝子固定による品種育成

東山 28 号等(小麦)、吉系系統等(ビール大麦)

** 太字は利用された遺伝資源

農水省「消費者の部屋」で展示紹介された「遺伝資源探索・収集」の講演会説明です。広報の一環として取り上げられました。

技術会議講演会説明

1996. 7. 30

消費者の部屋

農研セ

吉田 久

「消費者の部屋」の中で取り上げられた「遺伝資源」、本来、縁の下の力もち的存在だったテーマの企画です。少しでも楽しんでいただければ幸いです。

1. これから地中海沿岸国での探索を紹介します。
2. 南ヨーロッパと北アフリカの国々での探索が対象です。
3. 太古の昔、地球上のそれぞれの地域で生まれた植物は進化を重ね、人類は作物として利用し、古代文明が生まれ作物が各地に伝播しました。
4. 航海術が発達した近世以降、ヨーロッパやアメリカの為政者は人間が利用可能な植物種の確保のために世界各地に探検収集家(プラントハンター)を派遣して、遺伝資源を収集させました。
ロシアのバビロフも20世紀初頭、帝政時代から国策として世界各地で種子収集を行った代表的な一人です。この壁画はロシアのジーンバンクにあるバビロフの探索図です。
5. バビロフは栽培植物の収集とともに発祥地を著しました。地中海地域も一次、二次中心地の一つです。
6. 地中海というと、カサブランカ白い家が地中海の青さに映えるこのような風景や迷路のように入り組んだカスバの町並みを思い浮かべられるかもしれませんが。
7. 1985年以降、この地域に麦類、牧草・飼料作物、果樹のブドウ、花卉のチューリップ、工芸作物のてんさいと計8隊が派遣されています。
8. まず、麦類をご紹介します。北アフリカは万年雪をいただくアトラス山脈を境にして、温暖で地味も肥えた地中海性気候の北部とサハラ砂漠に続く熱帯性気候の南部に分かれ、変化に富んだ地形と気候をもっています。
9. ランドサットからみた地形です。探索ルートの参考にすることもあります。
10. 北アフリカは有史以前から麦類が栽培され、ローマ帝国の穀倉として地中海農耕文化が華開いた所です。かつての面影を偲ばせる遺跡が半砂漠化した地形の中に残っています。
11. 私たちは国際機関のICARDA、現地の研究機関と3国共同探索により実施しました。毎日行う探索ルートのミーティング風景です。
12. 麦の収集風景です。農家との聞き取り調査を行い情報を収集します。ここでは英語の他にフランス語、アラブ語と会話力が情報収集に必要なことが少なくありません。
13. 収集地点ではいろいろなタイプのムギが混在しています。
14. これらの収集物を持ち帰り、特性評価と種子増殖を行っているところです。
15. いろいろな穂型をもつ変異に富んだ収集ができました。暑さや乾燥に強い性質、病気に強い性質、たくさん採れる性質など有用な性質を期待しています。

12. 採種と種子のジーンバンク納入

特性評価の結果は、原則、農業生物資源ジーンバンクにオンラインで登録します。この作業とともに、採種増殖した種子は、保存番号ごとに整理してジーンバンクに納入します。

この際、注意する点は、①よく乾燥した種子であること、②病虫害などの障害を受けていない発芽能力のある種子であること、③夾雑物などが混じっていないクリーニングされたサンプルであること、④系統分離が不十分な混種サンプルでないこと、などです。

配布可能種子は、依頼に応じて、種子分譲されることを前提に種子を納入する注意が必要です。

農業生物資源ジーンバンクが2015.10.1現在公開中の植物遺伝資源は、95,170点でムギ類遺伝資源は27,215点です。生物研のホームページからアクセスすることができます。半世紀の間の遺伝資源収集・保存と体制整備によって、配布可能点数は増えてきました。

研究や品種改良の発展に貢献できることを願って、関係者の努力が続いています。

生物研ジーンバンクの配布可能点数は、ムギ類遺伝資源の保存点数の6万点のうち、半数近くです。その他は、国立研究開発法人の研究機関が非アクティブコレクションとしてジーンバンクに保存しているもので、一般配布されていません。この中には、探索・収集した素材や研究用の育成素材が含まれます。

第12表 ジーンバンク事業におけるムギ類遺伝資源の配布可能点数の推移

年	コムギ	オオムギ	エンバク	ライムギ	計
1960	1,932	1,839			3,771
1970	3,540	3,631			7,171
1980	5,375	4,610			9,985
1990	7,000	6,952	1,007	30	14,989
2015					27,215

13. 遺伝資源管理規定

独立行政法人農業生物資源研究所遺伝資源管理規程（素案）の修正案

（趣旨）

第1条 独立行政法人農業生物資源研究所（以下「センターバンク」という。）において実施するジーンバンク事業で扱う植物、微生物、動物及びDNA等の遺伝資源は、この規程の定めるところにより取扱うものとする。

（定義）

第2条 この規程において、「遺伝資源」とは、独立行政法人農業生物資源研究所物品管理規程（平成13年4月1日〇〇〇第××号）第3条第1項の規定に基づき遺伝資源に分類されたものであって、次の各号に掲げる農業上有用な遺伝形質を有するものをいう

- (1) 植物に係る遺伝資源（以下「植物遺伝資源」という。）にあっては、種子、塊茎、苗木その他の植物体の全部又は一部（遺伝子の本体であるデオキシリボ核酸であって単離したものを除く。次号及び第3号において同じ。）をいう。
- (2) 微生物に係る遺伝資源（以下「微生物遺伝資源」という。）にあっては、菌類（かび、きのこ、酵母）、細菌類（細菌、放線菌、リケッチア、マイコプラズマ、ファイトプラズマ）、原虫、ウイルス（ファージを含む）、線虫及び培養細胞をいう。
- (3) 動物に係る遺伝資源（以下「動物遺伝資源」という。）にあっては、生体、生殖細胞その他の動物体の一部をいう。
- (4) DNA等にあっては、遺伝子の本体であるデオキシリボ核酸又はリボ核酸をいう。

