

特集

遺伝資源の収集、保存、利用

植物遺伝資源の利用

Utilization of Plant Genetic Resources

井山 審也*

Shin-ya Iyama

1. 遺伝資源の評価と記録

遺伝資源を有効に利用するためには、それらの名前、由来、特性の評価などの記録の整備が不可欠である。そのような記録のない、ただ単に保存されているだけの遺伝資源の価値はないのに等しいと言わざるをえない。収集・導入した遺伝資源について、その性能を明らかにするために、種々な観点から評価が行われる。その際、種々な場所で調査された記録を総合する場合や、多くの研究者が利用する場合、特性に対する概念上の混乱を避けるために、記述の項目や方法、評価の基準や方法を統一的行うことが要求される。

1.1 遺伝資源の記録項目

収集・導入した遺伝資源については、まずパスポートデータと呼ばれる来歴をしめす情報が記録される。登録番号とともに名称（学名、品種名、系統名）、入手の場所、入手時期、もとの保存場所での登録番号などの記録で、また収集品については収集者、収集場所の位置、地理的状况、収集源（野生、栽培、市場で、研究機関で、など）などの収集に関するデータも付け加えられる。

特性の記録としては、まず第1次特性といわれている、一ヶ所に集めて比較的短時間で簡単に調査でき、かつ普遍性の高い形質が調査される。表1に示すような、主として形態的な特性や開花日、成熟日などがこれに当たり、遺伝資源の大まかな特徴を把握するために有効である。

これに対して、評価に時間と費用のかかる形質を便宜的に第2次特性と呼んでいるが、病虫害に対する抵抗性や、種々な不良環境に対する耐性、含有成分に関するものなど利用者にとって重要な特性が多い。それらの評価には、育種を行う際に必要な種々の能力検定の場面で開発された、簡便で適切な評価方法が考案さ

表1 イネの第1次特性

| 調査項目 | 調査基準 |
|----------|--|
| 稈長 | 最長稈の地際から穂首までの長さ、測定。5個体平均 (cm) |
| 穂長 | 最長稈の穂首から穂の先端（芒を除く）までの長さ、測定。5個体平均 (cm) |
| 穂数 | 遅れ穂を除く穂の数、計数。5個体平均(本) |
| ふ先色 | 成熟期におけるふ先の色、観察。 1（黄白～黄）～5（淡赤）～9（黒） |
| 玄米長 | 玄米の長さ、ダイヤルゲージなどで測定。5粒平均 (mm) |
| 玄米幅 | 玄米の幅、ダイヤルゲージなどで測定。5粒平均 (mm) |
| うるち・もちの別 | 直接またはヨード・ヨードカリ反応による玄米の観察。2（うるち）～8（もち） 5個体の観察。 |
| 出穂期 | 調査区全個体の50%が出穂を始めた日、観察。（月日） |

れているものが多い。

経済的植物に関しては、わが国では農林水産省の試験研究機関で評価と記録を組織的に行っており、植物遺伝資源の特性の調査法の手引を作成して、評価作業



図1 IBPGR刊行のアワの調査・記録項目の小冊子

* 国立遺伝学研究所遺伝資源研究室助教
〒411 静岡県三島市谷田1111番地

の指針を示している。農林水産技術会議事務局と農業生物資源研究所によって昭和62年3月に発行された植物遺伝資源特性調査マニュアル(第1次特性)¹⁾は、稲、麦、まめ類、いも類、雑穀特用作物、牧草飼料作物類、果樹類、花卉、茶、桑、熱帯亜熱帯作物等の88種類に互って、主要な形態的特性の調査項目、評価基準、調査方法などが示されている。同様な特性調査マニュアルが動物遺伝資源についても作られている²⁾。

また国際的には、IBPGR(国際植物遺伝資源理事会)が、各種の作物、野菜類、果樹などについて調査・記録の項目とその評価基準を示した小冊子を対象植物別に発行している(図-1)。

