

インドにおける食用マメ類の栽培

— その歴史と現況 — *

前 田 和 美

(農学部作物・育種学研究室)

Pulse Cultivation in India—Its History and Present Status

Kazumi MAEDA

Laboratory of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agriculture

Abstract : Since 1972, botanical and agronomical characteristics of 19 species of the Indian pulses (100 strains), which were collected in India and introduced to Kochi University by The Scientific Survey of Tottori University (1971) and the author (1976), have been investigated. And the author carried out, with the above-mentioned investigations, the studies on the recent status and problems in cultivation of pulses in India through the studies by the agricultural statistics and publications and the visit to leading research institutes, agricultural universities and the villages in India in 1976. Major subjects which were described and discussed in this paper are as follows: 1. Origin and history of principal Indian pulses; 2. Recent status of the production and cultivation of pulses; 3. Pulse production and "Green Revolution"; 4. Pulses as the crop in Indian agriculture-cropping system, particularly the mixed cropping and in which the adoption of the pulses, and genetic improvement of the pulse cultivars; 5. Some problems in the increase of pulse production and supply of the vegetative proteins in future.

まえがき

わが国で今までインド農業について論じた報告は多いが、食料、作物としてのマメ類のインド農業における地位、役割りについての研究はほとんど見られない。著者は1972年以来、鳥取大学学術調査隊(1971)や著者(1976)によってインドで収集、導入された食用マメ類、19種、約100系統についてその植物学的、作物学的ならびに栽培的諸特性を調査し、わが国における栽培、利用の可能性について検討を行なって来た。それと平行して、ダイズ、ラッカセイを含めた主要なマメ類のインドにおける起源、作物としての発達、生産の現況、栽培技術や加工、利用の形態などに関する文献や統計資料の収集に努めて来た。その研究成果の一部はすでに報告されている¹⁻⁷⁾が、とくに、“インドにおける主食作物の多様性と分布 ——マメ類の作物的選択とその要因から—— (1976)”⁴⁾は本稿の試論としてとりまとめられたものである。そして、1976年には2カ月にわたりインドの国・公立農学研究機関、主要な農科大学、農村などを調査する機会を得て、マメ類の栽培、利用、研究の現況について見聞することが出来た。本稿では、以上の諸知見に基づいて、別に報告したラッカセイ⁷⁾に引続き、インドの食用マメ類についてとくに作物としての地位から考察した結果を報告する。なお、最近のマメ類の育種や栽培技術の研究の現況を扱っている文献として、インド農業研究会議による“Pulse Crops in India”(1970)⁸⁾やインド農業研究所、“New Vistas in Pulse Production”(1971)⁹⁾などがあるが、後者については著者が全文をすでに翻訳、紹介している⁶⁾ので、これらの問題についての本稿での記述は概要だけに留めた。

* 本研究の一部は、日本作物学会四国支部第13回講演会(1976年8月)および日本熱帯農業学会第41回講演会(1976年10月)において発表。

I. 食料としてのマメ類

FAO (1960/1961) の調査や Swaminathan *et al.*¹⁰⁾ の報告によれば、インド人1人1日当りの蛋白質摂取量は52.2gで、その約90%を植物性蛋白に依存しているが、その16~20%がマメ類およびナッツ類となっている。従って動物性蛋白摂取量の割合は世界で最低のグループに入り、いわゆる“プロテイン・ギャップ”はインドでは極めて深刻な問題となっている。とくに国民栄養的立場からは人口の40%を占める15才以下の児童、その25%の乳幼児の蛋白栄養の改善が急務¹¹⁾とされている。しかし、最低必要量、45g/人/日(インド医学研究会議)を動物性蛋白を主にした食品で満すためには現在、まだ多くの困難がある。インドにおける動物性蛋白摂取量が低い理由として歴々“アヒムサ (*ahimsa*)”思想* による肉食拒否が挙げられる。これは人口の約70%といわれるヒンズー教徒に多く¹²⁾、生命をもたない牛乳や卵(無精卵)は食べることが許されるが、これらの動物性食品の供給は極めて不足しており、また、それらが高所得階級によって独占されてしまうという現実もある。すなわち、動物性蛋白の摂取不足は宗教的理由よりも貧困こそが真の理由であるとともいわれている。

従って、一般的なインド人の毎日の食物構成では、栄養的な均衡を得るためにマメ類がまさに“poor mans' meat”として「穀類+マメ類」という組合せが基本的パターンとなり、相互の制限アミノ酸の補完効果をもつ食物としてマメ類は日常不可欠のものとなっている⁸⁻¹¹⁾。このように、マメ類は穀類とは対等の地位にある“主食, staple food”であり、動物性食品とはもちろん、他の植物性蛋白食品と比べても単位量当りの価格が最も安い蛋白給源となっている⁷⁾。そして、最も一般的なマメの食用形態のダル (*dal, dahl*, マメの挽割りもダルとよぶが、これを水浸した後に煮てスパイスで味つけしたマメ料理をダルという) に対するインド人の嗜好度は実は低いという興味深い報告¹⁴⁾もあるが、わが国などにおけるダイズと同様に、種々のマメが醸酵、非醸酵態の様々の形に加工、調理^{9,11,15)}されて毎日の食卓に上り、インド人の栄養を支えて来たのである。

以上のように、作物としてのマメ類を考える場合には、まず食料としてのマメの発達、その食べ方、嗜好性などインドにおける“マメ食文化”の把握と理解が必要である。

II. インドの主要マメ類の起源と歴史**

最近のインドにおける初期農耕遺跡の考古学的調査に関する2, 3の報告¹⁶⁻¹⁹⁾によると、インド亜大陸でアーリア民族による農耕の開始が最も早かったインダス流域を始めとして、ガンジス流域、インド半島西部、中部、デカン高原地域などの遺跡から、近東のムギやミレット(シコクビエ、トウジンビエ、モロコシ)と一緒に幾つかのマメ類が出土している。すなわち、ハラッパ遺跡

* アヒムサ、すなわち動物不殺生思想に基づく動物性蛋白の拒否がインド人の菜食主義の大きな理由であることは否めない事実である。このアヒムサ思想の発生はヴェーダ (*Veda*) 時代 (B.C. 10~7Cごろ) にさかのぼるといわれている。しかし、動物不殺生は当時とは今日のようなきびしい宗教的タブーではなく、むしろ経済的な理由、すなわち牛乳や乳製品を飲食したインドの古代農民にとって家畜としての牛が非常に価値の高い“宝”であったためという見方が強い。また、最後の氷河時代にインドの東部や南部では氷河が大きく広がらなかったために自然の食料に恵まれ、近東で農耕が始まった B.C. 8000~7000 ごろにもインドはまだ採集経済段階にあった。そして、栄養的に質の高い食料を入手するために動物を殺す必要性は小さかったが、このことが後に信仰、迷信と結びついてアヒムサ思想が生れたとされている¹³⁾。

** 世界の農耕起源とマメの栽培化におけるインド亜大陸のマメ類の位置については、拙稿、“食料としてのマメ類の発達、とくに初期農耕時代におけるマメ類の栽培化に関する諸研究”(綜説および175篇の文献目録) [昭和49年度文部省科研報告(総研B)、作物生産に関する境界領域分野の総合的研究、6~16, 1975] で論じた。

その他 (B.C. 2200~1500) からはエンドウが、また、ビハール州とマディア・プラデシュ州の遺跡 (B.C. 2500~1,800, B.C. 1550~1440) からはコムギと共にエンドウとヒラマメが出土している。内陸部の遺跡 (B.C. 1860~1500, B.C. 1660~1440) からもムギ類、イネ、モロコシ、シコクビエに混じってリョクトウ類、ホースグラム、チックリングベッチなどのマメが出土している。

インドで常食のマメとして、また作物としても最も重要で、世界で生産量が第1位のヒヨコマメは最近、南西トルコに野生する *Cicer reticulatum* から発達した可能性が強くなっている (Lasinsky et al. 1976)²⁰⁾ が、インドでひろく食べられるようになった時代はヒンズー文献に多く出はじめる A.D. 1~4 C ごろとする説^{16,19)} がある。しかし、この年代は、近東におけるヒヨコマメの栽培化の時期 (B.C. 8000~7000) あるいは他のマメやムギ類の伝播の時期から考えるとインドへの伝播が遅すぎるように思われる。この点について Vishnu-Mittre (1974)¹⁹⁾ は、ウタル・プラデシュ州で出土したヒヨコマメが Thermoluminescent 法で B.C. 2000 ごろのものとなされ、おそらく最古のものとして述べている。また、リグ・ヴェーダ (*Rig Veda*, B.C. 1500~1200 ごろに成立) に現れる “canaka” はヒヨコマメと同定されている¹⁸⁾。これは、ヒヨコマメのヒンズー名 “chana” の語源であるサンスクリット名 “chennuka” とも関係が深い、その記録の出現は少くとも B.C. 11 C ごろとする見解もある¹⁹⁾。

