

第7章 インド亜大陸における雑穀の栽培化過程と伝播

インド亜大陸で栽培化されたサマイ、コドラ、インドビエは亜大陸周辺に広がったが、他方、コルネとコラティは南部、ライシャンはカーシーヒルのみで地域固有の穀物として栽培されており、特定地域から伝播を広げることがなかった。マナグラスはヨーロッパに向けて伝播したが、とおの昔に絶滅してしまったようである。

インド亜大陸の雑穀が栽培植物起原学の視点から興味深い主な理由を三つあげてみよう。一つは、インド起源の雑穀においては現在進行形で栽培化の過程を見ることができているからである。すなわち、野草から雑草、随伴雑草、擬態随伴雑草、混作または間作の二次作物、さらにより洗練された単作の三次作物へと向かう栽培植物の進化の過程である。二つは、植物と人間との共生のモデルが植物を栽培化していく過程において典型的に認められるからである。たとえば、雑草が随伴雑草、擬態随伴雑草となり、さらに二次作物となる過程に植物と人間相互間にいわば真摯な掛け合いがあるからである。三つは、同じイネ科他種ばかりでなくマメ科、キク科など他科栽培植物との混作や間作などの栽培体系とも関わって、植物相互間にも多彩な関係性が生じ、擬態や共生的な生活様式の共進化が認められるからである。言い換えれば、植物と人間の混沌とした歴史性、空間性、これらに関係づける環境文化が真に面白いのがインド亜大陸の雑穀農耕に見られるのである。

ここでは人間によって攪乱されることが少ない場所に生育する植物を野草、路傍や畑地・水田など攪乱される場所に生育する植物を雑草、村落などの周辺に逸出生育する野生型と雑草型の中間的特性をもつ人里植物、農民に栽培されている栽培植物としている。また、栽培植物の畑に侵入して生育する植物をその随伴雑草、これらのうち主要な栽培植物に擬態している植物をその擬態随伴雑草として、雑穀の栽培化過程における進化生態的地位を示している。

7.1. インド亜大陸の雑穀

今から 10,000 年以上前の遺跡から出たオオムギの遺物のように、栽培化に向かって種子の大きさなどの形態が明らかに変化している種もあれば、ライシャンのように 19 世紀に栽培化された種で脱粒性の程度で区別される、あるいは今現在も半栽培段階にあるかと思われる種、野生のままに種子を収穫されて穀物として利用されている種もある。イネにしてさえ、インドでは優れた品種が栽培されていながら、その水田脇の灌漑用水路に生える野生イネはお祭りのために収穫され、高値で販売され、神々と人間との供食に用いられている。

インド亜大陸で栽培されている雑穀を地理的起源によって次のようにグループ分けして（表 7.1）、インド亜大陸への仮設伝播ルートを示した（図 7.1）。①アジア起源のうち中央アジア起源（I 群）はキビおよびアワである。②東南インド起源（II a 群）にはサマイ、インドビエ、コドラ、ライシャン、コルネおよびコラティが含まれる。③東南アジア大陸部起源（II b 群）はハトムギである。これら栽培植物のうちコドラおよびハトムギはイネと同じく多年生植物であるが、この特性はその起源を考えるに当たって重要である。④アフリカ起源（III 群）はシコクビエ、モロコシおよびトウジンビエである。⑤西南中国起源はソバおよびダツタンソバである。⑥新大陸起源はアマランサスおよびキヌアである。ここではイネ科ではないが、タデ科ソバとダツタンソバ、およびヒユ科アマランサスとアカザ科

キヌアは、その種子が穀物のように利用されているので雑穀に加えている。イネ科雑穀類の写真は図 7.2 と図 7.3 に示した。

インド亜大陸の穀物栽培を地理的に概観すると、地中海農耕文化の伝播によるコムギはパキスタンから西インドで主に栽培され、緑の革命の成果をあげている。イネの栽培は主にアッサムから東インド、さらに海岸地域を巡ってケララ州に至っている。オオムギ、ソバ、ダツタンソバ、ジャガイモの栽培はヒマラヤ山脈南麓の山間地で行われている。雑穀類はヒマラヤ山脈南麓の丘陵地とデカン高原、東および西ガーツ山脈の半乾燥地や丘陵地で主に栽培されている。雑穀類は豆類と混作や間作されることが多い。