1.2 イネの遺伝子命名規約

多数の遺伝資源を比較検討したり、多くの人々が利用や研究をする立場から、表記法や評価方法の標準化が重要であるが、その一つに遺伝子名の統一がある。

われわれに最も身近なイネに関しては、いままで主としてわが国を始めとするアジアの国々での遺伝学的研究が盛んに行われてきて、多くの遺伝子が同定・命名されてきたが、それらの間の統一は行われていなかった。同じ日本の中でも種々な命名が存在した。遺伝資源の情報化の必要性が認識されて、わが国の研究者の有志によって、イネ遺伝資源情報委員会が組織され、情報化のためにまず記述の基礎となる遺伝子の表記の統一が緊急の問題として取り上げられた。この活動は引き続いて国際イネ研究所(IRRI)の研究者と合同して国際的な統一が計画され、イネの遺伝学に関する研究者の国際的組織Rice Genetics Cooperative(RGC)が1986年に結成された時、その傘下の「イネ遺伝子記号、命名および連関群委員会」(委員長:木下俊郎北大教授)として活動することとなった。いまままでに、イネ遺伝子の命名規約を完成し³⁾、またこれまでに報告されているイネの遺伝子名を整理し、Rice Genetics Newsletterに逐次掲載するとともに、新たに報告されるイネ遺伝子に承認を与えて、同誌上でその紹介を行っている。

1.3 イネの連関群の決定

遺伝子は染色体の上に位置しているので、同じ染色体の近い位置にある遺伝子同士は、遺伝の際に一体となって行動する傾向にある。このような関係を連鎖といており、そのような遺伝子の集まりを連鎖群または連関群という。従って、連関群はその生物の染色体対の数だけあることになる。しかし、それを決めるのには、必ずしも染色体をもとにする必要はなく、同一

行動をする形質の関係から連関群を規定することができる。そのため、イネの12の連関群については、いまままでに北海道大学および九州大学の研究者のグループ、西村米八氏の染色体の相互転座の材料から決めた連関群、インドの研究者による連関群など、それぞれ特異な連関群の名称があったが(表2)、RGCでの協議によって、イネの細胞分裂のパキテン期の染色体の長さの順に染色体に番号付をすることを決定し、目下国際的な委員の構成でその作業をすすめている。これによって、連関群と染色体との対応関係が確定し、かつ統一された連関群の記述ができることになる。

表2 連鎖、染色体、および3価染色体から決められた種々の連関群番号の比較。

| 連 関 群 | 染 色 体 | | | | 3 価 染 色 体 | |
|--------|--------|--------|----|----------------|-----------|--------------|
| | 木 下 | Misro* | 西村 | Shastry ほ か | 倉田 ほ か | Khush ほ か |
| I | I | 6 | 3 | K6 | triplo-3 | B |
| II | II | 11 | 12 | K4 | triplo-12 | E |
| III | III | 3 | 1 | K1 | triplo-1 | O |
| IV | IV | 10 | 7 | K11 | triplo-7 | F |
| VI+IX | VI, IX | 2 | 5 | K9 | triplo-5 | L |
| V, VII | IX | 1 | 9 | K10 | triplo-9 | H |
| VIII | VIII | 9 | 11 | K8 | triplo-11 | G(I.G.&K) |
| X | | 8 | 2 | K2 | triplo-2 | N |
| XI+XII | XI | 5 | 4 | K3 | triplo-4 | M |
| fgl | | 7 | 10 | K12 | triplo-10 | C |
| d-33 | | 4 | 6 | K5 | triplo-6 | A |
| sug | | 12 | 8 | K7 | triplo-8 | D |

*MisroのV, VIIとXは木下の連関群と対応しない。

1.4 遺伝資源情報とその管理

遺伝資源を有効に利用するためには、それらに関する記録から、どこに、どのような特性のものが存在するかを容易に検索できるような態勢になっていることが必要である。そして、国内、国外にわたって情報のネットワーク化が望ましい。現在までのところ、わが国のいろいろな機関から、遺伝資源の所在や特性を収めたカタログが刊行されているが、さらにこのような情報を電算機のデータベースとして作成し、電算機による検索を行えるようにする計画がいま各方面で進められている。

