

《研究ノート》

メキシコにおけるトウモロコシと  
インゲンマメの混作

——その“民族植物学”的考察——

菅

洋\*

1 メキシコ中央高原の古代文明と作物生産

アメリカ大陸には、北からアステカ、マヤ、インカの3大古代文明が栄えていたが、歴史の教えるところによればメキシコ中央高原のアステカ王国がスペイン人によって征服されたのは1521年8月13日のことである。征服者コルテスがメキシコに上陸した1519年4月22日から数えてわずか2年4ヶ月後のことであった。1519年は大西洋をへだてたヨーロッパでは、レオナルド・ダ・ヴィンチが死んだ年である。アステカ王国の中心はテスココ湖の中にある島の中の都市テノチティトラン(Tenochtitlán)にあり、今のメキシコの首都のメキシコ市はその後身である。アステカ人は独自の宇宙観をもっていた。彼等は、「太陽は夜の間中数知れぬ星とたたかっていると考え、その星数にも匹敵する数の捕虜から取り出した心臓を太陽に捧げないと太陽は再び現世をてらさなくなると信じていた」〔増田 1963〕。アステカ王国がわずかの数のスペイン人に征服されたのは、太陽に捧げる捕虜を得るため近隣諸部族を侵略し、恨みを買っていたためそれら諸部族がスペイン人に味方したのも一因といわれている〔増田 1963〕。征服者コルテスはテノチティトランで祭壇の横で無数の犠牲者の頭蓋骨を数えたという。

\* すげ ひろし，東北大学農学研究所

アステカ人には、食人の習慣があったというがこれは家畜を持たなかったアステカにおいて、動物性タンパク源とされたのではないかという説があらわれたが、新大陸起源のトウモロコシとインゲンマメその他の作物で必要カロリーはまかなえたとする反対説〔ORTIZ DE MONTELLANO 1978〕が正しいものであろう。食人の風習は一種の神事で、きわめて一部の階級のみに許されていたらしい。しかも、食人がもっともよく行われたアステカ暦15月のパンケツァリストリ (*Panquetzaliztli*: 11月21日より12月10日にあたる) はまだトウモロコシの収穫末期にあたっているのです、いわゆる収穫の端境期でないという。これらアステカ人の生存を支えていた主食はトウモロコシとインゲンマメの他にキア (*chia*) とよばれた *Salvia hispania* とウアウトリ (*huauhtli*) とよばれた *Amaranthus* sp. があった。今、トウモロコシ 400 g、インゲンマメ 100 g、キア 100 g、ウアウトリ 100 g を食べるとその合計は 2,291 kcal となり、FAO-WHO が計算した必要カロリー 2,200 kcal に匹敵する。また、タンパク質も合計で 78.1 g となり、FAO-WHO の 45 g を超える。その他は脂肪にやや不足するがカルシウム、リン、ビタミンAなどいずれも FAO-WHO の水準を超える (第1表) 〔ORTIZ DE MONTELLANO 1978〕。

ウアウトリはメキシコでは紀元前 5,000~3,000 年頃より重要な穀物であった。多分、製粉したのち利用したと思われる。アステカ王のモンテスマ (Montezuma) には年間に 20 万ブッシェル (約 720 万リットル) のウアウトリ種子の献上があったという。この穀物の栽培が後コロンブス期以後減少したのは、この穀物がメキシコの土俗宗教の儀式において重要な役目をしてきたためカトリックを強制した征服者がその栽培を抑圧したためといわれている〔PURSEGLOVE 1968〕。ウアウトリ種子はタンパク質を多く含み、特にリジンが多かった〔DOWNTON 1973〕。リジンは植物タンパクでは特に不足するアミノ酸で、トウモロコシの近代育種においては、このリジン含量を高める特殊な遺伝子の導入に著しい努力が払われているほどである。スペイン人が侵入する前の前コロンブス期の食事は、現在のインデオの食事よりむしろ栄養的にすぐれていたとさえいわれている。

第1表 アステカ族の穀物のみによる栄養と FAO-WHO の肉による栄養比較

項	目	エネルギー (kcal)	タンパク (g)	脂 肪 (g)	カルシウム (g)
トウモロコシ	(400 g)	1,432	33.6	18	44
インゲンマメ	(100 g)	343	22.7	1.6	1.3
キ	ア (100 g)	463	15.6	22.7	518
ウ	ア ウ ト リ (100 g)	53	6.2	0.6	468
合	計	2,291	78.1	42.9	976
FAO-WHO		2,220	45	62.7	800

アステカ王国の首都テノチティトランが、貢物として受取った穀物の量は、16世紀の重量単位のファネガ (*fanega*) から現代のキログラムへの換算レートが不確実であるため正確なことはわからないが、推定される4種の換算レートで計算すると、年間最低から最高までの幅が、トウモロコシで6,360~16,730人、インゲンマメで121,000~342,000人、キアで121,000~342,000人、ウアウトリで104,000~293,400人の食事をまかなえる量であった [ORTIZ DE MONTELLANO 1978]。

アステカ王国の王都テノチティトランの周辺では浅い湖沼を利用したのチナンパ (*chinampas*) といわれる特別の農法が行われていた。チナンパは、浅い湖沼に沈積物、水草、泥などを利用して一種の人工的な浮き床を作るもので、その堤防の役目をするのは柳の木である。柳の木と木の間は、沈積物、水草などで島を作りその上に湖底より新しい泥をすくいあげ、その上にトウモロコシなどの作物を栽培した。チナンパは苗床が必須の移植農法である。この苗床は、チナンパの中に縦横に走る運河の近くの一方向の端に、水草で作った床の上に泥の層を厚くぬって作られる。幾日か後に、泥が充分かたくなると長方形のブロックに切られる。このそれぞれのブロックに指や棒などで穴をあけ、種子をおとした後に人糞で作った堆肥で覆う。後に苗は、チナンパに移植された。しかし、トウモロコシだけは、種子が大きいため苗床を必要とせずチナンパ