（受入れる遺伝資源）

第3条 センターバンクが受入れる遺伝資源は、特別の事情がある場合を除き、それぞれ次の各号に掲げる要件を満たすものでなければならない。

- (1) 植物遺伝資源にあっては、次のとおりとする。
 - イ 育成品種・系統、実験系統、在来品種、近縁野生種又は野生種であって、植物の種類、品種名及び来歴等が明らかにされていること。
 - ロ 保存に必要な一定量の確保がなされること。
 - ハ 形態的特性等のいわゆる一次特性が明らかにされていること。
- (2) 微生物遺伝資源にあっては、次のとおりとする。
 - イ 微生物の種類、系統（株）名及び来歴等が明らかにされていること。
 - ロ 保存に必要な一定量の確保がなされていること。
 - ハ 形態的特性等のいわゆる一次特性が明らかにされていること。
 - ニ 特に危険度が低いこと、あるいは培養・保存が困難でないこと。
- (3) 動物遺伝資源にあっては、次のとおりとする。
 - イ 育成品種、在来品種、近縁野生種であって、動物の種類、品種名、系統名及び来歴等が明らかにされていること。
 - ロ 形態的特性等のいわゆる一次特性が明らかにされていること。
 - ハ 保存に必要な一定量の確保がなされること。
- (4) DNA等にあっては、次のとおりとする。
 - イ 名称、由来生物種、由来品種及び提供者等の来歴情報（以下「パスポート情報」という。）が明らかであること。
 - ロ 当該DNAの配布について、提供者等の同意が得られるものであること。
 - ハ 保存・増殖が困難でないこと。

14. 推進会議への概要報告

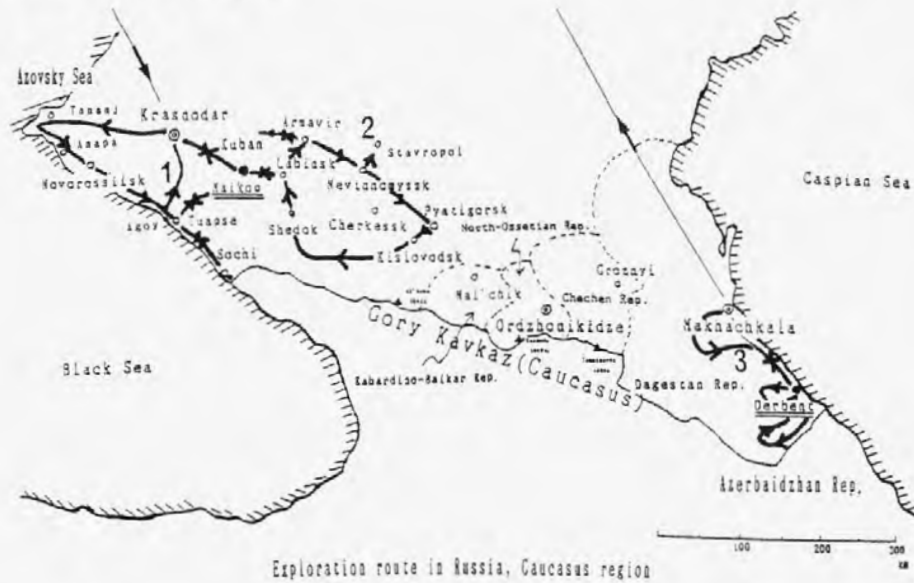
探索・収集の概要や収集品の特性評価結果は、9月の麦類の全国推進会議で概要を取りまとめて報告します。北カフカス探索・収集の概要と中央アジア探索収集品の特性評価の概要報告を事例として示します。

「遺伝資源」成績概要

作成（平成6年8月）

1. 課題の分類	総合農業	作物生産	冬作物		大小麦	I-4-055-1
	関東東海	総合農業	作物生産	冬作物	大小麦	I-A-4-1
2. 研究課題名 ロシア、北コーカサス地域における麦類遺伝資源の共同探索						
3. 予算区分 I P G R I (国際遺伝資源研究所)		5. 担当 農研セ・生理品質・麦品質研		6. 協力・生物研・遺伝一・植物探索研		
4. 研究実施年度・研究期間 継・中・完 平成6年(1994)		6. 協力・生物研・遺伝一・植物探索研 分担関係				
7. 目的： 昨年の中央アジアに続き、I P G R I（国際遺伝資源研究所）の1993年度予算により、植物遺伝資源探索収集の門戸が解放された旧ソ連邦、北コーカサス地域において麦類の遺伝資源探索収集を実施する。						
8. 実施方法 現在、農業生物資源研究所ジーンバンクには、旧ソ連邦（CIS）の麦類遺伝資源は400余点が保存されているにすぎず、CISからの遺伝資源導入が望まれている。昨年の旧ソ連邦の中央アジア（トルクメニスタン、ウズベキスタンおよびカザフスタン諸共和国）に続いて北コーカサス地域において麦類遺伝資源の共同探索を実施した。この地域は麦類遺伝資源の第一次中心地に近接し、麦類近縁野生種が地中海性気候の黒海沿岸および半乾燥ステップ気候のカスピ海沿岸に自生している。 平成6年6月4日に日本を発ち、モスクワ経由でヴァピロフ研究所（VIR）のあるサンクト・ペテルブルグに行き、探索収集の打合わせおよび情報収集を行った。その後、6月7日ロシア連邦共和国内のクラスノダールへ空路飛び、そこから約3週間にわたってダゲスタン共和国のデルベントまで麦類を中心に探索収集を実施した（第1図）。昨年同様、ソフホーズ（国営農場）やコルホーズ（集団農場）の制度下では在来種が残っていないことがわかっているため、近縁野生種の探索収集をすることとした。今回は昨年実施した中央アジアとの対比の中で、野生種の種の分布調査とともに、収集サンプルについての環境ストレス耐性や耐病性についての遺伝的変異の調査を進める意義は大きい。 共同探索メンバーは日本側から生物研・奥野員敏植物探索評価研究チーム長（共同探索リーダー）と農研セ・麦品質研吉田久が、ロシア側からはVIRの通訳兼研究員と現地試験場の研究員が参加し、運転手を含め計5名で野営生活（3日間は試験場をベースキャンプ地とした）をしながら、標高0mから2,000mまで走行距離3,000m余の探索収集調査を実施した。						
9. 結果の概要・要約 麦類遺伝資源の収集点数は、コムギ近縁野生種 <i>Aegilops</i> 属を中心に計123点であった（第1表）。黒海東岸とくにクリミア半島に接するタマニ地方およびカスピ海西岸のデルベント周辺からアゼルバイジャン共和国境にかけての地域に <i>Aegilops</i> 属の種の大きな分布がみられた。 <i>Aegilops</i> 属5種の収集をすることができた。昨年の中央アジアで収集できた <i>Ae. squarrosa</i> , <i>cyindrica</i> および <i>triuncialis</i> の3種の他に <i>biuncialis</i> および <i>triaristata</i> が <i>crassa</i> や <i>juvenalis</i> に代わって収集できた。この地域での麦類近縁野生種の探索調査は日本国としては初めてであり、昨年同様貴重な遺伝資源が含まれていると期待される。 以上要するに、ロシア、北コーカサス地域において、 <i>Aegilops</i> 属を中心に123点の麦類遺伝資源を探索収集し、併せて情報収集を行った。						