わが国では、農業生物資源研究所で、種子貯蔵施設に収められている種子繁殖性の主要作物の種子について、科、属、種名、由来地域のコード、品種番号、呼び名などからなる植物遺伝資源配布目録を作成、刊行し、関係機関に提供している。大学関係では、文部省所管下の大学、研究所などに維持されている実験用生物系統の情報の取りまとめが行われており、国立遺伝

表3 全国大学作物遺伝資源目録に収録された作物の種類と系統数

| 作物の区分 | 種数 | 種名 | 系統数 |
|-------|-----|--|-------|
| 雑穀 | 8 | ソバ, アワ, ヒエ, センニンコク, シコクビエ, キビ, モロコシ, エンバク | 1,139 |
| まめ類 | 7 | ダイズ, アズキ, インゲン, ソラマメ, エンドウ, ラッカセイ, シカクマメ | 5,194 |
| 工芸作物 | 10 | クワ, ワタ, アサ, ラミー, ゴマ, ヒマ, ベニバナ, ほか | 1,833 |
| 飼料作物 | 17 | マメ科牧草類, イネ科牧草類など | 426 |
| 蔬菜 | 24 | トマト, ナス, トウガラシ, ウリ類, ネギ, タマネギ, サトイモ, ハクサイ, ツゲナ類, ニンジン, イチゴ, ほか | 1,212 |
| 果樹 | 51 | リンゴ, ナシ, カリン, カキ, モモ, スモモ, オウトウ, アンズ, ウメ, ブドウ, イチジク, 柑橘類, 熱帯果樹, ほか | 1,714 |
| 花卉・花木 | 百数十 | | 4,816 |

学研究所遺伝実験生物保存研究センター遺伝資源研究室では、植物、動物、微生物、培養細胞などを対象に調査を行って、実験生物系統の名称、所在、由来、特性などを含んだ、生物別のカタログにまとめて逐次刊行するとともに、データベース化を行っている。また、筑波大学農林技術センターを中心とした全国大学農場協議会は、大学の農場などに維持されている作物、果樹、花卉などを遺伝資源目録⁴⁾として刊行し、種々多様な作物の種類と多数の系統が保存されていることをよく示している(表3)。

京都大学農学部植物生質質研究施設はコムギとその近縁種のカatalog⁵⁾を刊行し、エギロプス属24種2400系統、コムギ属23種4400系統そのほかを、それぞれの採集地の位置と高度などの採集データとともに記載している。また、岡山大学資源生物科学研究所は、保有するオオムギの収集系統4000系統についてCatalog⁶⁾を刊行し、それぞれの農業形態の特性、生理的特性、病理的特性、遺伝的特性などの28項目についての豊富な情報を記載している。これらのデータは同時に電算機のデータベース化が行われている。

植物遺伝資源情報のデータベースは、表4に示すようなものが農林水産省で作成されている。今まで作られているもののほとんどが、第1次特性のもので、第2次特性を目的としたデータベースはまだ限られたものしかないが、今後この領域のものが整備されてきつつある。しかし、その使用は今のところ部内に限られるようである。

最近刊行された特徴ある2, 3の植物遺伝資源に関する刊行物をあげると、進化生物研究所を中心とする

表4 農林水産省作成の植物遺伝資源データベース

| 植物名 | データベースの内容 | 項目数 | 件数 |
|--------|------------------|-----|--------|
| 水稻 | 種子保存目録(パスポートデータ) | 18 | 8,316 |
| ムギ類 | 種子保存目録(パスポートデータ) | 18 | 9,410 |
| 畑作物 | 種子保存目録(パスポートデータ) | 18 | 10,009 |
| 園芸作物 | 種子保存目録(パスポートデータ) | 18 | 2,524 |
| 飼料作物 | 種子保存目録(パスポートデータ) | 18 | 819 |
| 水稻 | 内外イネ品種の特性解析 | 66 | 5,189 |
| 水稻 | わが国の在来イネ品種の特性 | 66 | 1,278 |
| 二条オオムギ | 二条オオムギ品種および系統の特性 | 24 | 621 |
| オオムギ | 六条皮ムギ品種の特性 | 42 | 977 |
| コムギ | ムギ類奨励品種決定調査 | 76 | 1,909 |
| ソルガム | グレインソルガム育種試験成績書 | 98 | 2,646 |