表 7.1 インド亜大陸で栽培されている雑穀類

地理的起源地と学名	和名	インド名	染色体数	生活型	植物学的起源
アフリカ					
<i>Sorghum bicolor</i>	モロコシ	jowar	2n=20 (2x)	annual	<i>S. bicolor</i> var. <i>verticilliflorum</i>
<i>Pennisetum americanum</i>	トウジンビエ	bajra	2n=14 (2x)	annual	<i>P. violaceum</i>
<i>Eleusine coracana</i>	シコクビエ	ragi	2n=36 (4x)	annual	<i>E. coracana</i> var. <i>africana</i>
アジア					
1.インド					
<i>Panicum sumatrense</i>	サマイ	samai	2n=36 (4x)	annual	<i>P. sumatrense</i> ssp. <i>psilopodium</i>
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	コドラ	kodo	2n=40 (4x)	perennial	wild
<i>Echinochloa flumentacea</i>	インドビエ	jangora	2n=54 (6x)	annual	<i>E. colona</i>
<i>Brachiaria ramosa</i>	コルネ	korne		annual	wild
<i>Setaria pumila</i>	コラティ(キンエノコロ)	kolati	2n=18,36,72	annual	wild
<i>Digitaria crusiata</i>	ライシヤン	raishan		annual	wild
2.東南アジア					
<i>Coix lacryma-jobi</i> var. <i>ma-yuen</i>	ハトムギ		2n=20 (2x)	perennial	<i>C. lacryma-jobi</i> var. <i>lacryma-jobi</i>
3.中央アジア					
<i>Setaria italica</i>	アワ	thenai	2n=18 (2x)	annual	<i>S. italica</i> ssp. <i>viridis</i>
<i>Panicum miliaceum</i>	キビ	cheena	2n=36 (4x)	annual	<i>P. miliaceum</i> ssp. <i>ruderales</i>
4.南西中国					
<i>Fagopyrum esculentum</i>	ソバ		2n=16 (2x)	annual	<i>Fagopyrum esculentum</i> ssp. <i>ancestralis</i>
<i>Fagopyrum tartaricum</i>	ダツタンソバ		2n=16 (2x)	annual	<i>Fagopyrum tartaricum</i> ssp. <i>potanini</i>
アメリカ					
<i>Amaranthus hypocondriacus</i>	センニンコク		2n=32, 34 (2x)	annual	<i>A. cruentus</i> (<i>A. hybridus</i>)
<i>Amaranthus caudatus</i>	ヒモゲイトウ		2n=32, 34 (2x)	annual	<i>A. cruentus</i> (<i>A. hybridus</i>)
<i>Chenopodium quinoa</i>	キヌア		2n=36 (4x)	annual	<i>C. quinoa</i> ssp. <i>milleaenum</i>

和名もインド名も代表的な語のみ示した。地方名の詳細は7.10節に示した。

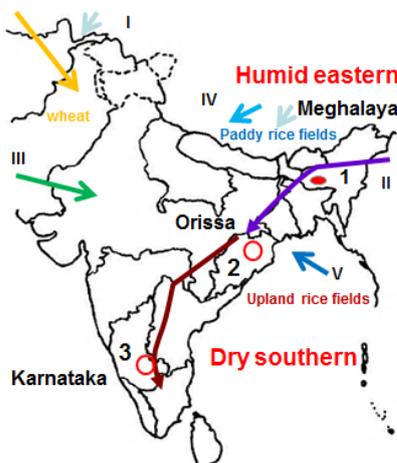


図 7.1. インド亜大陸への穀物の伝播

穀物伝播：I, 中央アジア起源雑穀の伝播。II, イネ随伴雑草からの二次作物。III, アフリカ起源雑穀の伝播。IV, ソバの伝播。V, 新大陸起源雑穀の伝播。このほかに地中海起源のムギ類、新大陸起源のトウモロコシが伝播している。1, イネ随伴雑草から起原した二次作物、2, 二次作物への随伴雑草から起原した三次作物、3, 混作から単作に向かった三次作物。