10. 主要結果の具体的数字



第1表 ロシア、北コーカサス地域で探索収集した麦類遺伝資源 (1994.6.4 ~ 7.2)

属	種	探索 フェイス			計
		1	2	3	
コムギ近縁野生種					
<i>Aegilops</i>	<i>cylindrica</i>	19	14	12	45
<i>Aegilops</i>	<i>squarrosa</i>	0	2	10	12
<i>Aegilops</i>	<i>squarrosa</i> var. <i>meyeri</i>	0	0	8	8
<i>Aegilops</i>	<i>biuncialis</i>	10	0	11	21
<i>Aegilops</i>	<i>triuncialis</i>	6	2	9	17
<i>Aegilops</i>	<i>tiriaristata</i>	6	0	0	6
		41	18	50	109
オオムギ近縁野生種					
<i>Hordeum</i>	<i>spontaneum</i>	0	0	1	1
<i>Hordeum</i>	<i>bulbosum</i>	0	0	2	2
		0	0	3	3
エンバク近縁野生種					
<i>Avena</i>	<i>fatua</i> & ssp	2	6	2	10
ライムギ近縁野生種					
<i>Secale</i>	ssp	1	0	0	1
	計	44	24	55	123

11. 今後の問題

アゼルバイジャン共和国での麦類近縁野生種の遺伝資源探索に興味もたれる。

12. 次年度の具体的計画

収集材料について、農業特性および遺伝的変異の調査を進める予定である。

1. 課題の分類	総合農業	作物生産	冬作物		小麦	I-4-055-2
	関東東海	総合農業	作物生産	冬作物	小麦	I-A-4-2
2. 課題名	作物遺伝資源・育種情報の総合的管理・利用システムの確立 - 中央アジア探索小麦・大麦遺伝資源の特性評価 -					
3. 実施年度	平成5年度	5. 担当	農研セ・生理品質・麦品質研			
4. 予算区分	遺伝資源	6. 協力・分担	生物研・遺伝一・植物探索研			
7. 目的： 新規導入した小麦品種および系統について、定められた特性について調査を行い、その結果を取りまとめて育種事業及び研究に対して特性情報を提供する。 また、遺伝資源管理情報科において増殖の必要があると認められたものについては増殖を行い、遺伝資源の確保をはかる。						
8. 試験研究方法 1) 供試材料：昨年、旧ソ連邦中央アジアにおいて探索収集した麦類遺伝資源136点について一次及び病害の二次特性評価と採種を行った。 探索収集はIPGRI（国際遺伝資源研究所）の1992年度予算により生物研とロシア国ヴァピロフ植物生産研究所（VIR）との共同によって実施された（平成5年度成績概要I-4-055-1参照）。 <i>Aegilopus</i> 属の種の同定は京大植物生殖質研大田正次博士の協力を得て採穂標本により京大で同定された。 2) 耕種方法：施肥量：6-9-6 化成肥料 7.5 kg/a（基肥） 播種量：17 cm点播、畦巾 70 cm 畦長：3.5 m 播種期：平成5年10月27日（つくば観音台C-3圃場） 一区面積・区制：2.45 m ² 、一区 3) 調査方法：植物遺伝資源特性調査マニュアルに準じて特性を調査した。 叢性：3-直立、5-中、7-匍匐、 稈長・穂長： cm 芒の有無・多少：0-無、3-少、5-中、7-多 ふ色：1-淡黄、4-褐、6-赤、8-紫 粒の大小および粒色：調査中、 出穂期・成熟期：月 日 赤かび・うどんこ・赤（小）さび病（圃場自然発病）： 2-極強、5-中、8-極弱 葉鞘の毛の有無：0-無、1-有、 条性：2-2条、8-6条 4) 採種：野生種については、成熟して粒が脱落する前にネットをかぶせ採種する方法をとった。このため調査項目のうち一部調査から除外した。						
9. 結果の概要・要約 トルクメニスタンおよびウズベキスタンでヴァピロフによって収集された在来種のこれら小麦・大麦品種は葡萄型の叢生で、葉色が濃く、長稈・晩熟で大穂の特徴をもっていた。形態的な変異は大きいとみられた。育種素材としては大穂・大粒の形質が注目され、生態的には東北および北海道向きと考えられた。 野生種では、とくに <i>Ae. crassa</i> に多くの変異がみられるとのことであった。 Dゲノムをもつ <i>Ae. squarrosa</i> の中にはV-65や63のような比較的早生の系統が含まれており、注目された。 <i>Aegilops</i> 各種には叢性に違いはないが、出穂性で変異がみられた。これらの採種種子は生物研へパスポートデータとともに送付する。 以上要するに、旧ソ連邦中央アジアで探索収集した麦類遺伝資源の一次特性評価と採種を行った。なお、生物研での種子貯蔵蛋白の電気泳動像では各系統に大きな変異が認められている。						