研究グループは、東南アジア、アフリカ、中南米の現地調査をもとにして、マメ科植物400属、2650種の植物学的特徴、分布利用の部分などを簡潔に取りまとめた便覧⁷⁾を刊行した。この中には、食用、飼料用、油料用、薬用、木材用、園芸用など広く、種々な用途のものが示されており、最近注目されるようになった、石油系の炭化水素などを含み、そのまま車の燃料に使うことのできるというコパババルサムを産する南米のコパイフェラなど興味ある植物資源が紹介されている。

田中長三郎大阪府立大学名誉教授の膨大な食用植物に関する資料を基に編集された英文の事典⁸⁾が刊行されたが、1万種類を超える全世界の食用として用いられる植物について学名、現地名、用途と食用部分、分布、参考文献を記載している。編集者の中尾佐助教授によると、田中教授の多量の資料は国立民族博物館に寄贈され、一般に公開されるが、この事典はそのインデックスの役割も持っており、その資料は現在の世界の食糧問題の解決にばかりでなく、工業生産にも活用されるだろうという。

インドネシアに在住のカサハラ(笠原 晋)氏は、インドネシアの薬用植物のインデックス⁹⁾を刊行した。202科7557種類の植物を分類し、原産地、分布、形態、利用法などについて、インドネシア語と英語を併記してあるので、国外の研究者の利用に便利である。

2. 遺伝資源の利用

育種家は作物を改良するとき、必要な特徴の組合せを持った理想の形を頭に描いて仕事を行う。その仕事に必要な素材は、突然変異を人為的に誘発して使う場合を除けば、すでに存在する遺伝資源の中に求めなくてはならない。育種家は、どのような性質の遺伝資源がどこにあるかをよく知っていなくてはならない。

表5 耐病虫抵抗性などの導入の事例

| 病虫害など | 遺伝子 給 源 |
|------------------------|--|
| イネ縞葉枯病 | インド型品種「Modan」 |
| イネツマグロヨコバイ およびイネ萎縮病 | 台湾品種「白米粉」 |
| イネトビイロウンカ | IRRI系統IR1154-243 |
| イネ白葉枯病 | 日本在来品種「愛国早稲3号」 |
| イネいもち病 | 日本在来品種「愛知旭」「石狩白毛」 中国在来品種「荔支江」「杜福」 フィリピン在来品種「Tadukan」など |
| イネグラッシースタント病 | 近縁野生種 <i>Oryza nivara</i> |
| コムギ赤さび病 | 二粒系コムギ「RW-12」 チモフェュービコムギ「AR-1」 |
| ビール用2条オオムギ ダイズ矮化病 | 中国在来品種「木石港」 中国在来品種「四粒黄」から選抜した 「黄宝珠」(北海道) |
| ダイズシスト線虫 | 日本在来品種(東北地方)「下田不知」 |
| バレイショ疫病 | 野生種 <i>Solanum stoloniferum</i> |
| バレイショ霜害 | 野生種(アンデス) <i>S. acaule</i> |
| トウモロコシすじ萎縮病 | 日本在来品種(山梨県)「神金-1」 |

作物が突然に病気にかかるようになり、広範囲に深刻な被害をうけて大問題になると、耐病性の遺伝子を原産地の古い品種や近縁の野生種の中に求めて、採集隊を繰り出すことがよく行われた。いまでも病虫害抵抗性を在来品種や近縁の野生種などから導入することは広く行われており、わが国でもこのような例がおおい(表5)。