キマメについての考古学的事実はまだほとんどない。ヴェーダにも現れず、サンスクリット文献での最も古い出現は A.D. 3~4 C ごろである。インド南部でサンスクリット名で “*tuvari*”, 北部では “*adhaki*” とよばれた植物は、それぞれ、ヒンズー名で今日 “*tur*”, “*arhar*” とよばれるもの²¹⁾ で、現在、*Cajanus cajan* の変種として分類されている。従って、キマメはインド原産とする考えが従来からも有力であったが、最近、De (1974)²¹⁾ の *Alyosia* spp. 植物と *Cajanus* spp. 植物の細胞遺伝学的研究がそれに有力な根拠を与えた。すなわち、同じ族に属する両属植物には種

第1表 インド主要食用マメ類とその生産の割合
Table 1 Species and ratios in production of pulses in India

Hindi name	Botanical name	English name	Japanese name	Ratio*, % Cropped Production area	
<i>avare</i>	<i>Dolichos Lablab</i> (<i>Lablab niger</i>)	Lablab bean	フジマメ	—	—
<i>gram, chana</i>	<i>Cicer arietinum</i>	Chick pea	ヒヨコマメ	41.0	51.0
<i>guar</i>	<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>	Cluster bean	グァール	—	—
<i>khesari dahl</i>	<i>Lathyrus sativus</i>	Chickling vetch	チックリングベッチ	7.9	7.6
<i>kulthi</i>	<i>Dolichos biflorus</i>	Horse gram	ホースグラム	6.3	3.0
<i>lobia</i>	<i>Vigna sinensis</i>	Cowpea	ササゲ	—	—
<i>masur</i>	<i>Lens esculenta</i> (<i>L. culinaris</i>)	Lentil	ヒラマメ	3.3	2.9
<i>matar</i>	<i>Pisum sativum</i>	Pea	エンドウ	5.4	9.8
<i>moth</i>	<i>Phaseolus aconitifolius</i>	Moth bean	モスビーン	6.2	2.6
<i>mung</i>	<i>Phaseolus aureus</i>	Green gram	リョクトウ	5.4	2.5
<i>tur</i>	<i>Cajanus cajan</i>	Pigeon pea	キマメ	9.8	11.2
<i>urad</i>	<i>Phaseolus mungo</i>	Black gram	ケツルアズキ	6.5	3.9
Other pulses**				8.2	5.5

* Prepared from Swaminathan et al. 1975

** *Phaseolus vulgaris*, *Ph. calcaratus* etc.

(Groundnut is included in oilseed crops in the Indian agricultural statistics)

間雑種を形成する種があり、インド半島中部～南部に多く自生し、16種を含む *Atylosia* spp. の植物から突然変異によってキマメ、*C. cajan* が生れたと推定されている。なお、現在すでに *Atylosia* spp. と *Cajanus* spp. の種間交雑によるキマメの育種が進められている²³⁾。

リグ・ヴェーダに現れる “*mudga*”, “*mungi*”, “*kalai*” はマメの総称, “*masa*” はリョクトウ, “*kullutta*” はホースグラムを指すと考えられている¹⁸⁾。(“*mudga*” はケツルアズキを指すとする考えもある。) これらのマメは考古学的事実からもインドで栽培化されたと考えられる。しかし、Kosambi (1964)¹³⁾ が、ヴェーダ文献の一つのヤジュル・ヴェーダ (*Yajurveda*) の “サタパター・ブラーフマナ” (*Satpatha Brahmana*, B.C. 600 ごろまでに成立) に, “*vetches*”, “*lentil*” と共に “*kidney beans*” * が現れると述べているのは, “*kidney beans*” (インゲンマメ) は新大陸原産がほぼ確実であるのでヴェーダの作物名同定の誤りであろう。

ササゲ (カウピー) もインド原産とする説があるがまだ考古学的事実がない。西アフリカのニジェール河上流に発生し、東漸しつつ発展したスーダン農耕文化 (Sudanic Complex, B.C. 5000 ~ 4000 ごろと推定) によって栽培化された約30種の作物²⁵⁾ の中の一つと考えるのが妥当であろう。また、野菜や飼料用だけでなく子実のガム質の工業的利用が注目されているゲルもインド原産と考えられているが、アフリカ原産の野生種 (*Cyamopsis senegalensis*) がインドに導入され、これから発達した (A. D. 9~13 C ごろ) 可能性がある²⁴⁾。

以上のように今日インドで栽培されているマメ類には栽培の歴史の古いものが多いが、ヴェーダ時代の農民は、マメの肥効やマメの煎汁を種子予措に用いることなどを知っていたといわれている¹⁸⁾。これはマメが食物として優れていることから発想によるものとも推察されるが、当時すでに、マメがごく普通の作物として栽培され、容易に入手出来たことを物語るものであろう。また、インドにおける輪作の原理もすでにヴェーダに記述がある^{18)**} とされるが、食事の質の均衡をはかるためにイネの苗代跡へマメを播くことから輪作の原理が自然に発見され、それは焼畑農耕時代に始まるとされている¹³⁾。なお、ヒンズー文献の一つのアルタサーストラ (*Arthashastra*, B.C. 321~186 ごろ成立) には3つの作季の記述があり、その第2季作には “*mudga*” と “*masa*” の2種のマメが栽培され、第3季作にはコムギ、オオムギ、カラシナ、アマなどと一緒にヒラマメと “*kullutta*” の2種のマメが栽培されると述べられている¹⁸⁾。すなわち、ここで第1季作がカリフ作 (*kharif*)、第3季作がラビ作 (*rabi*) (後述) に相当する。

以上、現在のインドの主なマメの起源、栽培の歴史について述べたが、これらの分野についてはインドでもまだ十分に研究が進んでいないようである。一つにはヴェーダやサンスクリット文献に現れる作物名同定の困難さにもよるが今後の初期農耕遺跡の考古学的調査の成果に期待するところが大きい。中尾 (1967)²⁵⁾ によれば、インド亜大陸の農耕文化は西アフリカと共通する “サバンナ農耕文化” と規定される。地形的、気候的自然要素の多様性と、人種、歴史、宗教など社会的要素の多様性をもつインドは、マメ類においても多くの原産種と近東原産種の第1次、第2次の伝播の中心地となり、主食穀物と結合した “雑穀-マメ食文化” は隣接するアジア諸地域の農耕社会の発達にも大きく影響を与えた。そして、さらに長い時間を経てその多種類のマメを複雑な自然条件によって多数の生態型——地方種に分化させつつ、各地域に独特の伝統的慣行栽培技術を発達させた。われわれが作物としてのマメ類の発達の歴史を考える上でインドから学ぶべきことは極めて多い。

* Kosambi の原著¹³⁾ におけるこれらのマメの英語名は同書の訳者、山崎利男氏から教示をうけた。記して謝意を表す。

** リグ・ヴェーダ VIII・91, “アパーラの歌”。辻直四郎訳, リグ・ヴェーダ讃歌, 岩波文庫, 368~370 p. (1970) 参照。

III. 生産の現況

1. インドのマメ類生産と世界における地位

油料種子作物のダイズとラッカセイを含めた世界のマメ類（野菜用を除いた乾燥子実, pulses, grain legumes）の総生産量は約1億tであるが、インドはその14%を占め、アメリカ合衆国および中国について第3位にある。しかし、上の2種を除いた生産量ではインドは世界全体の1/4を生産する最大のマメ生産国である（Tables 1～3）。そして、インドのマメ類生産の第2の大きな特徴は前述したような種類の多様さであるが、栽培、利用上重要なものは約10種である。生産量が少数の国に集中しているヒヨコマメ、エンドウ、キマメのうちでヒヨコマメは世界全体の70%、キマメは90%がインドで生産されており、その重要性がうかがわれる。生産国数が多く、世界全体で占める割合は小さいがインドが世界第1位の生産量のマメにはヒラマメとチックリングベッチがある。他の作物と同様にマメ類も無肥料無農薬栽培が普通で、天水・低地力土壌で栽培が多いためにその収量水準は極めて低い（後出 Table 7 参照）。そのため収量の年変動も大きく、このことが食料、作物としてのマメの重要性が知られながらも作付意欲の低いことの理由となっている。低収量の原因は品種、種子生産、栽培技術、灌漑、価格政策などあらゆる面にわたっており、これらの早急な改善は困難であるが、現在、育種に大きな期待がかけられている。

第2表 世界の主なマメ類生産国とその生産量*
Table 2 Major countries in the world pulse production*

Country	Pulse production, x 1,000 t			
	Soybean and groundnut			
	Order	Included	Order	Excluded
U. S. A.	1	31,689	6	1,024
China	2	20,410	2	7,828
India	3	14,190	1	10,907
U. S. S. R.	4	7,997	3	7,452
Brazil	5	4,159	4	2,444
Nigeria	6	1,397	8	662
Mexico	7	1,382	5	1,131
Pakistan	8	1,049	7	977
World Total		97,778		42,870

* Prepared from Production Yearbook, F. A. O., 1973,
Mean values of 5 years, 1967-1971