10. 主要結果の具体的数字

試験NO	収量NO	種/品種名	稈長	穂長	芒	小	出穂	成熟	か	う	さ	毛	条
v 1	10	T. aest. unknown	7	86	10.8	5	1	4.29	6.11	2	2	3	1
v 2	13	T. aest. Bezotzaya 1 derivatives	7	120	12.7	4	1	5.09	6.19	4	3	4	1
v 3	15	T. aest. AK. BUGAI	6	84	10.9	5	1	4.27	6.12	4	2	2	0
v 4	18	T. aest. SHENDOR	7	96	9.7	5	1	5.05	6.14	2	2	2	0
v 5	19	T. aest. BUKHARI BUGDAI	7	132	12.0	3	1	5.09	6.18	2	2	2	0
v 6	20	T. aest. YUMALEK BASH	6	133	11.4	0	6	5.12	6.19	4	2	5	0
v 7	21	T. aest. GUZLYUK	6	91	9.6	5	1	4.30	6.16	2	2	6	0
v 8	79	T. aest. UNUMIL BUGDAI	5	95	11.0	5	6	4.30	6.14	3	2	2	0
v 9	80	T. aest. DOBRAYA	5	95	12.8	5	6	5.01	6.13	3	2	2	0
v 10	81	T. aest. PSEUDOME RIDANAUS-122	7	133	13.2	5	1	5.10	6.19	4	2	5	0
v 11	97	T. aest. VIR No. 40621	7	137	13.7	5	6	5.09	6.16	3	2	2	0
v 12	98	T. aest. VIR No. 40622	7	127	11.8	5	1	5.09	6.18	3	2	2	0
v 13	99	T. aest. VIR No. 40623	7	131	12.9	5	6	5.08	6.19	3	2	2	0
v 14	100	T. aest. VIR No. 40627	6	126	11.4	5	6	5.06	6.15	3	3	5	0
v 15	101	T. aest. VIR No. 40628	6	133	12.9	5	1	5.01	6.14	3	2	5	0
v 16	102	T. aest. VIR No. 40630	6	132	13.0	5	1	5.05	6.17	3	2	5	0
v 17	103	T. aest. VIR No. 40631	6	132	15.3	5	1	5.09	6.19	3	3	5	0
v 18	104	T. aest. VIR No. 40632	6	132	13.0	5	1	5.06	6.18	3	2	4	1
v 19	105	T. aest. VIR No. 40634	6	131	12.2	5	1	5.02	6.19	3	3	2	0
v 20	106	T. aest. VIR No. 40646	5	124	11.3	5	6	5.05	6.16	3	3	5	1
v 21	14	H. vul. unknown	6	70	8.5	6	1	4.28	6.09	3	4	2	0
v 22	30	H. vul.	6	87	11.3	7	5	5.03	6.10	2	5	2	0
v 23	49	H. vul. var. nigrum	6	80	8.8	6	5	5.04	6.10	2	5	2	0
v 24	50	H. vul. var. nutans	5	69	8.3	4	4	4.24	6.05	4	5	2	0
v 25	51	H. vul. var. pallid	5	88	8.6	6	2	5.02	6.09	2	4	2	0
v 26	52	H. vul. var. nigrum	7	94	11.0	6	9	5.06	6.14	2	5	2	0
v 27	53	H. vul. var. nudum	4	77	9.6	5	1	4.27	6.04	2	5	2	0
v 28	54	H. vul. var. nigripallid	6	63	6.5	6	9	5.05	6.13	4	4	2	0
v 29	55	H. vul. var. revelatum	5	77	5.4	6	1	4.24	6.03	2	5	2	0
v 30	56	H. vul. var. pallid TEMUR	6	78	6.0	7	2	4.28	6.10	3	2	2	0
v 31	57	H. vul. var. nutans MARANUA	6	83	6.4	6	2	4.26	6.10	2	5	2	0
v 32	58	H. vul. var. nutans BOLGALI	6	101	10.7	6	2	5.06	6.14	4	2	2	0
v 33	59	H. vul. var. polyg AFROSIAB	6	80	8.2	6	5	4.25	6.10	3	4	2	0
v 34	60	H. vul. var. pallid AIKOR	6	87	9.5	6	5	5.01	6.09	4	2	2	0
v 35	61	H. vul. var. pallid KARSHINSKY	6	116	9.6	7	1	5.05	6.08	4	2	2	0
v 36	62	H. vul. var. nutans UNUMIL ARPA	6	85	10.0	5	1	5.03	6.05	3	5	2	0
v 37	63	H. vul. var. nutans ODESSKY-115	5	71	9.0	5	2	4.27	6.12	3	2	2	0
v 38	64	H. vul. PERVENETS	6	87	12.8	6	6	4.28	6.09	2	2	2	0
v 39	65	H. vul. var. rikotaens HELIOS	5	78	8.1	6	2	4.27	6.12	3	2	2	0
v 40	66	H. vul. var. nutans SMIRNY	6	72	9.9	6	2	4.28	6.12	3	2	2	0
v 41	67	H. vul. var. parall CYKLON	5	86	8.7	5	4	4.27	6.05	2	5	2	0
v 42	68	H. vul. BAISSHESHEK	6	89	10.7	4	1	5.03	6.11	3	5	2	0
v 43	69	H. vul. var. nutans VISII	6	61	8.3	4	1	5.03	6.14	3	5	2	0
v 44	外 1	H. vul. var. unknown from Syria	6	64	6.3	4	6	4.27	6.05	2	4	2	0
v 45	外 2	H. vul. var. unknown from Syria	6	94	10.8	6	1	4.28	6.09	2	4	2	0
v 46	外 3	H. vul. var. unknown from Syria	5	87	7.4	6	1	4.22	6.09	3	2	2	0
v 47	外 4	H. vul. var. unknown from Syria	6	69	10.4	6	1	5.01	6.10	3	5	2	0
v 48	外 5	H. vul. var. unknown from Syria	6	77	5.4	6	4	4.19	6.05	3	2	2	0
v 49	外 6	H. vul. GERTY from France	7	62	6.2	7	1	5.09	6.16	2	2	2	0
v 50	外 7	H. vul. PROTIDOR from France	6	85	11.7	5	1	5.06	6.16	4	2	2	0
v 51	7	Avena ssp.	6	0	0.0	-	-	0.00	0.00	-	-	-	-
v 52	9	Avena ssp.	-	0	0.0	-	-	0.00	0.00	-	-	-	-
v 53	70	Avena sativa BYZANTINA-11	6	109	28.1	-	1	5.15	6.26	2	2	2	0
v 54	71	Avena sativa Unkown	5	115	23.9	-	1	5.31	6.00	3	2	2	1
v 55	外 8	Avena sativa from Spain	5	69	28.1	-	1	5.22	6.28	2	2	2	0
v 56	外 9	Avena sativa from Spain	5	78	30.5	-	1	5.05	6.19	2	2	2	0
v 57	外 10	Avena sativa from Spain	6	72	24.4	-	1	5.05	6.19	2	2	2	1
v 58	外 11	Avena sativa from Algeria	6	101	27.9	-	1	5.06	6.18	3	2	2	0
v 59	外 12	Avena sativa from Australia	6	95	26.2	-	1	5.06	6.17	3	2	2	0
v 60	-	-	-	0	0.0	-	-	0.00	0.00	-	-	-	-
v 61	1	Ae. cylindrica Host var. typica	7	38	11.4	2	-	5.25	0.00	-	2	2	-
v 62	6	Ae. squarrosa L. var. typica	7	36	9.8	2	-	5.06	0.00	-	2	2	-
v 63	17	Ae. squarrosa L. var. typica	7	42	11.0	2	-	4.30	0.00	-	2	2	-
v 64	27	Ae. squarrosa L. var. typica	7	35	9.9	2	-	5.04	0.00	-	2	2	-
v 65	35	Ae. squarrosa L. var. typica	7	38	13.5	2	7	4.29	5.31	-	2	2	-
v 66	42	Ae. squarrosa L. var. typica	7	30	9.0	2	-	5.08	0.00	-	2	2	-
v 67	45	Ae. squarrosa L. var. typica	7	45	14.3	2	-	5.09	0.00	-	2	2	-
v 68	75	Ae. squarrosa L. var. typica	7	36	10.3	2	-	5.05	0.00	-	2	2	-
v 69	78	Ae. cylindrica Host var. typica	7	43	10.1	2	-	5.10	0.00	-	2	2	-
v 70	82	Ae. cylindrica Host var. typica	7	34	10.0	2	-	5.15	0.00	-	2	2	-
v 71	85	Ae. cylindrica Host var. typica	7	43	11.3	2	-	5.17	0.00	-	2	2	-
v 72	87	Ae. cylindrica Host var. typica	7	42	10.2	2	-	5.15	0.00	-	2	2	-
v 73	91	Ae. cylindrica Host var. typica	7	39	9.9	2	-	5.21	0.00	-	2	2	-
v 74	92	Ae. cylindrica Host var. typica	7	39	10.7	2	-	5.15	0.00	-	2	2	-
v 75	93	Ae. cylindrica Host var. typica	7	37	10.8	2	-	5.19	0.00	-	2	2	-