リ ン (mg)	ビタミンA (mg)	チアミン (mg)	リボフラ ビン (mg)	ナイアシン (mg)	アスコル ビン酸 (mg)
484	0.6	1.52	0.4	7.6	—
415	0.008	0.47	0.4	2.1	1
518	0.01	0.38	0.13	3.74	—
91	2.74	0.09	0.29	1.5	75
1,508	3.36	2.86	0.97	15.0	76
800	1	1.2	1.8	2.0	45

[ORTIZ DE MONTELLANO 1978]

に直接播かれた。チナンパでは1年7回も収穫され、そのうち2回はトウモロコシであった [COE 1970]。1年間にこのように多く収穫されたのは、移植農法のため苗床と本畑で作期が重複可能だったためと思われる。現在テスココ湖は多く干上ってしまいそこに広大なメキシコ市が発展したため、現在このチナンパ農法はメキシコ市郊外のソチミルコ (Xochimilco) にわずかに面影を残しているにすぎない。ソチミルコとは、アステカの言葉であったナワトル語で「花の都」の意味である。ソチミルコは現在その運河を利用しての観光客相手の船遊びの場所として有名であるが、その名のとおり切り花などの産地でもある。

インカ帝国でも、キノア (*quinoa*) とよばれた *Chenopodium quinoa* がタンパク源として重要な地位を占めていたがその後は長い間無視されてきた。しかし、ラテン・アメリカの多くの研究者は最近また、アンデス地帯でのタンパク源としてこの古代の作物に注目しだしている。キノアの属する *Chenopodium* 属は世界に約60種分布している。通常は 2,000~4,000m の高地に播かれるが、耐霜性があり年間降雨量が 300~400mm 程度の土質の悪い所にもよく生育する。平均のタンパク含量は14%で、リジン含量が6%にもおよぶ。これは穀類の中でも、もっともすぐれたもので、さらにビタミンC、チアミン、リボフラビン、ナイアシンなどのビタミン含量も高い。ペルー、ボリビア、チリなどで

はこのインカ農業の遺産をひきついでいる [WEBER 1978]。

メキシコでもこの属は、ウアゾントリ (*huazontle*) とよばれて残存しており、最近ではブロッコリ状の花穂をたべる野菜として選抜され商業的生産もされている。しかし、メキシコのウアゾントリは植物学的には *Chenopodium nuttaliae* に分類され、酵素の電気泳動パターンなどから調査するとアンデス地域のキノアが、前コロンブス期に浸透北上したようには思えず、恐らくメキシコで独自に野生種から選抜されたのではないかと推定されている [WILSON *et al.* 1979]。

キノアはインカでは、そこの原産のジャガイモやさらにトウモロコシなどと組合さって高い文明の基盤となっていた。キノアはポリビヤ、コロンビヤ、ペルーなどの山地で野生種から栽培化されたものと思われる。トウモロコシやジャガイモとちがって、キノアにスペイン人は食糧としての関心を示さなかったらしい。

アステカ人がメキシコ中央高原に南下してきて王国をうちたてる前から中央高原には壮大な文明が盛衰をくりかえした。その面影を我々は現在でもテオテワカン (Teotihuacán) やトーラ (Tula) の遺跡にしるすことができる。低地のマヤ文明も含めてこれらの古代文明は、いずれも作物の一定の生産力を基盤とするものと思われるが、メキシコの場合はトウモロコシとインゲンマメを中心とした多種多様な作物組合せが重要な役割をはたしたものと想像される [HERNANDEZ 1970]。例えば、最近の分析によると、マヤ古典期文明の場合も、神殿都市を中心として約 1 km おきに同心円状に果実、繊維、樹皮、樹脂の採取を目的とした多様な樹種が整然と栽植されていたことが明らかになってきた [FOLAN *et al.* 1979]。また、段階状の耕地にアステカのチナンパと類似して水を流した水路の存在も確認されており [COE 1979]、さらに従来マヤにおける主食として重視されていたトウモロコシの他に根の貯蔵器官を利用する “root crop” が重要な位置を占めていたことも明らかにされてきている。クワ科植物のパンを作る *Brosimum alicastrum* (“breadnut tree”) の実は、地下貯蔵室に貯えられトウモロコシと同じ位の重要性をもっていたらしい。果実用の樹種

として他にも *Chrysophyllum mexicana*, *Acrocomia mexicana*, *Cardiospermum corindum*, *Spondias purpurea*, *Byrsonima crassifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Achras zapota*, *Sideroxylon gaumeri* が栽植されていた [FOLAN *et al.* 1979]。

私もメキシコ滞在中、メキシコ植物学会の主催した見学会で、モレロス州の Coatlan (Coatlan) に残存しているアステカ時代の果樹(果実)園を訪ねたことがある。その際、植物学会が作製したポスターには、¿Qué fruto es ése? (この果物は何だろう?) と印刷してあった。このことは、現在では植物学会会員も知らないような果物がアステカ時代には食糧として利用されていたことを物語っている。これらは、いずれもメキシコにおける前コロンブス期の作物の多様性を語るものであろう。

## 2 トウモロコシの起源とインゲンマメとの混作

トウモロコシがアメリカ大陸に起源したことは現在ではほとんど論をまたないが、その起源には2つの説がある。その1つはテオシント説でテオシント (Teosinte, *Euchlaena mexicana*, 最近メキシコの遺伝学者は *Zea mexicana* を使っている) の突然変異にトウモロコシの起源をおくものである。他の1つは、三部説といわれるもので (1) 栽培トウモロコシは未発見の野生種から起源した (2) 一方、テオシントは栽培トウモロコシとトリブサカム (*Tripsacum*) との自然雑種より生じた (3) トウモロコシの近代品種は、原始的なトウモロコシにテオシントやトリブサカムの遺伝子が流入して生じた とする3つの部分より成立している [田中 1975]。

メキシコでは、テオシントは今でもトウモロコシ畑の周辺に雑草として生育し栽培トウモロコシと自然交雑しているし、このような雑種は私が1年間滞在したメキシコ国立農科大学大学院 (Colegio de postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México) の近くの畑でもよくみかけることがあった。この農科大学で修士を取得後、アメリカのマサチューセッツ大学