2. マメ類の作付減退と“緑の革命”

著者のインドにおける調査課題の一つは、すでに統計の上にも表れていた (Fig. 1), 1960年代中ごろからのヒヨコマメで顕著なマメの作付減退の理由が、いわゆる“緑の革命”の影響によるものであるということをも“緑の革命”の舞台となったパンジャブ州で確かめることであった。

パンジャブ地方はインダス農耕文化 (B. C. 1500 ごろ～) によってインドで最も古くから農業

第3表 インドおよび世界における主要マメ類の生産量

Table 3 Production of major pulses in India and the world* (x 1,000 t)

Species	Mean 1961-1965	1972	1973	1974	Mean	Ratio %	Order in the world
Total Pulses							
India	11,700	10,809	10,727	9,286	10,274	23.36	①
World	41,495	43,538	44,246	44,134	43,973	100.00	
<i>Phaseolus spp.</i>							
India	1,185	1,747	2,568	2,100	2,138	18.79	②
World	9,816	10,940	11,739	11,458	11,379	100.00	
<i>Pisum sativum</i>							
India	955	658	461	389	503	4.51	③
World	11,697	10,427	11,308	11,694	11,143	100.00	
<i>Vicia faba</i>							
India	—	—	—	—	—	—	—
World	4,635	5,356	5,126	5,205	5,227	—	—
<i>Cicer arietinum</i>							
India	5,535	5,081	4,537	4,006	4,541	72.38	①
World	7,041	6,579	6,357	5,885	6,274	100.00	
<i>Cajanus cajan</i>							
India	1,657	1,683	1,928	1,364	1,658	92.11	①
World	1,773	1,831	2,066	1,504	1,800	100.00	
<i>Lens esculenta</i>							
India	348	416	372	396	395	35.33	①
World	1,031	1,140	1,008	1,206	1,118	100.00	
Other Pulses**							
India	1,390	1,224	861	1,032	1,039	31.74	①
World	3,508	3,411	3,087	3,321	3,273	100.00	

* Prepared from Production Yearbook, F. A. O., 1975 (Excluded soybean and groundnut)

** *Dolichos Lablab*, *Lathyrus sativus*, *Voandzeia subterranea*, *Trigonella foenumgraecum*

が進み、農民の意識、技術水準が国内で一番高い地方とされている²⁶⁾。従って農業の生産性もすぐれ、コムギ作を中心に“Grain Bowl of India”をもって任じている畑作地帯であるが、マメ類生産量の90%はヒヨコマメである。1960年代にはヒヨコマメは同州の食用作物の中で第1位の作付率(20~30%)を占める重要なラビ作物であり、収量水準も他州の2~3倍(約1 t/ha)に達していた。南部の県(district)ではその作付率が40%を越すところもあり、古くから“barani”(天水畑)の低地力土壌で無肥料栽培され、同じラビ作で、灌漑・肥沃畑作物のコムギとは本来、共存して来た作物である²⁶⁻²⁸⁾。灌漑面積率は、1960/1961年度のヒヨコマメは州平均23%と低いが、この傾向は1968/69年度でも同様であり、コムギの79%、全食用穀類平均74%に対してヒヨコマメは43%にすぎない。ヒヨコマメとムギ類との混作は“berra”(コムギ)、“goli”(オオムギ)とよばれて³⁰⁾最も同州で普通の栽培方式であり、ミレット類やナタネ・マスタードとの間・混作も行われ、寡雨の凶作年には保険作物の役割りを果して来た^{9,26)}。こうして、ヒヨコマメの生産量は同州では1960年代始めごろには150~200万tにも達していたが、同年代後半から急激に作付けが減退し、生産量は100万t近くに減っている。これを作付面積で見ると Fig. 1 のようであり、コムギ

ではヒヨコマメとは全く逆の増大傾向が認められる。

CIMMYT (国際トウモロコシ・コムギ改良研究センター, メキシコ) 育成の耐サビ病・半矮性・多収コムギ品種の最初の試作がパンジャブ農科大学とウタル・プラデシュ農科大学で行われたのは1963年であるが、これがインドにおけるその後のいわゆる“緑の革命”のスタートになった。1966年にはさらに18,000tもの種子が輸入されて北インド畑作地帯に作付けされた³¹⁾。そして、新品種、栽培技術、防除、灌漑、その他の生産基盤条件の整備などの“package strategy”が主穀作物に対して強力に推進された。こうして、それぞれの天水地域にも灌漑が可能となり、粗収益の優れるコムギの作付面積は急速に拡大したが、他方でヒヨコマメが次第に駆逐されて行った。また、サトウキビなど有利な特用作物への転換がそれを一層助長した。すなわち、“緑の革命”はパンジャブ州におけるヒヨコマメとコムギの共存体系を破壊し³²⁾、同州はもはやインドにおけるヒヨコマメ生産州の地位を失なうであろう²⁸⁾とさえいわれている。

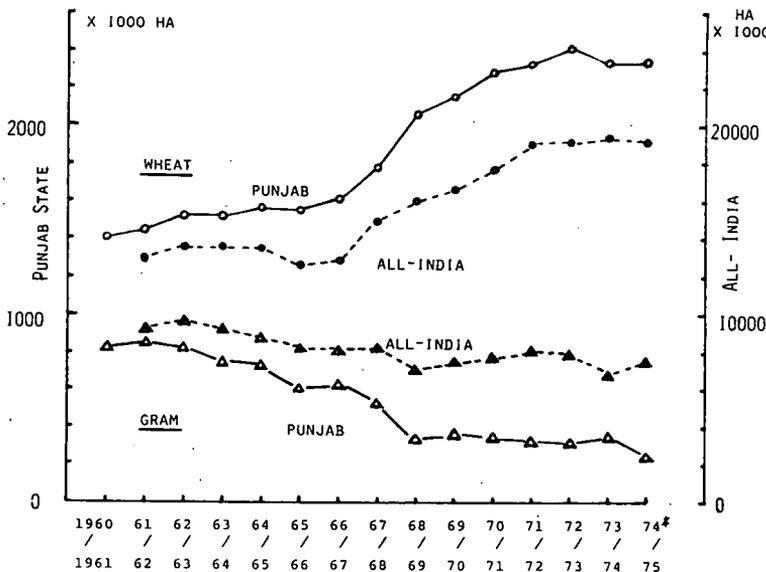
Chopra *et al.* (1975)³³⁾によれば、インド人1人当りのマメ供給量は1959年からこの約20年間に75gから50.3gに減少した。また、同じ期間の全マメ類 (total pulses), ヒヨコマメ, キマメ, および“その他のマメ類” (other pulses) の年平均作付面積増加率はそれぞれ, 0.8, 0.5, 0.4, および0.3%にすぎず, 生産量も同じく1.4, 1.9, -0.5, 1.5%, そして収量も0.6, 1.4, -0.9, 0.3%増に止まっている。すなわち, ヒヨコマメだけでなく全般的にマメ類の生産が停滞ないし減退の傾向にある。このことはインドの蛋白源としてのマメ類の地位からみて国民栄養上極めて憂慮すべき問題である。

このようなマメ類の作付意欲の減退は, マメ類と穀類との収量性, 価格などの較差によるものではあるが, パンジャブ州の場合だけでなく, 主食穀作が卓越する州程, マメ類作付けの減退が著しいことから見て, 主穀作に偏した“緑の革命”推進政策からもたらした一つのひずみ³⁴⁾であること

とは明らかである。

3. 作付率から見たマメ類栽培の地域性

インド全国の1965/1966年度における総作付面積 (total cropped area) は約1.6億haである。その主要作物別作付面積の割合では, 全マメ類が15%でイネについて第2位にある。また, 食用穀類総作付面積 (area of total food grains) に対しては全マメ類は約20%を占め, その面積はミレット類総計に匹敵し, コムギをはるかに凌いでいる (Table 4)。また, マメの種類別では消費量の多



第1図 パンジャブ州と全国のコムギとヒヨコマメの作付面積 — “緑の革命” 前後における動き

Fig. 1 Tendency in the areas of wheat and gram (chick pea) in Punjab and All-India before and after the “Green Revolution” (Prepared from FAO, Production Yearbook and Statistics Abst. Punjab, Punjab Agric. Univ., Ludhiana) *Tentative figures

いヒヨコマメが第1位で全体の50%を占め、第2位のキマメの約4倍の作付率である。他に常食のマメとして重要なヒラマメ、エンドウ、リョクトウ、ケツルアズキの作付けが多い (Table 1)。これらのマメはそれぞれの生態的特性によって全国各地域の様々な自然条件下で伝統的栽培技術によって栽培されて来たが、ヒヨコマメ、キマメ、ゲル、モスビーン、チックリングベッチなどのマメの作物としての選択にはかなり明瞭な地域の特徴がうかがわれる。これらのことを各州の食用穀類作付面積に占める全マメ類の割合を指標として比較を試みた (Fig. 2)。