15. 今後の課題

生物多様性条約 (CBD) 成立以前に無条件で取得された遺伝資源は、国際法が遡って適用されないことから無制限な利用が可能と解釈されています。

しかし、CDB 発効以降は、遺伝資源にアクセスするにはアクセス条件を規定する必要が生じました。生物研ジーンバンク事業では、共同研究協定 (MOU) の締結に基づいてシードバンクへの技術支援 (人材育成など) や遺伝資源の収集調査が実施されました。一方、国際協力事業団 (JICA, 現国際協力機構) が、無償資金協力による施設建設と植物遺伝資源の収集・保存に関わるプロジェクトが 1980 年後半から開始され、スリランカ・チリ・パキスタン・ミャンマーで実施されました。筆者もスリランカの事業評価 (1992) やパキスタン (1996) の探索収集に参加する機会を得ました。また、国際農業研究センター (JIRCAS) では、途上国の植物遺伝資源の保存・利用に関して共同研究を実施してきました。

今後は、原産国との共同研究を通して、互惠関係を築いていく息の長い遺伝資源活動が求められることになるかと推察されます。

海外探索・収集上の今後の課題

遺伝資源の探索・収集は、資源ナショナリズムの壁があり、生物多様性条約締約国の国情を事前に十分把握して折衝にあたり、探索国に入る必要がある。

- 1) 探索・収集のプロの養成体制と派遣
- 2) 場合によっては、重点地域を反復して数回探索
- 3) 探索・収集期間の延長と探索費用の強化
- 4) 分類・評価の基礎となる研究の強化と人材の養成
(種生態学・植物分類学の基礎研修)
- 5) 海外の麦類遺伝資源関係者とのネットワークの構築
- 6) 遺伝資源導入のための情報管理システムの確立
- 7) 麦類野生種の維持・採種技術と特性評価法の確立
- 8) オオムギバルボッサム等栄養体の維持・保存体制
- 9) 病害抵抗性や品質関連優良素材の導入と評価
- 10) 分子レベルでの遺伝子給源の評価

謝辞

本稿の掲載にあたり、これまで遺伝資源探索・収集と一緒に関わってきた国内外の多くの仲間、探索・収集の機会を与えてくださった農水省技会事務局、旧農業生物資源研究所ジーンバンク、旧国際協力事業団、旧農業研究センターの関係者に厚くお礼を申し上げます。