つぎに最近話題になった2, 3の興味ある遺伝資源の利用について紹介する。

2.1 半矮性コムギおよびイネの育種

従来欧米で作られていたコムギは、草丈が130cmもある丈の高い品種であった。このような品種では、密植で肥料を多く与えた条件では、成熟したときに倒れ易く、多量の肥料を与えても収量を増すことが困難であった。これを克服するためには、草丈が低く、稈が強い性質を持つものでなくてはならなかった。1945年終戦後の日本に進駐軍の農業顧問として来日した、アメリカ農務省天然資源局のS. C. サーモンは、日本のコムギ24品種の種子を米国に持ち帰ったが、その中に農林10号という草丈の低い品種があった。この品種は日本在来の短稈の達磨という品種と、外国品種との交雑によって改良された品種で、草丈は60cmと低いものにも拘らず、穂が大きいことが特徴であった。当時、強稈で倒れ難く、多数の穂を付け、草丈が低くて、秋の早播きに適したコムギを求めていたアメリカ農務省のオーヴィル・ヴォーゲルは農林10号の特徴に注目し

て、1949年に交配親として使い、1961年に秋播性で、強稈で倒れ難く高収量の品種ゲインズを作り出し、米国北西部のコムギ作を著しく向上させた。そのころ、メキシコのコムギ品種改良に携わっていたアメリカの育種家N. E. ボローグは、ヴォーゲルが農林10号の利用によって半矮性の多収品種の育成に成功していることを知って、農林10号の血の入った交雑の種子を譲り受け、それをもとに更にメキシコのコムギ品種と交配して、草丈が低く、病気にも強い早熟多収の品種、ピテック62とペンハーモ62を1962年に作出した。その後、1977年までに25の半矮性品種が作られ、それまでメキシコの長稈の品種の収量では、1ヘクタールあたり4.5トンを超えなかったのに、9トンを超えるものが現れるようになった。さらに、これらの品種は、インド、パキスタンをはじめ世界各国に栽培されて、コムギ作に貢献し、とくにインド、パキスタンにおけるメキシコ系コムギの成果は「緑の革命」と呼ばれるほど著しく、ボローグは1970年度のノーベル平和賞を受賞した。

イネの分野でも、東南アジアの稲作の収量を向上させるために、窒素肥料を多く与えて、高い収量を得るように、半矮性遺伝子を導入してインド型イネを改良することが、国際イネ研究所(IRRI)で行われた。これには台湾の地方品種低脚鳥尖の草丈が低く、しかも大きい穂を付ける性質が使われた。こうして作られたIR8は、従来の収量の2倍以上の成績をあげることができ、奇跡のイネ(ミラクルライス)といわれた。このような半矮性育種は、日本では九州地方の在来品種「十石」をもとにして昭和28年(1953年)に交雑育種を始め、この交雑から九州地方の多収優良品種の「ホウヨク」その他が育成された。

草丈を低くする矮性遺伝子は数多く知られているが、このような稈を短くするが穂の大きさには影響しない特殊な遺伝子を捕らえたのが成功のもとになっている。出所は異なるが、上のイネの2遺伝子は同一のものであることが後に確かめられた。

2.2 ダイズ蛋白質アミノ酸組成の改良

ダイズは植物性蛋白質の給源として重要な作物であるが、合流アミノ酸メチオニン、システインの含有量が少ないことが栄養的な欠点となっている。ダイズ蛋白質を構成する7Sと11Sのグロブリンのうち、7Sグロブリンは含硫アミノ酸量が低いので、7Sの量を低くして11Sの量を増加させ、11S:7Sの比を大きくすることが改良の方法であると言われている。岩手大学農学

部で農林水産省に保存されている1700のダイズ品種を調べたところ、7Sグロブリンの α 、 α' 、 β の3種のサブユニットのうち、 α と β サブユニットが普通の $\frac{1}{2}$ から $\frac{1}{3}$ に低下した「秣食豆(公503)」と、 α' サブユニットが完全に欠失した「毛振」とを発見し、それぞれ1遺伝子で支配されていることも分かった。これらはダイズの蛋白質の改善に有効に利用できるものと期待されている。