上記の値が各州の作物作付けにおけるマメ類の選択度を示すものと考え、ウタル・プラデシュ、マディア・プラデシュ、ラジャスタン、およびマハラシュトラの4州で最もマメ類の作付面積が高く、この4州のマメ類作付面積の合計は全国のマメ類総面積の約60%に達している。その他にマメ類作付けの多い州はパンジャブ、ビハール、アンドラ・プラデシュなどの諸州であり、マメ類作付けの卓越州はほぼ80°E以西にある。これらの地域は、年降水量約600mm以下でその年偏倚性が著しく、雨季と乾季の降水量較差の大きい、いわゆる半乾燥熱帯 (semi-arid tropics) に属する地域が多く含まれる。これらの地域はムギやミレットの作付けが多い地域でもあるのでイネ作卓越州では概してマメの作付率は低い (Fig. 3)。

しかし、ビハール (イネ作付率49%, 1965/1966)、オリッサ (同57%), ウエスト・ベンガル (同76%) の諸州では特異的にマメ作付率が高い。これはこれらの州で、古くから慣行の「イネ+マメ」混作が行われているためと考えられる。この技術は“*paira*” (ビハール州), “*utera*” (マディア・プラデシュ州) などと呼ばれており、イネの収穫直前に株間へチックリングベッチやヒヨコマメを播き、イネの余り水を完全に利用しようとする方式¹⁸⁾である。このように、インドにおけるマメ類選択の要因には、マメのもつ耐旱性や低地力向き作物という特性を重視する天水畑作地域の場合と、イネという主作物と結合させることを重視するイネ作地域の場合があるように考えられる。

以上からも示唆されるように、インド農業におけるマメ類の作付面積、役割りを考える上で他作物との結合関係が特に重要であるがこの点については次章で考察したい。しかし、マメ類の選択

第4表 インドにおけるマメ類と主要穀類の作付面積比率

Table 4 Percentages of cropped area of pulses and cereals in India (1965/1966)*

Crops	Percentage to		
	Total cropped area**	Total cropped area of food crops*+*	Total cropped area of 8 crops****
	%	%	%
Pulses	14.7	18.5	20.7
Rice	22.7	28.6	32.1
Wheat	8.1	10.2	11.4
Barley	1.7	2.1	2.4
Jowar ⁺	11.4	14.3	16.0
Bajra ⁺⁺	7.7	9.7	10.9
Maize	3.1	3.9	4.3
Ragi ⁺⁺⁺	1.5	1.9	2.2
Total	70.9	89.2	100.0

* Prepared from Indian Agricultural Statistics, 1964/65-1965/1966

** 155,273.1 (x 1,000 ha)

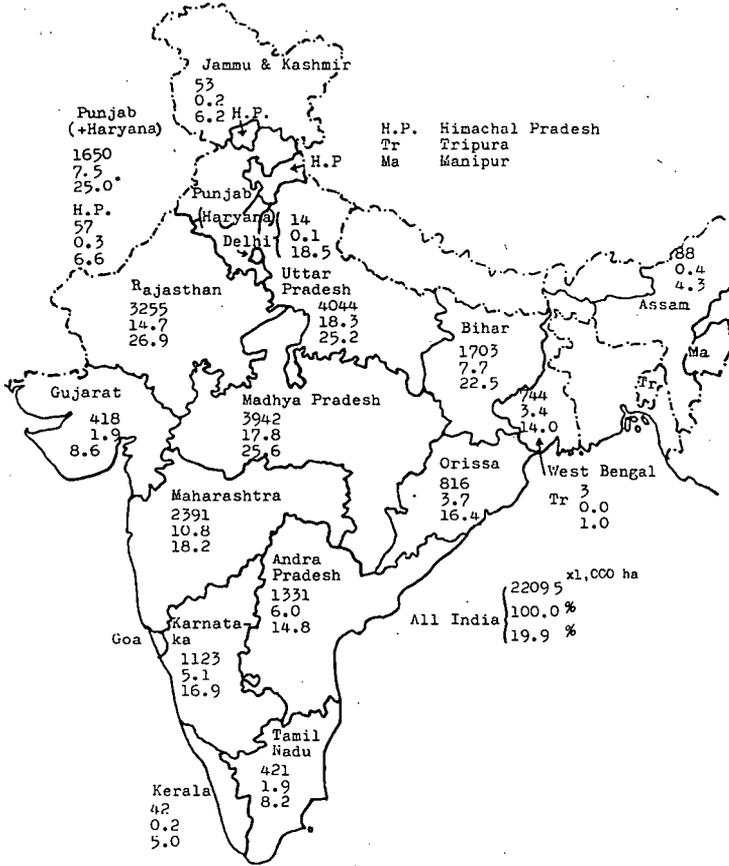
*** 123,489.3

**** 110,052.4

+ *Sorghum vulgare*

++ *Pennisetum typhoideum*

+++ *Eleusine coracana*



第2図 州別マメ類作付面積率

Fig. 2 State-wise area of total pulses and its ratio in that of the All India and in the area of total food grains of the state
Upper, middle and bottom row value shows respectively:
Area of Total Pulses (Av. of 5 years, 1966/67-1970/71)
% of Area of Total Pulses for the area of All India (1965/66)
% of Area of Total Pulses for the area of Total Food Grains of All India (State) (1965/66)

要因としては水分環境要素の支配が大きく、そのことが上述のマメ作付けにみられる地域性にも表われているといえる。その場合、緯度による降水量の差や季節的変動だけでなく、降水の保留、流亡に關係する地形（傾斜）が重要な要素となること、また、このような水分要因を介して“マメ-穀類結合”の地域性をC₃作物とC₄作物（ミレット類）との結合として見ることも出来るという指摘³⁵⁾がある。

IV. 栽培方式

1. 作季 (crop seasons)

インド亜大陸はほぼ8°Nから37°N, 61°E~94°Eまで約400万 km² にわたって広がっており、ヒマラヤ山岳部から北部平原地域、内陸部、デカン高原地域、アラビア海およびベンガル湾沿岸地域など、農業的自然条件は極めて複雑でかつ差異が大きい。気象学的な季節は主に南西モンスーン

(6月~11月)に支配され、その暦上の時期や期間の長さは年や地域により変動する。そして、作

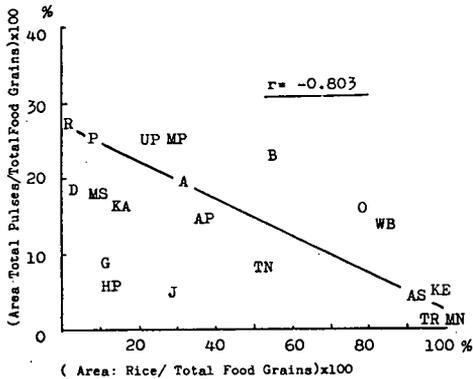


Fig. 3 Correlation between the ratio of cropped area of pulses and rice in the states of India (1965/66, calculated from Indian Agricultural Statistics, Vol. 1, Summary Tables, 1971)

Abbreviation of State Names:

- | | | | |
|----|----------------|----|------------------|
| R | Rajasthan | MS | Maharashtra |
| P | Punjab | KA | Karnataka |
| UP | Uttar Pradesh | KE | Kerala |
| MP | Madhya Pradesh | TR | Tripura |
| AP | Andhra Pradesh | MN | Manipur |
| O | Orissa | HP | Himachal Pradesh |
| WB | West Bengal | J | Jammu & Kashmir |
| G | Gujarat | TN | Tamil Nadu |
| B | Bihar | AS | Assam |
| D | Delhi | A | All India |