の博士課程に進んだ日系メキシコ人の KATO [1976] は、メキシコ各地から採集したトウモロコシとテオシントについて詳細な細胞学的研究を行い、トウモロコシとテオシントは同一の基本ゲノムを有し、すべてのテオシント集団は1つの共通した祖先に起源するもので、トウモロコシはメキシコのテオシントと同一のテオシント集団に起源すると結論している。その実験的な裏づけは、細胞分裂パキテン期の染色体の瘤 (knob) の研究にもとづいている。メキシコの遺伝学者は、ほとんどトウモロコシの起源についてテオシント説をとるのは興味深い [MIRANDA 1966a]。しかし、ここではトウモロコシの起源を論ずるのが目的ではないので詳しいことは成書 [田中 1975] にゆずる。最近、メキシコでテオシントの多年性の野生種が発見され、*Zea diploperennis* と命名されている。以前に一度多年性のテオシントが発見されたが (*Zea perennis*) これは4倍体 ( $2n=40$ )、しかもその後は発見されず幻の植物といわれていたほどである。今度発見されたのは、トウモロコシやテオシントと同じ2倍体 ( $2n=20$ ) で、トウモロコシとの雑種は稔性を示すという。さらに、この植物が自生している地方では、チャプレ (*chapule*)、マイルスチャプレ (*maíz chapule*) またはミルピージャ (*milpilla*) とよばれ、食糧難の時にはトウモロコシと共に粉にひかれ食糧にされているという。トウモロコシの起源の研究上、また多年性をトウモロコシに導入する育種上きわめて貴重な発見といえよう [ILTIS *et al.* 1979]。

さて、メキシコでは伝統的にトウモロコシとインゲンマメが混作されることが多く、その場合インゲンマメはつる性のものが用いられ、トウモロコシを支柱としてこれにからまって生育する(第1図)。



第1図 トウモロコシとインゲンマメの混作 (メキシコ州)  
(著者原図)

第2表 メキシコ市周辺で奨励されている混作

	品 種		密 度		施 肥 量 <sup>*</sup>	
	トウモロコシ	インゲンマメ	トウモロコシ	インゲンマメ	元 肥	追 肥
灌漑栽培**	H-28	negro-150	畦間 92cm 株間 75cm 1株 2本	トウモロコシ の株間に6本	60-60	60-0
天水栽培	H-28 または H-30	negro-150	畦間 85cm 株間 80cm 1株 2本	トウモロコシ の株間に6本	40-60	40-0

\* N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> をヘクタール当たり kg で示す

[LEPIZ 1975]

\*\* 播種期：4月15日～5月31日

現在、インゲンマメの栽培面積の58%のものが混作され、その相手は主としてトウモロコシである [LEPIZ *et al.* 1977]。

私のメキシコ国立農科大学大学院の教え子のひとりであったメキシコ国立農業研究所 (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA) の技師 LEPIZ [1975] が作成を担当した農牧省の普及用のパンフレットによれば、メキシコ市周辺の場合、混作についての奨励事項は第2表のようにになっている。そして、混作法は光、水、肥料の有効利用のためのすぐれた栽培法であるとされている [LEPIZ *et al.* 1977]。LEPIZ [1975] によれば、品種や栽植密度、施肥量は地域により異なっており、メキシコ市周辺の場合は第2表のようであるが、他に例えばプエブラ州イスカキストラ (Ixcaquixtra) 地方の天水栽培の場合には、トウモロコシ品種はH-220、インゲンマメ品種は *Criollo de guia* を使って85cm畦にトウモロコシを株間60cm間隔に1株2本植え、インゲンマメはその間に3本植えるのが理想的であるとされている。その場合、播種適期は6月15日から7月15日までの1ヶ月間である。

MIRANDA [1978a] は、インゲンマメの茎伸長性に関して3つのタイプのちがった品種、すなわち Canario-107 (つるなし)、Negro-150 (半つる性) および Michoacan-128 (つるあり) とトウモロコシの2品種を単作または混作