また、ムギ類遺伝資源の探索・収集の知識や情報をその折々に惜しみなく与えて下さった木原均・田中正武・坂本寧男・太田正次先生 (旧木原生物学研究所, 京都大学旧植物生殖質研究施設) に、高橋隆平・安田昭三・小西猛朗先生 (旧岡山大学農業生物研究所, 旧岡山大学資源生物研究所) に感謝の意を表します。

本稿を取り上げることに理解をいただいた農業生物資源研究所の根本博遺伝資源センター長に感謝します。

おわりに

世界の人口は、1950年に25億人、1965年には33億人、2015年の現在73億人超とこの半世紀の間に倍増以上に増加しています。このうち、アジアの人口は6割を占めています。

1950年以降の人口増加率1.9%に対して、穀物生産量(米、トウモロコシ、コムギ、オオムギなど)の増加率は、2.25%と上回っていました。この穀物増産が人口増加の下支えをしていました。

これは単位面積当たりの穀物生産量が、1950年1.1 t/ha、1965年1.5 t/ha、2005年3.3 t/haの結果が示すように単位面積当たりの生産量が増加したことによることを示しています。この背景には、“緑の革命”に例えられるように半世紀の間の品種改良と化学肥料の寄与が大きく貢献しています。

コムギやイネなどの半矮性品種の育成による多窒素肥料の耐肥性効果が増収をもたらしました。例えば、コムギでは、日本の「農林10号」の矮性遺伝資源が世界の食糧増産に貢献しました。コムギの世界の生産量は、現在7億トン超で、単収の増加により、半世紀前の倍増以上となっています。

世界の人口は、2050年までには90億人を超えると予測されています。食料を輸入に依存している日本は、世界の食料生産の動向に大きく影響を受けます。近年、単収の伸びは鈍化し、一方、穀物の耕地面積は2008年現在6.9億haでこの半世紀の間にほとんど増えていません。その上、地球規模の気象変動があり、沙漠化や洪水など生産条件はよいとは言えません。

遺伝資源の収集・保存は息の長い仕事です。研究成果が求められ、研究予算に反映される制度の下では、報われることが多くない分野とも言えます。しかし、地球上に与えられた遺産を人類が利活用していくためには、欠くことができない研究分野でもあります。

ムギ類の遺伝資源では、木原均先生や高橋隆平先生とその門下生ら、農水省ではジーンバンクの体制整備と遺伝資源導入に尽力された多くの先達があります。木原先生らが探索・収集したアフガニスタンの遺伝資源を里帰りさせて、アフガニスタンのコムギの品種改良に役立ててもらおうとのプロジェクトがJICAの協力の下、横浜市立大学木原生物学研究所で始まっています。生物研ジーンバンクにもアフガニスタン在来種がAF番号として保存されています。国内事情により保存維持していくことは難しい状況にありますが、原産国に役立ててもらうことも日本の国際貢献の1つと考えます。

日本国内での遺伝資源に関わる人材育成はもとより、原産国との共同研究による人材育成やシードバンクへの技術支援、また国際研究機関との連携が地球規模での食糧支援につながるものと期待しています。

2015年10月

参考資料

1. 遺伝資源の歴史：

1. Harlan J.R., 吉田久 訳 (1984) 作物における近縁野生種の遺伝資源としての利用. 農及園 59(9): 1093-1097.
2. 農林水産省農事試験場 編 (1981) 農事試験場研究史, 農林水産省農事試験場.
3. 農業研究センター 編 (1992) 農業研究センター十年の歩み, 農業研究センター.
4. 中尾佐助 (1966) 栽培植物と農耕の起源, 岩波新書.
5. 木原均 (1976) コムギ遺伝学発祥の地. 自然 1976(1) ~ (12).

6. 田中正武 (1975) 栽培植物の起源, NHKブックス.
7. 田中正武 (1986) 植物遺伝資源の探索と収集. 遺伝 40(10): 10-15.
8. ヴァビロフ N., 中村英司 訳 (1980) 栽培植物発祥地の研究, 八坂書房.
9. 星川清親 (1987) 栽培植物の起源と伝播, 二宮書店.
10. 加藤鎌司 (2010) コムギが日本にきた道, “麦の自然史 一人と自然が育んだムギ農耕” 佐藤洋一郎・加藤鎌司 編, 北海道大学出版会, 113-136.
11. Feldman M. (2001) Origin of cultivated wheat. In “World Wheat Book” Bonjean A.P. and W.J.Angus (eds.), Intercept LTD (ISBN:1-898298-72-6).
12. 小西猛朗 (1986) オオムギのきた道, “日本人のための生物資源のルーツを探る”, 筑波書房, p49-92.
13. 武田和義 (2010) オオムギの進化と多様性, “麦の自然史 一人と自然が育んだムギ農耕” 佐藤洋一郎・加藤鎌司 編, 北海道大学出版会, 151-178.
14. 坂本寧男 (1988) 雑穀のきた道 —ユーラシア民族植物誌から—, NHK ブックス.
15. 辻本壽 (2010) コムギ畑の随伴雑草ライムギの進化, “麦の自然史 一人と自然が育んだムギ農耕” 佐藤洋一郎・加藤鎌司 編, 北海道大学出版会, 179-195.
16. 森川利信 (2010) エンバクの来た道, “麦の自然史 一人と自然が育んだムギ農耕” 佐藤洋一郎・加藤鎌司 編, 北海道大学出版会, 197-219.
17. Adham, Y.J. and Van Sloten D.V. (1990) The case for a wheat genetic resources network. In “Wheat Genetic Resources: Meeting Diverse Needs” Srivasva J.P. and A.B.Damania (eds.), Wiley and Sons, 139-144.
18. 増田義郎 (2008) 図説大航海時代, 河出書房新社.
19. 酒井伸雄 (2011) 文明を変えた植物たち —コロンブスが遺した種子—, NHK 出版.
20. Erna B. 著, 伊藤博・藤巻宏・菊地文雄・横尾政雄・志賀敏夫 訳 (1970) 植物の導入と遺伝子源の保存, のびゆく技術: 世界の農林業 No.130・131・132.
21. 農水省農林水産技術会議事務局 監修, 新品種農林登録 50 周年記念事業協賛会 編 (1980) 遺伝子源の探索・導入 —経過とその成果—, 農林水産技術情報協会, PP286.
22. 吉田昌一 (1976) 植物種子銀行. 科学 46(12): 779-781.
23. Mooney P.R. (1979) Seeds of the earth; A private or public resource? Inter Pares (Ottawa) for the Canadian Council.