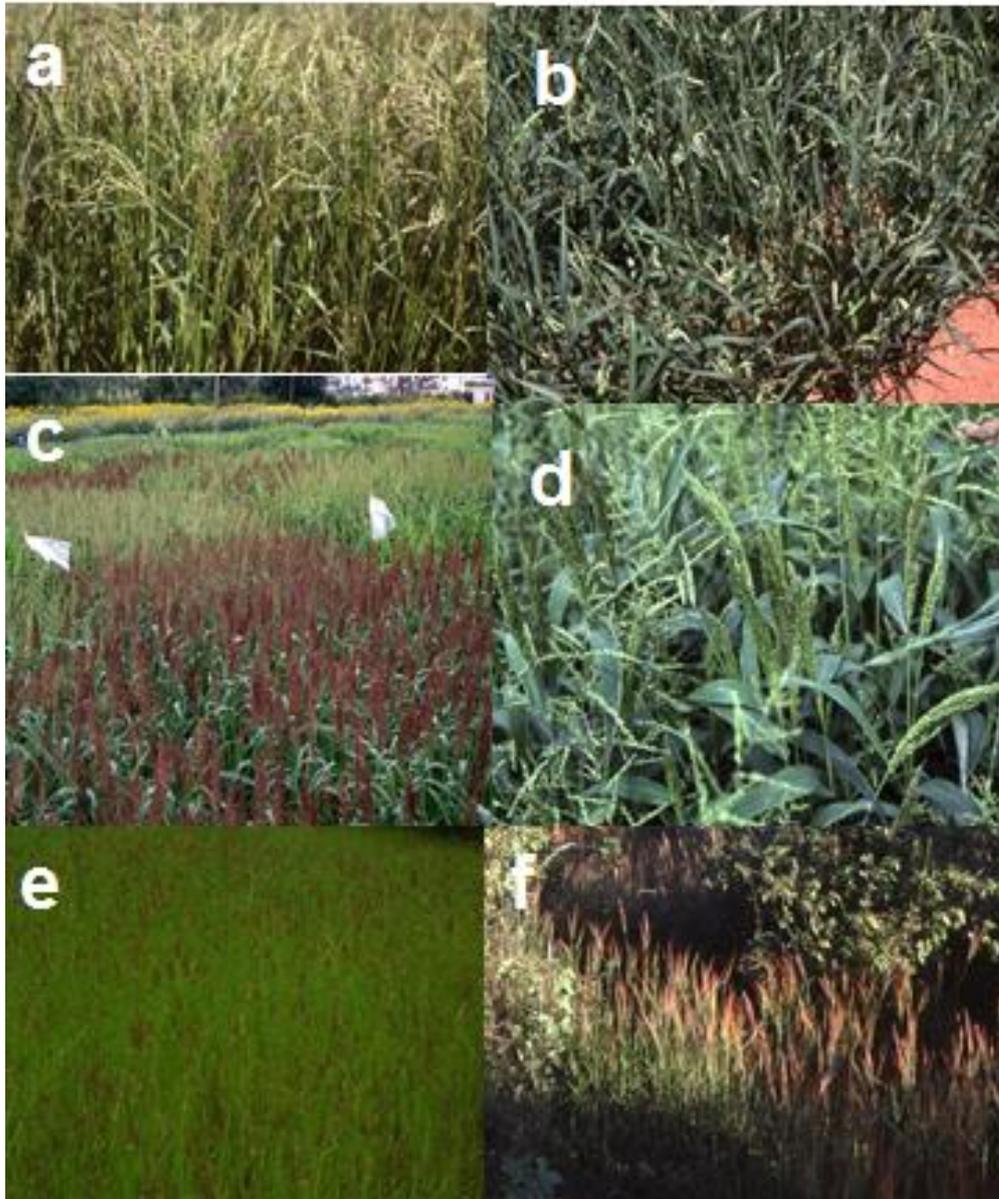


図 7.2. インドにおいて栽培されている雑穀類：a, サマイ、b, コドラ、c, インドビエ、d, コルネ、e, サマイとコラティの混作畑、f, イネの祖先野生種 *Oryza rufipogon*。