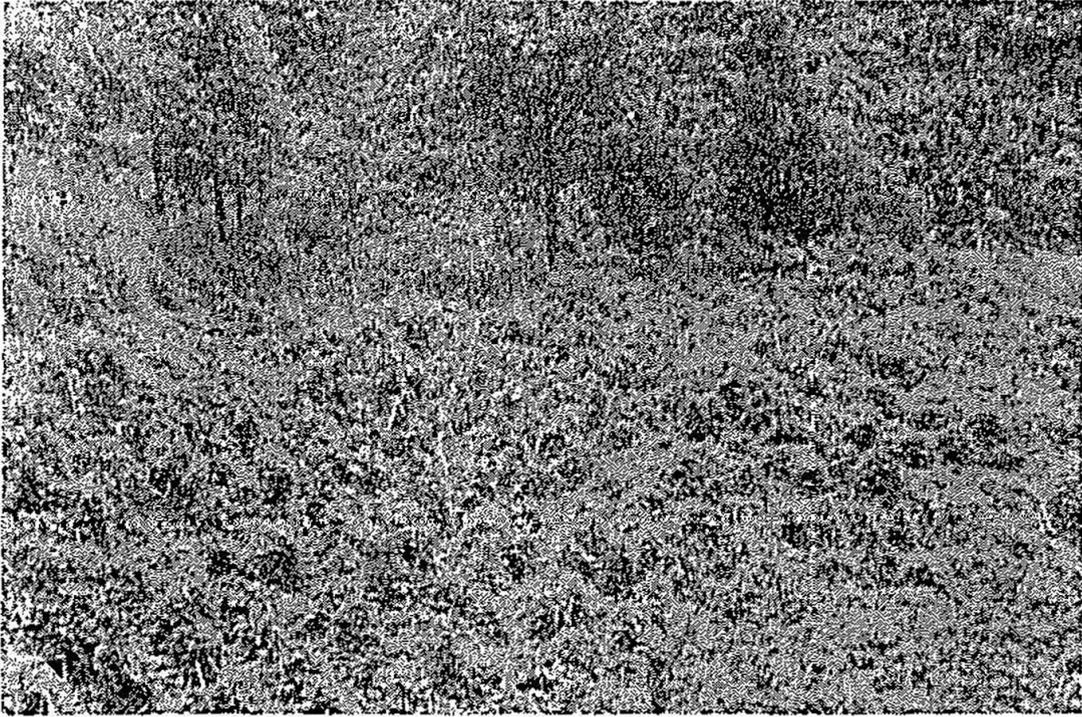
第3表 生育型の異なるインゲンマメとトウモロコシの混作の収量比較

インゲンマメ のタイプ	品 種			収 量 (g / 植物)
	インゲンマメ	+	トウモロコシ	
つるなし	Canario	107	(単作)	100
	Canario	107	+ Zacatecas 58	56
	Canario	107	+ México 208	20
半つる性	Negro	150	(単作)	145
	Negro	150	+ Zacatecas 58	240
	Negro	150	+ México 208	162
つる性	Michoacan	128	(単作)	172
	Michoacan	128	+ Zacatecas 58	276
	Michoacan	128	+ México 208	336

[MIRANDA 1978a]

した場合の収量を比較したが(第3表), つるなし品種の収量はトウモロコシとの混作により著しく減少するが, 半つる性やつる性品種の収量は増加することを見出した。特に, つる性品種は混作により著しく増収した。つるなし品種が減収するのは, 上に繁茂したトウモロコシにより光の透過が悪くなるためであろう。

これと関連してきわめて興味深いのは, メキシコの一部地方で実際のトウモロコシとインゲンマメ類(ベニバナインゲンも含めて)の混作において慣行的に行われている“*doblados*”とよばれる栽培法である。“*doblados*”とは, “曲げられた”の意であるが, これはトウモロコシとつるのあるインゲンマメ類の混作においてトウモロコシの成熟後期に, トウモロコシの茎を雌穂の上方で下方にむけて穂を被覆するように屈曲させ, 先端を株の下方に挿入するようにする栽培慣行である。このような処理により, トウモロコシの穂は鳥害や雨害から保護されると共に, 今までトウモロコシの繁茂によりややもすると生育が抑えられていた混作されたインゲンマメ類が非常に速く生長をはじめ, すでに曲ったトウモロコシの茎の上によじのぼり(この頃にはトウモロコシの収穫はすで



第2図 トウモロコシとベニバナインゲンの混作における“doblados”法：  
“doblados”されたトウモロコシ草冠の上を繁茂したベニバナインゲンが完全に覆っている（メキシコ国立農科大学大学院 J. Kohashi 博士の好意による）

に終わっている)、やがてトウモロコシの曲げられた草冠の上を全部被覆してしまう(第2図)。

また、トウモロコシは、インゲンマメ類のみならず、カボチャなどとも混作されることもあり、トウモロコシーベニバナインゲンーカボチャの3作物の混作なども行われる。

チャピンゴ(Chapingo)の国立農科大学は、近くのエル・バタン(El Batán)にある国際トウモロコシ・小麦改良センター(Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 通称 CIMMYT)と協力してプエブラ州で大規模な実験的農業改良計画を組んだが、このプエブラ計画で得られたトウモロコシとインゲンマメ混作の成績の一部を第4表に示した。これによるとそれぞれ混作すると収益は単作の場合に比して著しく増加しているのがみられ、メキシコの自然条件でこの混作という栽培形態はすぐれたものであることがわかる。すなわち、単作の場合の収益はトウモロコシとインゲンマメについてそれ

第4表 種々の条件下における混作の収量と収益

処 理 区	施 肥 量		トウモ ロコシ 密度 <sup>1)</sup> (本/ha)	収 量 <sup>2)</sup>		タンパク量		収 益 (メキシコ ペソ)
	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)		トウモロ コシ (kg)	インゲン マメ (kg)	トウモロ コシ (%)	インゲン マメ (%)	
1	120	40	30,000	2,987	1,300	8.6	22.0	5,058
2	120	40	40,000	3,306	1,246			5,136
3	120	80	30,000	2,962	1,548			5,509
4	120	80	40,000	3,074	1,393	8.3	21.8	5,180
5	150	40	30,000	2,796	1,575			5,525
6	150	40	40,000	3,758	1,361			5,642
7	150	80	30,000	3,006	1,571	8.7	22.4	5,518
8	150	80	40,000	3,559	1,398	8.7	22.4	5,450
9	90	40	30,000	2,619	1,150	8.3	21.0	4,470
10	180	80	40,000	3,737	1,488	9.0	23.0	5,613
11	150	0	40,000	3,156	1,445	8.5	22.9	5,506
12	150	80	20,000	2,217	1,641			4,974
13	150	40	40,000	4,056	2,446	9.4	24.5	6,963
14	120	40	40,000	4,634	0	8.5		3,053
15	60	60	0	0	1,222		20.9	2,426
			有意差 (5%)	575	225			

1) インゲンマメ密度は 60,000/ha と一定

[CIMMYT 1974]

2) 水分14%とした

ぞれヘクタール当たり3,053ペソ, 2,426ペソであったが, これを混作すると, 収益はトウモロコシの栽植密度や施肥量によっても異なるが, ヘクタール当たり最低でも4,470ペソ, 最大6,963ペソとなった。播種密度や施肥量を変えた13の混作試験区の平均で5,426ペソとなり, トウモロコシ単作にくらべて1.8倍, インゲンマメ単作にくらべて2.2倍の収益増となる。混作は単作の場合にくらべて収穫の機械化がしにくいなどの欠点もあるが, いわゆるそのような問題がでてくる前の在来農法としていかにすぐれたものであるかがわかるのである [CIMMYT 1974]。