このような、栄養成分含量の改良の給源の例として、オオムギの高蛋白及びリジン含量の育種がある。スウェーデンでアメリカ農務省の世界オオムギ・コレクションについて大規模なスクリーニングを行い、その結果50年まえにエチオピアから収集したオオムギ系統の中から、蛋白とリジン含量の著しく高いものを発見し、「Hiproly」と命名した。四国農業試験場はこの「Hiproly」を導入し、日本の品種「ナンブウハダカ」と交配して、戻し交配法で高蛋白・高リジンの「裸麦中間母本農1号」を育成した。これを親の「ナンブウハダカ」と比べると、収量は親と同程度の高収量で、蛋白含量は親の12.5%に対して14.5%と2%高く、リジン含量は親の0.36%に対して0.49%と1.36倍に高まった。

2.3 交雑の不可能な遠縁の遺伝子の利用

高等植物にも遺伝子操作技術や細胞融合などのバイオテクノロジーによる、交雑によらない遺伝子の導入の可能性がたかまり、これによって交雑の不可能な遠縁のもの間でも、有用な遺伝子の導入が期待されるようになり、遠縁のもの持つ遺伝子の利用が注目されるようになった。たとえば、イネに耐塩性を付与することは、海水の影響を受け易い東南アジアのデルタ地帯の稲作には重要な育種目標である。イネ属の *Oryza coarctata* は、インドのガンジス河の河口付近に生育して、強い耐塩性を持つので、この遺伝的特性の利用が試みられている。

3. おわりに

鳥山国土氏は収集保存されている植物遺伝資源が育種に有効に利用された種々の事例を紹介しているが¹⁰⁾、その中で、収集した時には全く認識されていなかった遺伝的特性が、その後のスクリーニングによって発見され、利用されている例が多いことを指摘している。新しく発生した病虫害や、病原菌の病原性の変化などに対するの抵抗性を求める場合や、今まで考えられていなかった新しい特性が要求される場合などである。

大量の材料の中から望みのものがごく僅かに発見されることが多い経験から、一見無駄に思われる多量の遺伝資源の保存が決して無駄ではないことを強調している。

実用的には全く問題にされない在来品種や近縁野生種から、多くの有用遺伝子が発見され、評価・開発されて新品種の育成に利用されているが、このような例は今のところ微々たるものである。このような有用遺伝子の開発利用のためには、どこにどのような遺伝子が存在するかの情報が不可欠である。

遺伝資源は、その能力の評価・開発と利用があつてこそ人類の貴重な財産になりうるもので、そのためには、既に集められているもの、あるいは新たに集められてくるものについて、種々な角度からその特性の評価を行うことに努力を注ぎ、さらにその結果を整理・公表して広く利用される途を開く必要がある。

参 考 文 献

- 1) 植物遺伝資源特性調査マニュアル(第1次特性). 昭和62年3月. 農林水産技術会議事務局・農業生物資源研究所. 131頁.
- 2) 動物遺伝資源特性調査マニュアル(未定稿). 昭和63年3月. 農林水産技術会議事務局・畜産試験場. 151頁.
- 3) Kinoshita, T. (1986) Report of the Committee on Gene Symbolization, Nomenclature and Linkage Groups. Rice Genetics Newsletter 3: 4-19.
- 4) 全国大学作物遺伝資源保存目録.(I).(II). 昭和55-57年. 筑波大学農林技術センター.
- 5) Tanaka, M. (1983) Catalogue of *Aegilops-Triticum* Germ-Plasm Preserved in Kyoto University. pp. 179. Plant Germ-Plasm Inst., Kyoto Univ., Kyoto, Japan
- 6) Takahashi, R., et al. (1983) Catalogue of Barley Germplasm Preserved in Okayama University. pp.217. Inst. Agric. & Biol. Sci., Kurashiki, Japan.
- 7) 近藤典生監修, 湯浅浩史・前川文夫編(1987) 豆科資源植物便覧. 511頁. 財団法人日本科学協会.
- 8) Tanaka, T. (1975) Tanaka's Cyclopedia of Edible Plants of the World. Ed. S. Nakao. pp. 924. Keigaku Publ. Co. Tokyo.
- 9) Kasahara, Y. S. (ed.) (1986) Medical Herb Index in Indonesia. pp. 540. P. T. Eisai Indonesia, Jakarta.
- 10) 鳥山国土(1985) 農業及び園芸 85(11): 1333-1339, 85(12): 1459-1463.