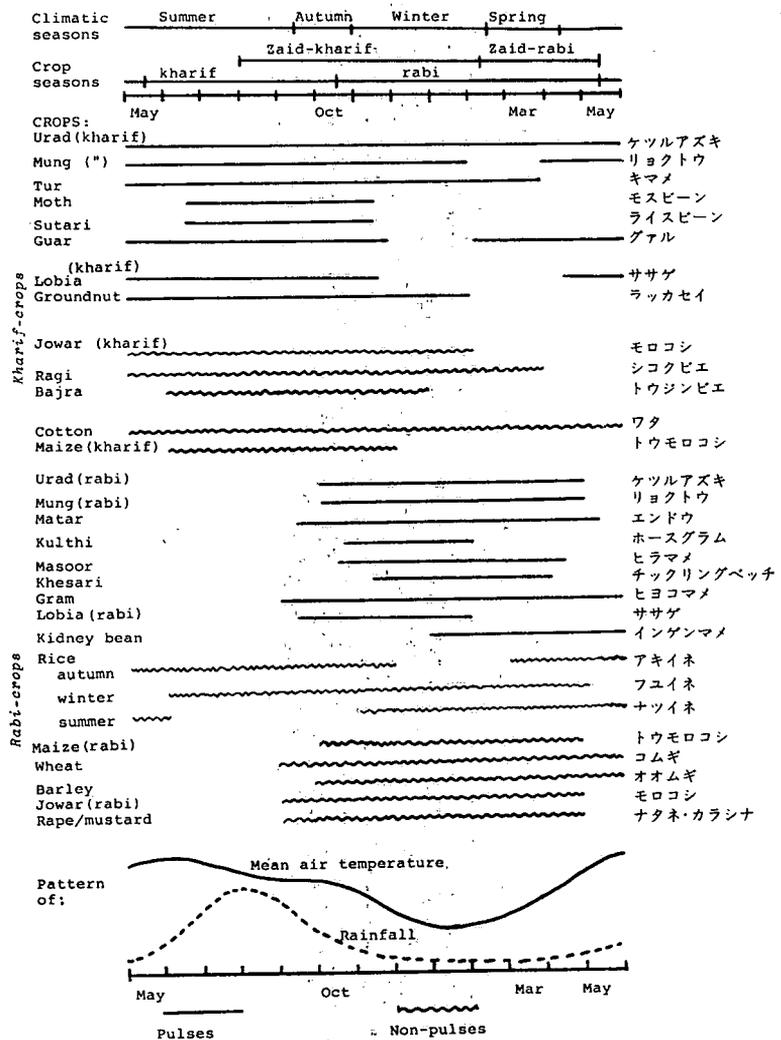
第3図 各州および全国の全マメ類-イネ作付面積比率の相関

物季節(作季)はモンスーンのもたらす雨によって、高温で雨季のカリフ(kharif)(夏作)と、やや低温で乾季のラビ(rabi)(冬作)の2つに大別されている。また、両作季にまたがってザイド・カリフ(zaid-kharif), ザイド・ラビ(zaid-rabi)の中間的な2作季がある。これらの作季の時期と、全国の平均的なマメとマメ以外の主な作物の作期(cropping season)との関係をインド作物暦(Indian Crop Calender, I.C.A.R.)によって示したものが Fig. 4 である。これからもうかがえるように、マメ類はカリフ作, ラビ作および周年作型の3群に分けることができる。そして、それぞれのマメは慣行の方式に従って他作物と結合されて各地域で特色のある作付順序(crop sequence)を形成している。後述するように、早熟性で感温性, 感光性の鈍い短期作向きの品種の出現と普及は、そのようなマメの作期や慣行の作付順序を次第に変化させてゆくことになる。

2. 間・混作および“つなぎ作”におけるマメ類の採用一多収性新品種による高度多毛作方式の例

言うまでもなくマメ類は、共生窒素固定機能によって地力維持の働きをもち、低地力土壌でもある程度の収量を挙げる事が出来る、よく発達する直根型根系は深部の水、養分を利用出来るので耐旱性が強く、茎葉の繁茂と共に土壌の物理性を改善し、降雨による土壌侵食を防ぐ、雑草を抑制するなど、数多くの栽培的長所を有している。農民たちは昔から経験的にこのことを良く知っており、半乾燥熱帯の天水・無肥料栽培の間・混作物としてマメを選択し、栽培して来た^{36,37)}。

最近、インド農業研究会議(1972)³⁸⁾が、降水量、温度および土壌条件で区分した全国各地域毎に、単位面積および単位時間当りの主食穀物の生産量が最大となるような作物の組合せ一・混作方式



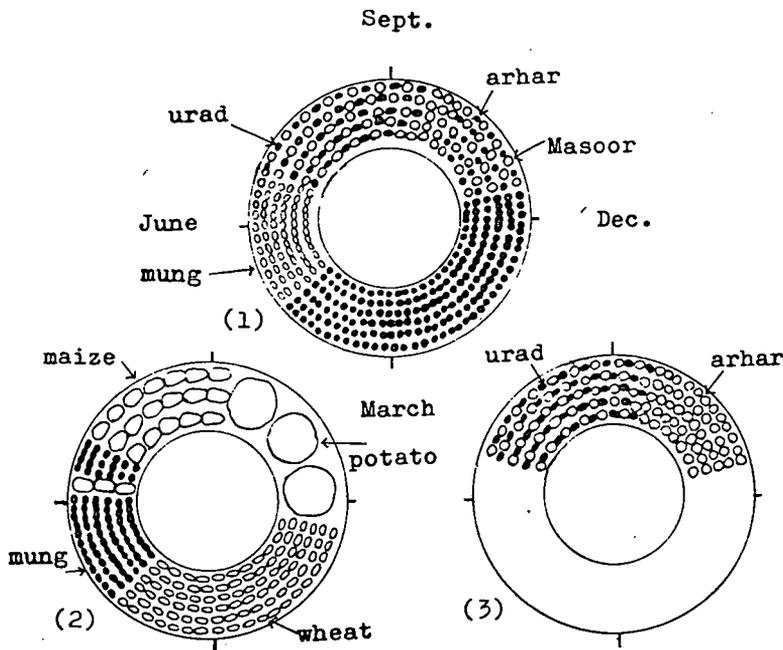
第4図. インドにおける主なマメと他作物の作期(全国平均)

Fig. 4 Schematic figure showing the relationship between the pulse crops and non-pulse crops viewed from the cropping-seasons in India (Prepared from Indian Crop Calender, 1967. I. C. A. R.)

や作付順序を設定して農民に奨めている。それによると、灌漑面積率は年々高まって来ているが、北部、南部、そして西部地域では天水地域が今後もお食用穀類の主たる生産地域を占めるという見通しに立ち、コムギおよびミレットとの組合せで、ラッカセイ、ダイズ(北部)、ヒヨコマメ、キマメ、リョクトウ、ケツルアズキ、モスビーン、ヒラマメなどの役割りが益々重要になると考えている。

このような効率的な作付体系にマメ類を採用する場合、従来のマメ品種には感光性や感温性が強かったりあるいは晩熟性で生育期間の長いものが多かったために、特定の地域や作期にしか栽培出来ない場合が多く、また、跡作の作付けが遅れるなどの欠点があった。従って、そのような場合には後作の主穀作を優先してその前作は休閑するということが一般に見られた。しかし、最近、任意の作期 (non-traditional season) や地域に栽培出来る早熟性・短期作向き特性をもった品種が育成されるようになって上述のような休閑は不要となり、土地利用率が300~400%という高度な多毛作方式も可能となった。これによって単位面積当たりだけでなく単位時間(日)当りの子実、蛋白収量の大きさということが重視されるようになった^{6,9)}。

Fig. 5 は I. A. R. I. が奨励している多毛作方式の例で、2種類以上のマメがマメ類だけか、または他の食用作物と組合されて周年型の切れ目のない作付順序 (relay crop sequence) が形成される。このような方式では、早熟性のマメはカリフ作からラビ作への“つなぎ作物”* として大変適している。とくに前作物となるカリフ作物の収穫直前にマメを播種してその余った水を有効に利用することの意義が強調される²²⁾ が、これが“つなぎ作”** の重要な目的の一つである。Fig. 5 (1) に示した新しい多毛作方式の1例の実際⁹⁾ を簡単に説明すると次の通りである。



第5図 早熟性のマメ類品種を用いた新しい多毛作体系の例 (写真原図を著者改写)

註. (3) は乾燥のきびしい天水地域向き

Fig. 5 Examples of multi-cropping system in which 4 short-duration pulse cultivars were grown (I. A. R. I., 1971, modified)

*,** “relay crop”, “relay cropping” のそれぞれの訳語として用いた。この語に対する訳語、概念はわが国にはまだないようである。

作付順序は早熟性リョクトウの夏作から始まり、播種は4月下旬に行なう。播種量10~12 kg/ha、畦間は30 cm、基肥として窒素20、リン酸40、kg/haを施用する。天候によって播種後25~30日目に最初の灌漑と除草を行なう。約2カ月で収穫出来るが、第2回と第3回の収穫はそれぞれの8~10日後に行なう。地上部は刈取って飼料や緑肥に利用する。7月中旬ごろ、灌漑の後かまたはモンスーンの始めのころにキマメを畦間90 cm (播種量25 kg/ha)で播く。そして、ケツルアズキをキマメ2列ごとと畦間へ3列づつ播く。ケツルアズキの品種はT. 9 (早熟性)を用いるが、パンジャブ州の系統の中にキマメとの間作に適したものがある。1~2回、除草と間引きを行なう。ケツルアズキは約90日で9月下旬に収穫出来る。その後、キマメに軽く灌漑し、ヒラマメの播種のために整地する。

ヒラマメ (品種 T. 9-12) は畦間20~25 cmにして播く。キマメは11月末ごろから収穫期に入るので、その後ヒラマメが単作の形になる。ヒラマメには12月中旬~1月上旬および2月下旬に各1回、灌漑が必要である。そして収穫は3月下旬ごろになる。この方式では、すでに収量、経済性が立証されているトウモロコシ+コムギ2毛作に匹敵する5~6 t/haという高いマメ収量を挙げる事が可能である。

3. 混作体系における「作物結合型」からみたマメ類

前節までにもマメと他作物との結合について触れたが、インドの混作体系の中に採用されているマメの地位を考察するため、インド作物暦に記載されている全国各州における混作型 (mixed-cropping type)、総数249例について、2、3の解析を試みた。すなわち、まず、州別の混作型数とその中でマメが1種類以上含まれている型の頻度を求めた (Table 5)。