植物性のタンパクには, 特にアミノ酸のリジンが欠乏しているといわれてい

第5表 混作による必須アミノ酸リジンの収量

作物	処		理 <sup>1)</sup>		収		量		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	トウモロコシ	インゲンマメ	全タンパク質		リジン <sup>3)</sup>		
					kg/ha	% <sup>2)</sup>	kg/ha	% <sup>2)</sup>	
普通トウモロコシ	130	50	50,000		394	93	9.9	52	
オパークトウモロコシ	130	50	50,000		423	100	19.0	100	
普通トウモロコシ	150	80	40,000	60,000	623	147	30.0	159	
+ つる性インゲン	120	40	40,000	60,000	981	232	45.5	239	
	+10トンの堆肥								

- 1) N と P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> は kg/ha を，トウモロコシとインゲンマメは本/ha を示す
- 2) オパークトウモロコシを100とした
- 3) ヘクタール当たりのリジン収量は全タンパク質中のリジン% (インゲンマメ 7.2%，トウモロコシ 2.5%) から算出した

[CIMMYT 1974]

るため、前述の国際トウモロコシ・小麦改良センターではリジン含量を増加させる特別のオパーク (opaque) 遺伝子を導入した新品種を育成することに鋭意つとめている。今、この遺伝子を導入した新品種を単作した場合、普通トウモロコシ品種単作の場合あるいは普通トウモロコシにインゲンマメを混作した場合などの単位面積当たりの全タンパク質収量，リジン収量を比較した興味ある成績がある (第5表)。

その表によると、普通のトウモロコシ品種でもインゲンマメと混作すると、オパーク遺伝子を導入した新品種の単作の場合よりも、単位面積当たりではるかに高いリジン収量が得られている。トウモロコシとインゲンマメという2つの作物の併用が栄養的にもそれぞれの単作にくらべて著しくすぐれていることを示している [CIMMYT 1974]。また、インゲンマメをトウモロコシと混作すると、単作の場合にくらべてインゲンマメの病害が著しく軽減するという注目すべき成績も最近報告されている (第6表)。肉用家畜をもたなかった古代の中央アメリカにおいては、このトウモロコシとインゲンマメの併用は、栄養的にもすぐれた作物組合せであったことを物語っている。

第6表 インゲンマメとトウモロコシの混作による病害の減少

品		種		感 染 程 度 <sup>1)</sup>	
インゲンマメ	+	トウモロコシ		バクテリア <sup>2)</sup>	菌 <sup>2)</sup>
Pinto Nacional	(単作)			2.0	3.5
Pinto Nacional	+	Zacatecas	58	0.2	0.5
Pinto Nacional	+	México	208	0	0
Flor de Mayo	(単作)			2.0	2.0
Flor de Mayo	+	Zacatecas	58	1.0	0.7
Flor de Mayo	+	México	208	3.0	0

1) 感染程度は 0=0%, 1=25%, 2=50%, 3=75%, 4=100%として評価した

2) バクテリアとして *Pseudomonas phaseolicola* と *Xanthomonas phaseoli* が、菌として *Uromyces phaseoli* がみられた

[MIRANDA 1978b]

このような混作は、アメリカ合衆国の中部大平原におけるトウモロコシ単作、機械化栽培とは根本的に異なる思想にもとづくものである。アメリカにおけるトウモロコシ育種においては、例えばイネ、コムギなどのいわゆる「緑の革命」のもととなった草型育種の成功に触発されて、同じような指向も発表されている [ARMY *et al.* 1967]。例えば、その場合草丈を短稈化し、直立葉をつけるような草型にかえるが、穂の長さや重さはむしろ従来品種より小さくてよいとする。その代り、直立葉のため光の透過が良くなるので密植とし、エーカー当たり10~15万本も植える。これは1万5千~3万本植えている従来密度からみれば4~5倍の密植となる。穂重も従来品種の1本当たり1~0.5ポンド(約450~225g)の代りにそのような密植用品種では2~3オンス(約57~85g)でよいと考えられている [ARMY *et al.* 1967]。

このような、いわゆる“理想型”トウモロコシ品種が育成された場合、アメリカのコーン・ベルトでの栽培では成功をおさめる可能性は大きいであろう。しかし、このような品種が傾斜地が多くさらに施肥も充分になされない天水栽培のメキシコの条件下で導入されても、そのまますぐ成功する可能性は少ない。それ以上に、このような品種は上記のような混作には適さないであろう。

したがって、品種の“理想型”の理念自体が、民族のおかれている社会的、自然的条件により異なりそれは歴史とも深くかかわりあってくる〔菅 1976〕。メキシコにおけるトウモロコシとインゲンマメの混作は我々にこのような歴史的視点の重要性を教えてくれる。

それでは、なぜメキシコでトウモロコシとインゲンマメが混作されるようになったのであろうか。（誤解のないように附記するが、メキシコでアメリカ式の大農的機械化栽培がないというのではない。勿論その導入し得る社会的、自然的条件のある所には十分に普及しているのである。）

### 3 インゲンマメの起源と混作の民族植物学

メキシコに起源するといわれている栽培植物には第7表にあげたようなものがある（MIRANDA [1976b] を改写追加の上、さらに簡単な説明をつけ加えた）。

この中に、*Phaseolus* 属の4種の栽培種がある。*P. vulgaris* インゲンマメ、*P. coccineus* ペニバナインゲン、*P. lunatus* リママメおよび *P. acutifolius* テパリーマメである。メキシコでインゲンマメ栽培の最も古い痕跡はテウアカン谷（Tehuacan）のコスカトラン（Coxcatlan）で発見された7,000年前の遺跡から発見されているが、他にタマウリパスのオカンポ（Tamaulipas, Ocampo）地区の4,300および6,000年前の遺跡でも発見されている〔MIRANDA 1967a〕。

メキシコ、ガテマラ、コロンビヤ、ペルー、チリ、ボリビアなどから集めたインゲンマメの多数品種を研究した BUKASOV [1931] は、変異がメキシコ・ガテマラに多く集積していることを認めここに多様性の中心があるとした。Mc BRYDE [1947] は、1941年12月に *P. vulgaris* の野生種をガテマラの海拔1,200～1,500mにあるサンアントニオ、ウイスタ（San Antonio, Huista）付近で発見したと報告しているが、これらと前後してメキシコでは多くの地方で野生種が採集されている。例えば MIRANDA [1967a] によれば、Freytag はコリマ火山のすそ野で、種子色が鹿毛色や淡黄色の系統を得、Hernandez はデュランゴ（Durango）の南40kmの所で野生種の種子を得、Norvell もゲレロ州イ