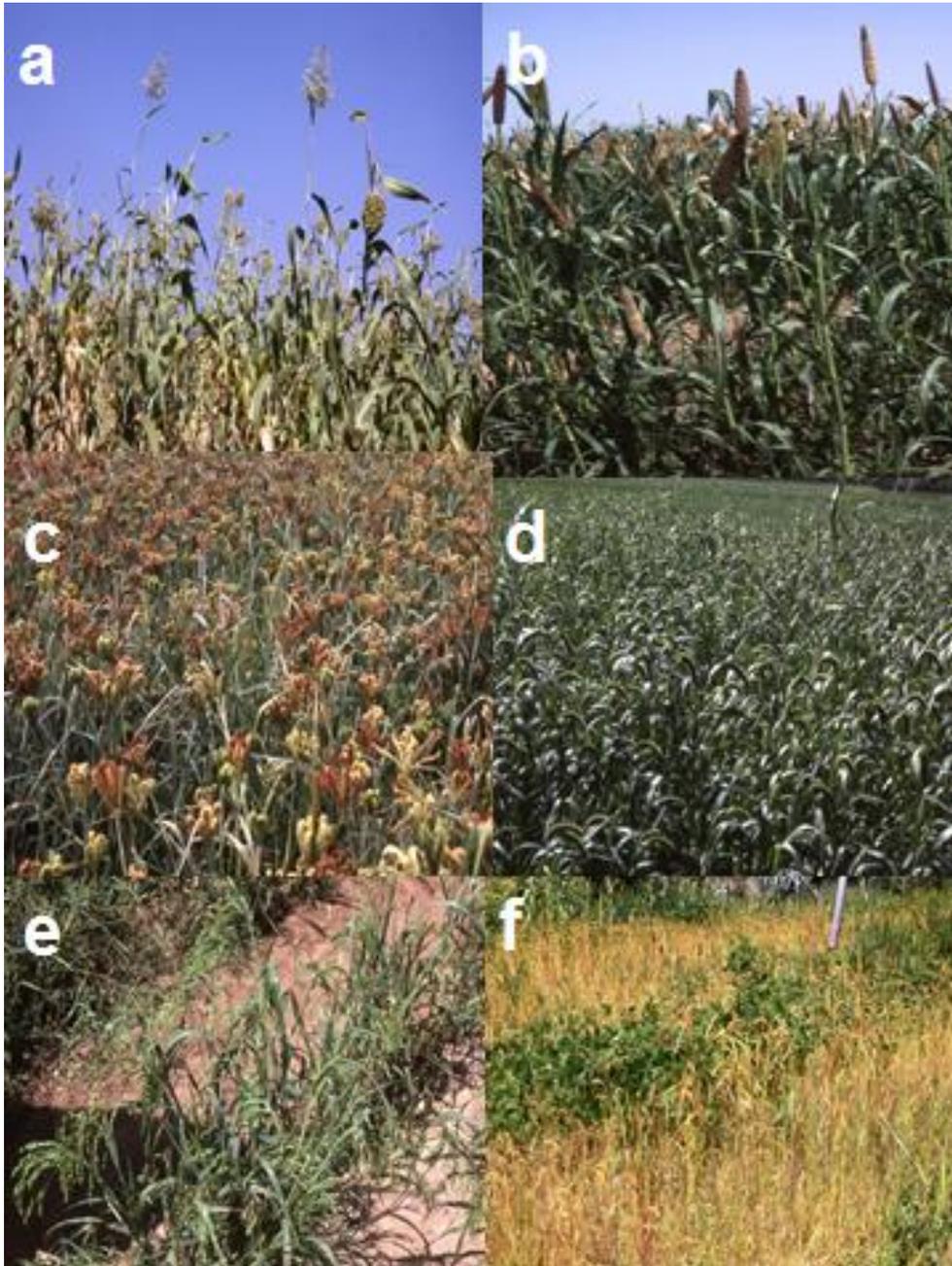


図 7.3. インドにおいて栽培されている雑穀類；

a, モロコシ、b, トウジンビエ、c, シコクビエ、d, アワ、e, キビ、f, 大豆と間作されたアワ。

1) 中央アジアから伝播した雑穀（I 群）

キビ (*Panicum miliaceum* L.) は最も古い栽培植物の 1 つで、少なくとも 8,000 年前には中国で、8,500 年前には北ヨーロッパで栽培されていたとされる。ユーラシア大陸全域において各地の新石器時代の文明を支えた重要な食糧であった。キビは 3 亜種に分類されている (Scholz and Mikoláš 1991)。イヌキビ ssp. *runderale* (Kitag.) Tzvelev ($2n=36$) は栽培型 ssp. *miliaceum* ($2n=36, 40, 49, 54, 72$) からの逸出で、種子は小さく脱粒性、疎らな円錐花序をもち、ヨーロッパから東アジアまで広く分布している。ssp. *agricolum* H. Scholz et Mikolas ($2n=36$) は栽培型からの突然変異によって生じ、栽培型とイヌキビとの中間的

特徴をもっており、除草剤耐性で中央ヨーロッパのトウモロコシ畑に生育している。栽培化の地理的起源には諸説がある。たとえば、Vavilov (1926)はユーラシア各地のキビの比較分類学的な研究により、東アジアから中央アジアにかけて高い遺伝的多様性を認めて、中国北部で起源したと考えた。一方、Herlan (1975)は中国とヨーロッパの両地域で独立・平行的に栽培化された可能性を示唆している。Sakamoto(1987)はインダス河の上流域へのフィールド調査(1987)を踏まえて、上記の諸説を総合して中央アジアからインド亜大陸北西部の地域において起源し、アジアとヨーロッパ各地へと伝播したと考えた。西トルキスタンへのフィールド調査(1993)で収集したキビの品種の中に多分けつ性、疎穂で種子脱粒性が高い擬態随伴雑草が混入しており、またパキスタンからの収集品種にも同様の雑草型が認められた。