混作に用いられるマメの種類はラッカセイを含めて14種に及んでいるが、採用頻度の高いマメは、キマメ、ヒヨコマメ、ラッカセイ、リョクトウおよびケツルアズキであり、キマメとヒヨコマメの頻度が特に高い。種類別頻度は採用州数とも比例しているが、マメ類作付面積比率の高い州程、混作型の分化が進んでおり、マメの採用頻度も高い。グジャラート州はマメ類作付面積比率 (Fig. 2 参照) の低い州であるが混作型数もマメの種類の数も少なく、きびしい乾燥条件が同州の作目構成を貧しくしていることがうかがわれる。また、同様に、マメの採用頻度の低い他の州の中でビハール、オリッサ、ウエスト・ベンガルの諸州は前述の様にイネ作卓越州であるが、マメ類作付面積比率は高く、これらの州ではイネ作中心の単純な作目構成となっていることが推察される。また同じくケララ州のマメの採用頻度は0であるが、これは同州の混作型が、バナナ、コーヒー、ゴム、ココヤシ、コショウなど永年性プランテーション作物を主作物としているものが多いことによるものと思われる。

次に全国の混作型例を主作物 (作物系列で第1位に示されているもの) 別の「作物結合基本型」に再整理し、その中でマメが採用されている型の数とその例数を全23主作物のうち上位10主作物について示したものが Table 6 である。この表から知られるように、10種の主作物が8以上の混作の作物結合基本型をもつが、その中でもモロコシ、ワタ、トウジンビエは20以上の基本型をもっている。主食穀類で基本型数が多いのは当然といえるが、同時に、乾燥地作物のワタ、ラッカセイの両油料作物、そしてマメではヒヨコマメが作物結合型例の数で上位にあることはインド農業における作物選択の一つの特徴といえよう。

また、これらの主作物が混作物結合で1種ないしそれ以上のマメを結合している基本型 (例. コムギ+ヒヨコマメ、モロコシ+キマメ+ケツルアズキ、モロコシ+ヒヨコマメ+アマなど) は全基本型数146のうち67型で全体の約半分を占めている。そして、主食穀物として重要なコムギとマメとの結合例数が意外に少ないのは前述のように同じラビ作物のヒヨコマメとの結合が特異的に多いため (12例) であろう。「イネ+キマメ」、「イネ+チックリングベッチ」の場合も同じ理

第5表 インド各州の混作体系におけるマメ類の採用

Table 5 Adoption of pulses in the Mixed Cropping System in the states of India*

State	No. of Mixed Cropping Types	No. & % of Mixed Cropping Types adopted pulses**	No. of species of pulses adopted	Principal crops occupied 10% < in the cropped area of the state
Assam	2	0 (0)%	—	rice (30% <)
A. Pradesh	20	13 (65)	7	rice, jowar, bajra, groundnut
Bihar	5	3 (60)	2	jowar, bajra, groundnut, cotton, rice
Gujarat	8	7 (88)	4	
Jammu & Kashmir	1	0 (0)	—	
Kerala	13	0 (0)	—	
M. Pradesh	24	21 (88)	7	rice, wheat, jowar, chick pea
Tamil Nadu	15	7 (47)	4	rice (30% <), jowar, groundnut, bajra, cotton
Maharashtra	33	24 (73)	6	
Karnataka	37	20 (54)	6	jowar, rice, barley, groundnut
Orissa	4	2 (50)	2	rice (30% <)
Punjab	22	15 (68)	8	wheat, chick pea, bajra, maize, cotton
H. Pradesh	6	3 (50)	1	
Rajasthan	6	4 (67)	3	bajra, wheat, jowar, chick pea
U. Pradesh	34	27 (79)	9	rice, chick pea, wheat, barley
W. Bengal	4	2 (50)	2	rice (30% <)
Delhi	11	8 (73)	5	
Tripura	1	0 (0)	—	
Manipur	3	2 (67)	2	
Total	249	158 (63.5)	—	

* Prepared from Indian Crop Calender, I. C. A. R., 1967

** Descriptions of unspecified pulse species were excluded in the calculation

*** The Mixed Cropping Type adopted 2 or more pulse species was calculated as one

由によるものと考えられる。そして、コムギやイネとは反対にモロコシ、トウジンビエ、トウモロコシなどが多種類のマメと結合していることは、主食穀物としての重要さだけでなく、その環境適応性の大きいことを示している。「ラッカセイ+キマメ」の結合は同じカリフ作物で低草丈と高草丈のマメ同志の結合であり、同じ「ヒヨコマメ+キマメ」と共に比較的例の少ないマメとマメとの結合例として興味深い。

V. 育種

発展途上の国々において食用作物増産のための最も経済的で有効な手段は育種である。第4次5カ年計画(1969~1973)の一環としてマメ類でも“緑の革命”を実現しようとする「全インドマメ類改良総合計画」(AICPIP, All India Coordinated Pulse Improvement Programme)はマメ類の育種の基本目標として次の3つを挙げている⁹⁾。

- 1) 国の内外から広範に生殖質を収集し、その育種素材としてのスクリーニングと評価を行なうこと。
- 2) 早生性と多収性を具え、気象条件の異なる集約的農業地域と技術水準の低い乾燥農業地域のそれぞれに適した品種を育成すること。
- 3) 耐病虫性をそれらの品種にもたせること。

マメ類生殖質の収集はすでに I. A. R. I. や州立農科大学、国際半乾燥熱帯作物研究所 (I. C. R.

第6表 インドの混作体系における主要10作物の「作物結合基本型」とその採用頻度
 Table 6 "Basic crop-combining types" and their adoption frequencies of 10 principal crops in Indian crop mixtures*

1. Jowar (J)	J + Lb	B + T (6)	W + Ma (3)	Gt + T + B	P + He
J + Mg (7)**	27 types (57)	B + T + U	W + M (2)	Gt + T + J	P + Chillies
J + T (6)		B + T + Mg	W + By (7)	Gt + J	P + T
J + T + U (2)	2. Cotton (C)	B + T + J	W + J	Gt + B (2)	8 types (9)
J + T + Mg (2)		B + T + Til	W + Li (3)	Gt + Ca	
J + T + Til	C + T (8)	B + Mo (2)	W + Li + Gm	Gt + Niger	9. Maize (Mz)
J + T + Gt	C + T + Ambodi	B + Mo + Mg	W + Sf (2)	Gt + Sf	
J + T + Hg	C + T + J	B + Mo + Hg	W + Sf + J (2)	Gt + Til	Mz + Til (2)
J + T + U + Mg	C + Gt (5)	B + Mo + Hulga	W + Rape	9 types (13)	Mz + T
J + B + T	C + U	B + Mg (2)	W + Md (4)		Mz + Lo
J + U (5)	C + Mo	B + U (2)	12 types (39)	7. Gram (Gm)	Mz + Gm
J + U + Mg (2)	C + Hg	B + Lb		Gm + Li (3)	Mz + Vb
J + Mo (5)	C + J (3)	B + Lo	5. Ragi (R)	Gm + Sf (2)	Mz + Senji
J + Gu (4)	C + J + Hg	B + Gu	R + Lb (2)	Gm + By	Mz + Pulses (2)
J + Lo (2)	C + Ragi (2)	B + Hg	R + T	Gm + By + Md	8 types (11)
J + Gm (2)	C + P (2)	B + Ragi	R + J + Lb	Gm + By + Rape-Md	
J + Gm + Li	C + Mz	B + J (2)	R + Hg	Gm + J	10. Barley (By)
J + Gt (2)	C + Senji	B + C	R + Mz (2)	Gm + Md	By + Gm (6)
J + Hg (2)	C + Ko (2)	B + He	R + Ko (2)	Gm + Rape	By + Md (2)
J + P	C + Til	B + Ca	R + Rape	8 types (11)	2 types (8)
J + Ragi	C + Til + P	B + Mz	R + Til		
J + C	C + Chillies (3)	B + Niger	R + cereals	8. Paddy (P)	Total:
J + Indigo	C + Kodon	21 types (30)	R + Pulses		
J + Sf (2)	C + Melon		4. Wheat (W)	10 types (13)	P + Kh
J + Li	C + millets	W + Gm (12)			P + Jute
J + Til	20 types (38)	W + Gm + Rape-Md	6. Groundnut (Gt)	P + Mz	
J + Ko		3. Bajra (B)	Rape-Md	Gt + T (4)	P + C

* Prepared from Indian Crop Calender, I. C. A. R., 1967

** No. of adoptions

Abbreviations of crop names:

Avare (Lb) Ambodi (unknown) Bajra (B) Barley (By) Castor (Ca) Cotton (C) Cowpeas (Lobia) (Lo) Deccan Hemp (He) Green gram (Mg) Gram (chick pea) (Gm) Groundnut (Gt) Guar (Gu) Horse gram (Hg) Hulga (unknown) Italian millet (Ko) Jowar (J) Kodo (Kodra, Korra) (Ko) Khesari (Kh) Kulthi (Hg) Kodon (unknown) Linseed (Li) Lablab (Lb) Lobia (Lo) Maize (Mz) Matar (pea) (Ma) Moth bean (Mo) Mung (Mg) Navare (Ko) Paddy (P) pillipesara (Moth bean) (Mo) Safflower (Sf) Senji (Indian clover, *Melilotus parviflora*) Toria (Rape) Tur (arhar) (T) Til (sesame) Urad (U) Velvet bean (Vb) Wal (Lablab) (Lb) Wheat (W) [Crops shown in bold letter are pulses]

I.S.A.T., International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics, ハイデラバード)などが相互の協力の下に進めており、世界の20カ国もの国々から、ヒヨコマメやキマメなどは数千系統が収集されている^{10,22)}。これらは病気の有無や特性の検定をうけ、育種母本として利用され、また直に国内で普及に移される。Table 7 は改良品種の子実と蛋白収量、成熟日数を主なマメについて従来の品種と比較したものである。

早熟性の付与の理由は、すでに述べたような短期作向きのマメ品種が高度な多毛作方式や水分の有効利用などの上で要請されるためである。乾物生産効率の面からは収穫指数 (harvest index)

第7表 主要マメ類における子実および粗蛋白収量ならびに早熟性の遺伝的改良
 Table 7 Genetic improvement of grain and crude protein yields and earliness
 in the major pulses (I. A. R. I., 1971)

Species	Cultivar	No. of days to maturity	Cont. of C. Protein	Grain Yield		C. Protein Yield	
				kg/ha	kg/day	kg/ha	kg/day
Green gram	S-8	60	24.79 %	1,151	19.2	285.33	4.76
	S-9	70	22.25	1,375	19.6	305.93	4.37
	Pusa Baisakhi	60	23.75	973	16.2	231.08	3.85
	Control						
	Hyb-45	85	23.89	351	4.1	83.85	0.99
	D45-6	95	25.60	360	3.8	92.16	0.97
Black gram	S-1	80	27.00	1,250	15.6	337.50	4.22
	Control						
	T-9	75	27.60	900	12.0	248.40	3.31
	T-27	100	27.00	632	6.3	170.64	1.71
Pigeon pea	S-3	165	21.12	1,538	9.3	324.82	1.97
	S-5	150	20.75	1,625	10.8	335.17	2.23
	S-8	140	20.68	1,682	12.0	347.83	2.48
	S-10	170	20.75	1,250	7.4	259.37	1.53
	Control						
	R-60	170	21.30	1,435	8.4	305.65	1.80
	T-21	150	20.30	1,260	8.4	255.78	1.71
Species	Cultivar	Cont. of C. Protein	Grain Yield kg/ha	C. Protein Yield kg/ha			
Chick pea	Earl. 53	18.60 %	3,379	628.49			
	B. G. S. 1	20.10	2,830	568.83			
	B. G. S. 2	19.52	2,603	508.11			
	B. G. S. 5	21.20	3,321	704.05			
	Control						
	G. 24	21.40	2,563	548.48			
N. P. 58	20.50	2,342	480.11				
Lentil	Pusa 1-1	30.90	1,584	489.46			
	Control						
	L9-12	30.40	1,408	428.03			
	T-36	29.00	1,445	419.05			
	B-25	26.30	1,436	377.67			

を大きくするために草型の改善も必要であるが、一方で、穀類との間、混作に適したつる性やほふく性の草型形質を残すことも必要とされている³⁹⁾。さらに熟期の斉一性 (synchronous maturity) や感温性、感光性の鈍いことも重要な形質である。そして、将来、灌漑が普及し、施肥や防除が行なわれるようになった段階では、穀類の場合のように耐密植性と耐肥性が要請されるようになる。

Jain (1975)³⁹⁾ も述べているように、マメ類は穀類とほぼ同じ位の栽培化の歴史をもっているにもかかわらず、人間による選抜圧の加えられかたが小さかったために野生的な性質をまだ多く残している。つる性やほふく性の草型、栄養生長の過剰性、晩生性、子実が有毒成分を含むなどの性質

第8表 チックリングベッチの育成系統と在来品種の子実収量および BOAA 含量
 Table 8 Grain yield and BOAA-content in the strains and local cultivars
 of khesari dhal (I. A. R. I., 1971)

Strains and local cultivars	Yield kg/ha	BOAA-content %
Pusa 10	698.5	0.19
Pusa 17	542.8	0.18
Pusa 248	618.5	0.17
Pusa 288	657.2	0.23
Pusa 390	521.5	0.28
Pusa 105	456.3	0.27
Control		
T2-12 (Gujarat)	418.6	1.28
LC-76 (Bihar)	588.3	1.65
Rewa-2 (M. P.)	598.2	1.85

は何れもマメが野生ないし半野生段階で、とくにストレス条件下で個体数を維持するために有用な形質であった。これらのことはマメ類の改良には選抜の効果がまだ十分期待出来ることを意味しており、そのために可能な限り多数の生殖質を集めることが役立つといえる。

次に成分育種⁹⁾については、蛋白含量の増大だけでなく、アミノ酸組成の改善、すなわち高メチオニン含量系統の育成が急がれている。そのため、マメの種類によりメチオニン含量と正または負の相関を示すS(イオウ)含量の迅速定量法の確立、放射線およびエチレンイミンによる突然変異育種も行なわれている。インドで重要な課題として“ケサリ”(khesari, チックリングベッチ)の低毒性品種の育成がある。このマメの常食で神経麻痺症“ラチルス病”(lathyrism)が起ることは古くローマ・ギリシャ時代から知られている。インドでは北部から中部の貧しい農民にとって、ケサリはラビの凶作年に強く、安価な食料として不可欠のマメとされ、政府でもその栽培面積は不詳とされているが、毒性のない他のマメへの転換を奨めても農民たちはその栽培と食用を止めようとはしないとされている。しかし、最近、その有毒成分の本体が明らかになり、低毒性品種の育成に期待がもたれている。すなわち、有害成分の β -N-oxalylaminoalanine (BOAA)は一般に子実に1%前後含まれているが、水溶性であるため水曝しやパーボイル加工で低毒化出来るがビタミンB₁の流亡や大量処理の場合の問題がある。発見された低毒性系統のBOAA含量は0.17~0.3%で子実収量も優れている(Table 8)。この成果によって今後は低所得の人々の蛋白給源として積極的にこのマメの栽培を奨励する方針に転換することが考えられている。

VI. むすび

インドでも約6億の人々への食料供給ではカロリー優先の立場がとられ、イネ、コムギ、そしてモロコシ、シコクビエ、トウジンビエなど主穀類増産が重視されて来た。1960年代中ごろから始まった“緑の革命”の成果について現在その功罪が問われている。“罪”の一つとして、本稿で述べたようなマメ作減退のように国民栄養上、極めて憂慮される状態も生じており、これは主穀類における“緑の革命”の功績を相殺すると言っても過言ではない。それ位にインドにおける蛋白食料増産は重要な課題である。“AICPIP”は、マメ類の作物的、栽培的長所を再認識し、栽培技術、品種改良などの遅れを速やかに回復し、マメのもつ蛋白生産能力を技術的、遺伝的に高めようとしている。その成果の一つとして生まれた早熟・多収性のキマメ品種の出現で従来のカリフ作の主作物であったモロコシやトウモロコシに代って「キマメーコムギ」輪作が可能になった⁹⁾が、従来の晩熟性キマメ品種では後作の多収性コムギの適期作付が出来なかった。このような新品种の採用で新

しい作付け方を普及させて、全国の約 200 万 ha から現在の生産量の約 2 倍の 4~500 万 t のキマメが生産され、ヒヨコマメ減退による植物性蛋白生産量の不足を補完出来ると考えられている。今後もなおコムギとヒヨコマメの作付の競争が続くとすれば、全国のマメ類 1,000 万 t の増産計画で果すキマメの役割りは一層大きくなろう。そして、新しい生態的特性をもったマメ類の“HYV” (高収性品種) を耕地、休耕地に混在して放置されている、耕作地面積の約 50 % にも匹敵する“可耕未耕地”⁴⁰⁾ へ栽培することも奨励されねばならない。