第7表 メキシコに起源すると推定される栽培植物

- Agave atrovirens*, *A. latissima*, *A. pisaga*, *A. tequilana* (*maguey*) 竜舌蘭類, アルコール飲料のブルケやテキーラの原料
- Agave sisalana* (*henequen*) ヘネケン, 繊維作物, 竜舌蘭の1種
- Amaranthus leucocarpus*, *A. cruentus* (*alegria*) ヒユ属穀物
- Annona diversifolia* (*ilama*) アノナ, 熱帯性果実
- Annona purpurea* (*anona*) アノナ, 熱帯性果実
- Brosimum alicastrum* (*ramon*) クリに似た食用果, マヤの重要な食物
- Byrsonima crassifolia* (*nanche*) 食用果実, マヤも栽植
- Calocarpum mammosum* (*mamey*) マメイ, 熱帯性果実
- Canavalia ensiformis* (*canavalia*) ナタマメの類
- Capsicum annuum*, *C. frutescens* (*chile*) トウガラシ類
- Carica papaya* (*papaya*) パパイア, 熱帯性果実
- Casimiroa edulis* (*zapote blanco*) 白サボテ, 熱帯性果実
- Chamaedorea tepejilote* (*tepejilote palma*)
- Chenopodium ambrosioides* (*epazote*) メキシコ茶
- Chenopodium nuttalliae* (*huazontle*) ウアゾントリ, アステカ時代の穀物
- Cnidioscolus chayamansa* (*chaya*) チャヤ, 若芽や緑葉を食する
- Crescentia cujute* (*jicara*) 塗りわんを作る瓜
- Crataegus pubescens* (*tejocote*) メキシコ産, 梅の一種
- Cucurbita ficifolia* (*chilacayote*) フィシフォリヤカボチャ
- Cucurbita mixta*, *C. moschata*, *C. pepo* (*calabaza*) カボチャの類
- Dahlia coccinea*, *D. pinnata*, *D. lehmanni* (*dahlia*) ダリヤ類
- Diospyros ebenaster* (*zapote prieto*) 黒サボテ, 熱帯性果実
- Euphorbia pulcherrima* (*flor de nochebuena*) ユーホルビヤ
- Gossypium hirsutum* (*algodón*) ワタの一種
- Helianthus annuus* (*girasol*) ヒマワリ
- Hylocereus undatus* (*pitaya*)
- Hyptis suaveolens* (*chia granda*)
- Ipomoea batatas* (*camote dulce*) サツマイモ
- Indigofera suffruticosa* (*añil*) アイ (染料) の一種
- Jatropha curcas* (*piloncillo*) 黒砂糖をとる
- Leucaena collinsii* (*guaje*) 被陰樹として用い
- Manilkara zapodilla* (*chicizapote*) 小サボテ, 熱帯性果実
- Nopalea cochenillifera* (*nopal nocheztli*) コチニール・カクタス, コチニール原料

- Opuntia ticus indica*, *O. megacantha*, *O. streptacantha*, *O. emyclaea* (*nopal*) サボテン類, 若芽を野菜用に, 果実を果物として食す
- Pachycereus emarginatus* (*organo*)
- Pachyrrhizus erosus* (*jicama*) ヤムマメ, 根を食する
- Parmentiera edulis* (*guajilote*) 赤黄色の果実を食する
- Persea americana*, *P. schiedeana* (*aguacate*) アボカド
- Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. autifolius* (*frijol*) 前よりインゲンマメ, ペニバナインゲン, リママメ, テバリーマメ
- Physalis ixocarpa* (*tomate de cascara*) トマトホオズキ
- Polyanthes tuberosa* (*nardo*) 月下香
- Porophyllum seemannii* (*papalo-quelite*)
- Pouteria campechiana*, *P. hypoglauia* (*zapote amarillo*) 黄サボテ, 熱帯性果実
- Protium copal* (*copal*) 樹脂をとる植物
- Prunus cerotinia* subsp. *capuli* (*capulin*) サクランボの1種
- Psidium guajava* (*guayaba*) グアヤーベ, 熱帯性果実
- Psidium sartorianum* (*guayabilla*) 小グアヤーベ, 熱帯性果実
- Salvia hispanica* (*chia*) キア, アステカ時代よりの穀物
- Sechium edule* (*chayote*) チャヨーテ瓜
- Spondias purpurea* (*ciruela*) シルエラ, 果実
- Tagetes patula*, *T. erecta* (*cempoalxoxhill*) マリーゴールド
- Theobroma cacao*, *T. angustifolium*, *T. bicolor* (*cacao*) カカオ
- Trigridia pavonica* (*camomote*)
- Vanilla planifolia* (*vainilla*) バニラ
- Yucca elephantipes* (*yuca o izote*) ユッカ
- Zea mays* (*maiz*) トウモロコシ

( ) 内は現地メキシコでの呼称

(MIRANDA [1976b] を改写のうえ追加)

グアラ (Iguala) の南14kmの所で種子を得たという。

MIRANDA [1967 a] は, 1964~1966年にわたり西部シェラ・マドレ山脈から東部シェラ・マドレ山脈まで植物学的探査を行い, 花の咲く8月から10月にかけてその存在を確認し, 11月から1月にかけて種子を採集した。その結果, 多くの *Phaseolus* 属植物が発見されたが, *P. vulgaris* の野生種は, 西部シェラ・マドレ山脈の海拔500~1,800mの生態的遷移地帯で発見され, 特に海拔



第3図 インゲンマメ(*Phaseolus vulgaris*)の野生系統とテオシント(*Zea mexicana*)のメキシコにおける分布 [上は MIRANDA 1967a, 下は HERNANDEZ 1973 より改写]