2. 多様性条約関連:

1. 堂本暁子 (1995) 生物多様性, 岩波書店.
2. 森岡一 (2009) 生物遺伝資源のゆくえ —知的財産制度からみた生物多様性条約—, 三和書籍.
3. 渡邊和男 (2010) COP-10 CBD と食料農林業遺伝資源の関わり. 国際農林業協力 33(2): 11-18.
4. 枝廣淳子 (2011) 私たちにたいせつな生物多様性のはなし, かんき出版.
5. 香坂玲 (2012) 生物多様性と私たち, 岩波ジュニア新書.
6. 本川達雄 (2015) 生物多様性, 中央公論新社.
7. 畠山武道・柿崎宏昭 (2006) 生物多様性保全と環境政策 —先進国の政策と事例に学ぶ—, 北海道大学出版会.
8. バイオインダストリー協会生物資源総合研究所 監修, 磯崎博司・炭田精造・渡辺順子・田上麻衣子・安藤勝彦 編 (2011) 生物遺伝資源へのアクセスと利益配分 —生物多様性条約の課題—, 信山社.

9. URL:http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/page22_000011.html (外務省 HP)

10. URL:<http://www.fao.org/nr/cgrfa-about/cgrfa-histry/en/> (FAO の HP)

3. 遺伝資源海外探索報告：

1. 農林水産省農林水産技術会議事務局連絡調整課 (1985) 植物遺伝資源の海外探索導入に関する海外出張の手引き.
2. 農業生物資源研究所 (1987) 植物遺伝資源探索収集の手引き.
3. 外務省外務報道官監修 (1989) 海外生活の手引き ー北アフリカ編ー, 世界の動き社.
4. 天野洋一 (1985) コムギのトルコ, エジプトにおける探索導入. 植探報 1: 98-111.
5. 瀬古秀文 (1986) 麦類遺伝資源の収集と導入, イタリア, ハンガリー, ユーゴスラビア. 植探報 3: 62-87.
6. 桑原達雄・古庄雅彦・宮川三郎 (1987) 麦類遺伝資源の海外探索調査, モロッコ王国, シリア・アラブ共和国, 1987 年. 植探報 4: 108-131.
7. 宮川三郎・吉田久・前野真司 (1990) 麦類遺伝資源の探索, アルジェリア, 1989 年. 植探報 6: 93-126.
8. 奥野員敏・吉田久 (1994) 中央アジアにおけるムギ類遺伝資源の探索収集. 植探報 10: 215-224.
9. 奥野員敏・吉田久 (1994) 北カフカスにおけるムギ類近縁野生種遺伝資源の探索収集. 植探報 10: 133-143.
10. 田谷省三・石川直幸・M. Afzal (1994) パキスタン国における麦類遺伝資源の探索収集. 植探報 10: 55-73.
11. 古庄雅彦・谷藤健・蒲生卓磨・Z. Abmal・M. S. Masood (1997) パキスタン国における麦類遺伝資源の共同調査と収集, 1996. 植探報 13: 59-86.
12. 土井芳憲・牛山智彦 (1999) ギリシャにおける麦類遺伝資源の探索. 植探報 15: 119-122.
13. 吉田久・宮川三郎・前野真司 (1990) アルジェリアの麦類遺伝資源探索収集行. 農業技術 45(7): 325-327.
14. 吉田久 (1992) 海外における植物遺伝資源の探索と収集 (2) 麦類 (アルジェリア). 農及園 68(11): 619-626.
15. Yoshida H. (1992) ICARDA, Algeria-Japan Joint Mission collecting Wheat and Barley Germplasms in Algeria. GRP Newsletter No.13.
16. 吉田久 (1992) 海外における植物遺伝資源の探索と収集 (20) ムギ類 (旧ソ連・中央アジア). 農及園 68(11): 1225-1232.
17. Yoshida H. (1993) Exploration for the Collection of Wheat and Barley Germplasm in Central Asia. GRP Newsletter No.18.
18. 吉田久・奥野員敏 (1995) ロシア・北カフカス, ムギ類近縁野生種探索収集, 3,000 キロの旅. 農及園 70(6): 654-660.
19. 奥野員敏 (1992) 海外における植物遺伝資源の探索と収集 (1) 現状と未来. 農及園 67(4): 517-521.
20. 奥野員敏 (1994) 海外における植物遺伝資源の探索と収集 (24) 最終稿にあたり. 農及園 69(3): 416-422.
21. Kihara H., K. Yamashita and M. Tanaka (1965) Morphological, physiological, genetical and cytological studies in *Aegilops* and *Triticum* collected from Pakistan, Afghanistan and Iran. In Results of the Kyoto Univ.Sci.Exp. to Karakoram and Hindukush., 1955, 1: 1-118.

22. Tanaka M. (ed.) (1978) A preliminary report of the Kyoto University scientific exploration to the eastern Turkey, 1976. Report of plant germ-plasm Institute No.3. Faculty of Agriculture, Kyoto University.
23. Tanaka M. (1983) Geographical distribution of *Aegilops* species based on the collection at the plant germ-plasm Institute, Kyoto University. Proc. 6th Int.Wheat Genet.Symp., Kyoto, Japan, P1009-1024.
24. Sakamoto S. (ed.) (1986) A preliminary report of Kyoto University ethnobotanical exploration to Greece and Turkey in 1982. Report of Plant Germ-plasm Institute No. 7, Faculty of agriculture, Kyoto University.
25. Furuta Y. and S. Ohta (1991) Field research of wheat, barley and their wild relatives in southern Italy and Greece. Wheat Inf. Ser. 72: 70-73.
26. Takahashi R., J. Hayashi, U. Hiura and S. Yasuda (1968) A study of cultivated barleys from Nepal himalaya and north India with special reference to their phylogenetic differentiation. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. Okayama Univ. 14(2): 85-122.
27. Konishi T. (1986) Genetic variation of barley populations collected in east Nepal. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. Okayama Univ. 19(1): 63-76.