しかし、このような伝統的なマメの改良と作付増大の努力と共に、新しい種類のマメ、すなわち、蛋白含量がインドのマメ類の 2~3 倍も高いダイズの普及の努力も必要であろう。インドにおけるダイズは北部高地民族が約 100 年の栽培の歴史をもつにすぎないが^{8,41,42)}、蛋白収量を高め、“プロテイン・ギャップ”の解消をはかる上でダイズ食の普及、インド人に適した食用・加工形態の研究が必要である。すでにミルク、カード、粉末、ダルなどへの加工の研究^{11,43,44)}、栽培試験も行なわれている。著者は現地での調査項目の一つとしてインドにおけるダイズ食の普及について各分野の専門家に意見を求めたが、その答は積極的支持論と消極的ないし否定論とに大きく分れた。後者の主な理由は、インドにはすでに歴史の古い数多くのマメがあり、穀類との組合せで栄養上問題はない、ダイズの“beany flavor”が好まれない、料理に時間(水浸)がかかる、市場がない、料理や栽培の知識がない、などであった。しかし、アンドラ・プラデシュ農科大学の Pushpamma 女史(家政学部長、料理学)の答のように、上述のようなダイズに対する認識は誤りであり、ダイズをこれから積極的にインドの人々のメニューに加える努力が必要で、それには人々の教育が大切であるという意見も強い。同大学の教材用の、ミレットとマメを用いた、どこでも入手出来る安価な材料でつくれる、より栄養価のすぐれた献立集⁴⁵⁾ではダイズが多く用いられているが、そのまえがきには、新しい蛋白源の食料としてのダイズを毎日の食事にとり入れること、蛋白含量からみればダイズが決して高いマメではないことなどが強調されている。

栽培試験ではすでにアメリカの品種で 2~3 t/ha という収量も得られている。いわゆる“白の革命”の達成も難しく、マメ類における、“opaque-2”のような高蛋白含量因子発見の“奇跡”も期待出来ないとすれば、生産基盤条件の整備とあわせて、困難ではあるがインドの人々の食習慣や嗜好性などの阻害要因を教育によって解決しながらダイズ食の普及を進めることはインドにおいてこそ最も真剣になされねばならない。

本稿のとりまとめに当り、著者のインド滞在中、研究、調査に便宜を与えられたインド農業研究会議、H. K. Jain 博士(遺伝学部長)他多くのインド国立農業研究所の研究員の方々、パンジャブ州立農科大学はじめ各州立農科大学ほか各研究機関、国際半乾燥熱帯作物研究所、ならびに本研究の過程で平素より有益な教示を頂いている京都大学渡部忠世教授、インドの統計資料の利用に援助を頂いた大阪府立大学宇佐美好文、長谷川史郎の両氏、そして当研究室の各位に心から謝意を表す。なお、本研究の1部は昭和50年度文部省科学研究費(総研B、分担)および昭和51年度文部省在外研究(短期)によってなされたものであることを付記する。

引用文献*

1. 前田和美・渡部忠世 インド亜大陸産マメ類の栽培的特性に関する研究(予報) I. 収集系統の種名同定結果ならびにその主要特性. 日作四支紀 No. 11: 26-28. (1974)
2. ———・森脇勉・————— 同. II. リョクトウ類の開花・結実特性. (1). 同: 29-31 (1974)
3. ———・森下顕博 同. III. (2). 同. No. 12: 18-20 (1975)
4. ——— インドにおける主食作物の多様性と分布—マメ類の作物的選択とその要因から— 昭和50年度文部省科研(総研B)報告: アジア各国における主食作物の選択に関する比較検討. 35-42 (1976)

* 統計資料の出所は図表説明に註記した。

5. ———— 収集系統の形態的、栽培の特性と種名同定ならびに利用可能系統の選別。インド亜大陸産マメ類のわが国への導入と利用に関する基礎調査。15-34。日本豆類基金協会。東京(1977)
6. ———— (訳) インドにおける食用マメ類生産の新展望。同。93-179。(1977)
7. ———— インドにおけるラッカセイの生産と利用の現況。熱帯農業 21 (印刷中)
8. Indian Council of Agricultural Research. Kachroo, P. (ed.) Pulse Crops in India. 334 p. New Delhi. (1970)
9. Indian Agricultural Research Institute. New Vistas in Pulse Production. 111 p. New Delhi. (1971)
10. Swaminathan, M. S. and H. K. Jain. Food legumes in Indian agriculture. In: Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding. 69-82. New York. (1975)
11. Achaya, K. T. Your Food and You. 97 p. New Delhi. (1975)
12. 高野博幸 インドにおける食糧の生産と利用。熱帯農研集報。No. 7: 15-17 (1968)
13. Kosambi, D. D. The Culture and Civilization of Ancient India in Historical Culture. New Delhi. (1965) (山崎利男訳。インド古代史。64, 126, 160, 東京) (1968)
14. 西丸震哉 アジア地区住民の食品に対する嗜好と感度。食糧 No. 9: 85-101 (1966)
15. 荒井克祐 インドにおける豆の加工と利用。食糧 No. 15: 21-36. (1972)
16. Allchin, F. R. Early cultivated plants in India and Pakistan. In: Ucko, P. J. (ed.) The Domestication and Exploitation of Plants and Animal. 325-329. London. (1969)
17. Hutchinson, J. India: Local and introduced crops. In: Hutchinson, J. (ed.) The Early History of Agriculture. Phil. Trans. R. Soc. London. B. 275: 129-141. London. (1976)
18. Indian Council of Agricultural Research. Agriculture in Ancient India. 59-80, 81-83. New Delhi. (1964)
19. Vishnu-Mittre. Palaeobotanical evidence in India. In: Hutchinson, J. (ed.) Evolutionary Studies in World Crops. 3-30. London. (1974)
20. Lasinsky, G. and A. Adler. The origin of chick pea, *Cicer arietinum* L. Euphytica 25: 211-217. (1976)
21. De, D. N. Pigeon pea. In: Hutchinson, J. (ed.) Evolutionary Studies in World Crops. 79-87. London. (1974)
22. International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics. Ann. Rept. of ICRISAT. 1974/1975. Hyderabad. (1976)
23. Murdock, J. P. Africa: Its Peoples and Their Culture History. 64-77. New York. (1959)
24. Hymowitz, T. The trans-domestication concept as applied to guar. Econ. Bot. 26: 49-60 (1972)
25. 中尾佐助 農業起源論。森下正明他編。自然-生態学的研究。329-494。東京(1967)
26. 山内豊二 インドの乾燥地帯における農法と農業体系—パンジャブ州を中心に—。農業総合研究 17: 169-203. (1963)
27. Gill, K. S. and S. S. Johl. Marketing of Gram in the Punjab. Dept. Econ. and Sociol., Punjab Agric. Univ., 141 p. Ludhiana. (1971)
28. Singh, K. B. and T. S. Sandhu. Cultivation of Gram in Punjab. Punjab Agric. Univ. 19 p. Ludhiana. (1973)
29. Singh, K. B. and S. S. Virmani. Cultivation of Pulses in the Punjab. Punjab. Agric. Univ. 59 p. Ludhiana. (1974)
30. 応地利明 パンジャブ平原における農村の展開と「緑の革命」—アムリツター県ガツガルバナ村を事例として。史林 57: 651-704. (1974)
31. Centro Internacional Instituto De Mejoramiento De Maiz Y Trigo, CIMMYT Rept. 1966/67. 1967. 103 p. (のびゆく技術, No. 96, 97) (1969)
32. Kanwar, J. S. International Workshop in Grain Legumes. Introductory Remarks. ICRISAT. Hyderabad. (1975)
33. Chopra, K. and G. Swamy. Pulses. An Analysis of Demand and Supply in India. 132 p. New Delhi. (1975)
34. Sidhu, D. S. Some socio-economic implications of green revolution in India with particular reference to the Punjab State. Punjab Agric. Univ., 13 p. Ludhiana. (1975)
35. 長谷川史郎 インドの主穀作物の分布—水からみた場合。昭和50年度文部省科研(総研B)報告。30-34. (1976)
36. Mann, H. S. and P. Singh. The place of pulses in India with particular reference to the arid zones. Annals of Arid zone 14: 251-262. C. A. Z. R. I., Jodhpur. (1975)
37. Raheja, P. C. Mixed Cropping. Technic. Bull. (Agric.) I. C. A. R., No. 42, 40 p. New Delhi. (1973)

38. Indian Council of Agricultural Research. Proc. of the Symposium. Cropping Patterns in India. 641 p. New Delhi. (1972)
39. Jain, H.K. Breeding for yield and other attributes in grain legumes. Symposium Number of Indian Journ. Genetics and Pl. Breed. 32 p. (mimeo.). New Delhi. (1975)
40. 栗本弘 インドの五カ年計画における農業問題. 農業総合研究. 11: 161~196. (1957)
41. Hymowitz, T. The soybeans of the Kumaon Hills of India. Econ. Bot. 23: 50-54 (1969)
42. 佐々木高明 東南アジアの焼畑の作物構成と生産力に関する生態学的試論. 川喜多二郎他編. 人間-人類学的研究. 391-421. 東京. (1966)
43. Singh, K. B. and K. S. Gill. Soybean. Punjab Agric. Univ., 22p. Ludhiana. (1973)
44. Spata, J. A., A. L. Nelson and S. Singh. Developing a soybean dal for India and other countries. World Crops. Mar./Apr. 82-84. (1974)
45. College of Food Science., Dept. of Food and Nutrition, Andra Pradesh Agric. Univ., Recipes for Better Nutrition. 47 p. Hyderabad. (1975)

(昭和52年9月16日受理)

(昭和53年1月6日分冊発行)