1,200m附近で多く発見された(第3図)。特に興味深いのは、野生種の発見された地方では栽培在来種のインゲンマメの変異もまた多様であることである。そして、多くの場合、野生のインゲンマメは無限伸長性を示し野生のテオシントや灌木などからまって生育していることが発見されたのである。花色は、暗紫色、白色が多く時には赤色のものもあった。莢の色も鹿毛色、コーヒー色、白黒のまだらなどの変異が認められた。種子の大きさには、長さ3~10mm、幅2.5~7mm、厚さ2~5mmの変異がみられた。1グラムの

種子数は、最も小さい場合は50個で通常1莢当たり8~10個の種子が入っている[MIRANDA 1967a]。

メキシコでは、これら野生のインゲンマメは“*frijolillo*”(小さなマメ)、“*frijol de raton*”(ネズミのマメ)、“*frijol de coyote*”(コヨーテのマメ)などとよばれている。そして、これら野生種の自生する地域に住む農民はこの“*frijol de raton*”は食用にできることを知っており、また栽培すると地方在来栽培品種に類似したものに馴化できるとのべた農民もいたという[MIRANDA 1967a]。

メキシコで興味深いのは、このようなインゲンマメの野生種の自生している地帯は、またテオシントの自生する地帯と一致していることである(第3図)。MIRANDA [1967a]によると、インゲンマメの野生種とテオシントの生育時期は大体一致しており、インゲンマメ野生種はテオシントを支柱としてこれにからみついで生育していることが多い。そして彼は、昔、野生のインゲンマメが

テオシントにからまって生育しているのをメキシコの原住民がみて、これを栽培条件下でもコピーしたのではないかと考察している。

このように考えてくると、混作のような栽培形態の考察にも進化学、遺伝学、生態学、生理学、文化人類学、歴史学などの諸分野からの広い基盤に立った洞察が必要であることがわかる。

プエブラ州テウアカン谷のコスカトランの洞窟からは、トウモロコシとインゲンマメが食用にされていた痕跡が発見されている。このコスカトランは海拔1,000mの所にありこの附近はインゲンマメとテオシントの両方が分布する地帯として知られている。メキシコの多くの現存する遺跡を分析してみると、その多くはインゲンマメの野生種とテオシントの両方が自生する所にあるという[MIRANDA 1967a]。例えば、オアハカ州のモンテ・アルバン (Monte Albán) やミトラ (Mitla)、モレロス州のソチカルコ (Xochicalco)、クエルナバカ (Cuernavaca)、テポストラ (Tepoztlán) およびミチョアカン州のサン・フェリーペ (San Felipe) の遺跡地帯などがそうである。この最後の地帯は、首都メキシコ市からトルカ (Toluca) を経てミチョアカン州の州都モレリア (Morelia) に至る道路の途中のシタクアロ (Zitácuaro) とサンホセ・プルア (San Jose Purúa) の間にありメキシコでも最も古い遺跡である。この地帯を9月~10月に訪れてみるとインゲンマメの野生種が遺跡の上に自生しているのを見ることができるという。遺跡地帯に生じた泉の水が流れている川床の近くにも生えている。また、同じ頃には、サンホセ・プルアとファンガペオ (Jungapeo) の間にあるアグア・ブランカ (Agua Blanca, 白い水の意味) と名づけられている鉱泉の近くでもテオシントが野生のインゲンマメと共に自生しているのを見ることができる。これらの場所は、みなサン・フェリーペの遺跡地帯の中にあるという [MIRANDA 1967a]。

メキシコには、前述のようにフリホール・コムン (*frijol comun*) とよばれるインゲンマメの他にフリホール・アヨコテ (*frijol ayocote*) とよばれるベニバナインゲンがあるがこれも野生種が自生している。MIRANDA [1967b] によると、メキシコではベニバナインゲンとインゲンマメが自然交雑し遺伝子の

流入がおこり、いわゆるイントログレッションとよばれる浸透性交雑の現象がおこっており、そのような雑種の安定した集団も中間的な種として *Phaseolus coccineus* subsp. *darwinianus* と命名されている。メキシコでこのアカレテ (*acalete*) とよばれているベニバナインゲンとインゲンマメの自然雑種が採集されたのは、例えばプエブラ州やベラクルス州では、標高海拔1,400mのナウソントラ (Nauzontra), 1,500mのワチナンゴ (Huachinango), 1,900mのハラシンゴ (Jalacingo), 1,930mのトラトラウキテペック (Tlatlauquitepec) などである [MIRANDA 1967b]。

MIRANDA [1976a] によれば、メキシコにおいて種々の作物でこのような浸透性交雑がみられる地域は、まず第1には太平洋側の傾斜地の西部シェラ・マドレ山脈のリオ・バルサス (Rio Balsas) の流域から南部シェラ・マドレ山脈にかけての標高1,500mの地域であり、第2は大西洋につながるメキシコ湾側傾斜地の東部シェラ・マドレ山脈の標高1,000mの地域である。

この第1の地域においては、テオシントの栽培トウモロコシへの遺伝子浸透が強く認められる。また、メキシコに起源すると思われる作物で興味あるものにカボチャ類があるが、MIRANDA [1976a] は、この地域で *Cucurbita pepo* の遺伝子が *C. moschata* に浸透流入して *C. mixta* が起源したものと推定している。そして、興味あることに、この同じ地帯において前述したアステカ王国の主要な穀物であった栽培型のキア (*Salvia hispanica*) が、キアの2つの野生種集団の交雑により生じた可能性が大きいという。

また、メキシコ湾側の傾斜地においては前述のインゲンマメの遺伝子のベニバナインゲンの中への浸透流入がおこっている。前述のワチナンゴやハラシンゴなどはこの東部シェラ・マドレ山系の中にある。そして、この地域においてはメキシコ特産のチャヨーテ (*chayote*) とよばれるチャヨーテ瓜 (*Sechium edule*) の野生種の遺伝子が栽培種の中に浸透性交雑の結果、流入しているという [MIRANDA 1976a]。