4. 品種一覧および遺伝資源保存関係：

1. 農林省関東東山農業試験場 (1959) 麦類品種一覧, 1-333.
2. 吉田久ら (1993) コムギ遺伝資源の品種特性. 農業研究センター研究資料 No.27: 1-282.
3. 吉田久ら (1994) オオムギ遺伝資源の品種特性. 農業研究センター研究資料 No.28: 1-386.
4. 吉田久ら (1995) コムギおよびオオムギ遺伝資源目録. 農業研究センター研究資料 No.33: 1-205.
5. 農林水産技術会議事務局 (1966) 二条大麦品種および系統の特性.
6. Witcombe J.R. (1983) A guide to the species of *Aegilops* L. International board for plant genetic resources: -Wheat programme-.
7. Kyoto University (1964) Catalogue of Genetic Stocks. Laboratory of Genetics and Research Institute for Agricultural Plants, Faculty of Agriculture, Kyoto University.
8. Yamashita K. (ed.) (1965) Cultivated Plants and Their Relatives. The Committee of the Kyoto University Scientific Expedition to the Karakoram and Hindukush, Kyoto University, Kyoto, Japan.
9. Tanaka M. (ed.) (1983) Catalogue of *Aegilops-Triticum* Germplasm preserved in Kyoto University. Plant Germ-plasm Institute No. 1. Faculty of Agriculture, Kyoto University.
10. Gordon K. and M. Feldman (1987) Wild Wheat: -An introduction-. University of Missouri, Colombia.
11. Croston R.P. and J.T.Williams (1981) A world survey of wheat genetic resources. International board for plant genetic resources.

5. ジーンバンク：

1. 白田和人 (2009) 生物資源をめぐる国際情勢に対応した生物遺伝資源の保全技術の改良とジーンバンク活動の改善に関する研究. 農業生物資源研究所研究資料 No.8: 1-95.
2. 長峰司 (2003) 世界の食糧生産にむけて—ジーンバンク事業の未来. 農林水産技術研究ジャーナル 26(2): 48-51.
3. 吉田久 (1994) 遺伝子源研究 —最近の展開, 麦類遺伝資源の探索・収集と評価. 農業技術 49(11): 498-502.
4. レオン・ヘッサー, 岩永勝 監訳 (2009) ノーマン・ボーローグ, 悠書館.

5. (独) 農業生物資源研究所 (2010) 我が国における食料農業植物遺伝資源の活用事例; コムギ「もち姫」, p4.
6. Research Council Secretariat of MAFF and National Institute of Agrobiological Resources (1996) Plant Genetic Resources: Characterization and Evaluation -New approaches for improved use of plant genetic resources-. The Fourth Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan International Workshop on Genetic Resources.

6. 特性評価資料:

1. 農業研究センター (1986) 小麦調査基準第1版, 皮麦・裸麦(非醸造用二条大麦)調査基準第1版, 醸造用大麦調査基準第1版.
2. 農業生物資源研究所 (1992) 植物遺伝資源特性調査マニュアル 第1分冊(稲類, 麦類, 豆類, いも類, 雑穀・特用作物), P8-21.
改訂版: [http://gene.affrc.go.jp/manuals-plant_characterization.php].
3. National Institute of Agrobiological Resources, MAFF (1999) The Descriptors for Characterization and Evaluation in Plant Genetic Resources 1: P9-22.
4. 木場英久・茨木靖・勝山輝男 (2011) イネ科ハンドブック, 文一総合出版.
5. 舘岡亜緒 (1983) 植物の種分化と分類, 養賢堂.
6. Yoshida H., M. Kamio and K. Kawaguchi (1983) Evaluation of cultivars for early maturity in the Japanese wheat breeding. Proc. 6th Int. Wheat Genet. Symp. (Kyoto): 601-612.
7. 農林省農事試験場 (1981) 小麦品質の地域的変動に関する研究. 農事試験研究資料 No.4.
8. Juan D., Estelle V.E., Chaparro-Garcia A., Bijsterbosch G., Keizer L.C.P., Zhou J., Liebrand T.W.H., Xie C., Govers F., Robatzek S., van der Vossen E.A.G, Jacobsen E., Visser R.G.F., Kamoun S. and Vleeshouwers V.G.A.A. (2015) Elicitor recognition confers enhanced resistance to *Phytophthora infestans* in potato. *Nature Plants* 1 (4): Article Number: 15034.

7. 食料・人口動向関連

1. ミッチェル D.O.・インコ M.D.・ダンカン R.C., 高橋五郎 訳 (1998) 世界食料の展望 - 21世紀の予測, 農林統計協会.
2. レスター・ブラウン編著, エコ・フォーラム 21世紀日本語版 監修 (2001) 地球白書: ワールドウォッチ研究所 2001-2002, 家の光協会.
3. レスター・ブラウン, 福岡克也 監訳 (2005) フード・セキュリティー - だれが世界を養うのか -, ワールドウォッチジャパン.
4. 日本生活協同組合連合会 編 (2008) 食料自給率のはなし, 日本生活協同組合連合会出版部.
5. 末松広行 (2008) 食料自給率の「なぜ?」, 扶桑社新書.
6. 浜田和幸 (2009) 食糧争奪戦争, 学習研究社.
7. 農林水産省 (2007) 世界の食料需給の現状, 食料・農業・農村白書.
8. 伊東正一 (2001) 世界の穀物統計, 全国食糧振興会.
9. 国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集」. [<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Popular/Popular2016.asp?chap=0>].