メキシコ市からワチナンゴを経てポサ・リカ (Poza Rica) に至るこの東部シェラ・マドレ山系の道路は短い距離の間に高度が2,000m余も降下するので



第4図 ココヤシとトウモロコシの混作（コリマ州）

（著者原図）

運転者の肝を冷やすヘアピンカーブの連続である。メキシコ市からクエルナバカを経てアカプルコ（Acapulco）に至る西部シェラ・マドレ山系の道路の場合も同様である。私は、この西部シェラ・マドレ山系が太平洋にさしかかるハリスコ州のラ・ウエルタ（La Huerta）附近で地面に敷きつめるように生えていた *Ipomoea* 属植物の芽生えをみたことがある。サツマイモの起源の研究者にはまさに垂涎的と思われる光景であった。また、同じ太平洋岸のコリマ州のテコマン（Tecoman）において、ココヤシとトウモロコシの混作されている畑をみた。この組合せなども極めて興味ある光景であった（第4図）。

私はメキシコにおけるトウモロコシとインゲンマメの混作という栽培様式を紹介するにあたり、その周辺の民族植物学的要素にまで視点をひろげ考察を試みた。我が国では得られないような資料が含まれていると思われるのでこの方面に興味をもたれる方の参考になれば幸である。

混作のような作物の栽培様式を考える際にも、単に作物学の視点だけでなく文化人類学、地理学、歴史学、遺伝学、育種学、生態学、生理学などの広い基盤に立って分析を加えることが必要でありかつ有用であることをこのメキシコ

におけるインゲンマメとトウモロコシの混作の例は教えているように思われる。

本稿は私が1975年から76年まで1年間、メキシコ国立農科大学大学院に滞在し、講義と実験指導を担当した際、見聞した体験や、その際得た資料にもとづいている。この滞在の機会を与えられた海外協力事業団、農林水産省およびメキシコ国立農科大学大学院に深謝する。また、いろいろ御教示いただいた同大学院の同僚、学生諸氏に厚く御礼申しあげる次第である。

### 引用文献

ARMY, T.J. and GREER, F.A.

1967 Photosynthesis and crop production systems. In Pietro, A.S. *et al.*(ed.), *Harvesting the sun*. Academic Press, pp. 321-332.

BUKASOV, S.M.

1931 The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. *Bull. Appl. Bot. Gen. Pl. Breed. Suppl.* 47:1-553.

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT)

1974 *El plan Puebla, Siete años de experiencia 1967-1973*. pp. 1-127.

COE, M.D.

1970 The chinampas of Mexico. In *Plant agriculture, Readings from Scientific American*. Freeman, pp. 28-36.

1979 Farming among the Maya: A revised view. *Science* 204:739-740.

DOWNTON, W.J.S.

1973 *Amaranthus edulis*: A high lysine grain amaranth. *World Crops*, January/February, pp. 20.

FOLAN, W.J., FLETCHER, L.A. and KINTZ, E.R.

1979 Fruit, fiber, bark and resin: Social organization of a Maya urban center. *Science* 204:697-701.

HERNANDEZ, X.F.

1970 *Exploración etnobotánica y su metodolog'ía*. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 1-69.

ILTIS, H.H. and DOEBLEY, J.F.

1979 *Zea diploperennis* (Gramineae): A new teosinte from Mexico. *Science* 203:186-187.

KATO, T.A.Y.

- 1976 Cytological studies of maize (*Zea mays* L.) and teosinte (*Zea mexicana* Schrandt Kuntz) in relation to their origin and evolution. *Res. Bull. Massachusetts Agric. Exp. Sta.* No. 635, pp. 1-185.

LEPIZ, R.L.

- 1975 El cultivo asociación maíz-frijol en el meseta central. In *Recomendaciones para el ciclo primavera-verano 1975*, Secretaria de Agricultura y Ganaderia, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, INIA, Centro de Investigaciones Agrícolas de la Meseta Central, Circular, CIAMEC No. 62, pp. 1-6.

LEPIZ, R.L. y MIRANDA, S.C.

- 1977 Eficiencia de la asociación maíz-frijol en el aprovechamiento de la energía luminosa. *Avances en la enseñanza y la investigación 1975-1976*. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 47-48.

McBRYDE, F.W.

- 1947 Cultural and historical geography of southwest Guatemala. *Smith. Inst. Soc. Anthropol. Pub.* 4: 1-184.

増田 義郎

- 1963 『古代アステカ王国』中央公論社。

MIRANDA, S.C.

- 1966a Identificación de la especies mexicanas y cultivados del genero *Phaseolus*. *Serie de investigación*. No. 8. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 1-15.
- 1966b Discusión sobre el origen y evolución del maíz. *Memoria del segundo congreso nacional de fitogenética*. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C., pp. 233-252.
- 1967a Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol comun). *Agrociencia* 1:99-109.
- 1967b Infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L.. *Serie de investigación*. No. 9. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 1-48.
- 1976a Determinación de áreas de mayor infiltración genética en México. *Avances en la enseñanza y la investigación 1974-1975*. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 35.

- 1976b Evolución de cultivares nativos de México. *Avances en la enseñanza y la investigación* 1974-1975. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 35-37.
- 1978a Rendimiento del frijol sembrado solo y asociado con maíz. *Avances en la enseñanza y la investigación* 1976-1977. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 68.
- 1978b Daño de enfermedades en frijol solo y asociado con maíz. *Avances en la enseñanza y investigación* 1976-1977. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México. pp. 69.
- ORTIZ DE MONTELLANO, B.R.  
 1978 Aztec cannibalism: An ecological necessity? *Science* 200:611-617.
- PURSEGLOVE, J.W.  
 1968 *Tropical crops: Dicotyledons*. Longman.
- 菅 洋  
 1976 「現代育種の盲点<文化人類学的考察>」『農業技術』31:484-488。
- 田中 正武  
 1975 『栽培植物の起原』日本放送出版協会。
- WEBER, E.J.  
 1978 The inca's ancient answer to food shortage. *Nature* 272:486.
- WILSON, H.D. and HEISER, C.B. JR.  
 1979 The origin and evolutionary relationships of 'Huazontle' (*Chenopodium nuttalliae* Safford), domesticated chenopod of Mexico. *Amer. J. Bot.* 66:198-206.