ちなみに、伝播の末端である日本のキビの品種は大半が主稈のみが発達して、密な花序をつける非分けつ性である。他方、雑草型のイヌキビは多分けつ性で、疎らな花序をつける。これらの点からも現在のところSakamoto説の妥当性を支持したい。しかし、イヌキビまたは擬態随伴雑草が祖先種であるかについては結論が出ていなかったが(木俣1994)、その後の調査研究結果の詳細は第6章に記した。キビ属の栽培植物にはキビのほかに後に述べるサマイとメキシコ起源のサウイ(*P. sonorum* Beal.)がある。

キビはインド・パキスタン・ネパールおよびアフガニスタンの山地帯では主要な作物の一つとして栽培が行われている。Lysov (1975)はキビを次の5栽培品種群、すなわち *Miliaceum*、*Patentissimum*、*Contractum*、*Compactum* および *Ovatum* 品種群に分類している。これらのうちインドで主に栽培されているのは *Patentissimum* 品種群としているが、この品種群はまばらな穂で種子が熟した際には若干たれる。インド亜大陸を俯瞰するとキビの変異は大きく、穂型はもとより草姿も非分けつ型から多分けつ型まで幅広く存在する。主な栽培地はガンジス河の下流域でイネの収穫後に播種されている。また、ヒマチャル・ブラデシュ州とウッタル・ブラデシュ州の2,500m以上の山地で栽培が維持されている。今日でもインド亜大陸を初めとして中国、日本、中央アジアおよびウクライナなどで栽培されている。

アワ(*Setaria italica* (L.) P.Beauv.)はユーラシア全域で広く栽培されている一年生穀物で、祖先種はエノコログサ(*S. italica* ssp. *viridis* (L.) Thell.)である。エノコログサ属植物は雑草化し、*S. sphacelata* (Schumach.) Stapf et C.E.Hubb. や *S. palmifolia* (Koen.) Stapf などいくつかの種が新旧大陸で野生穀物として利用されている。しかしながら、アワ以外で栽培化の過程にあるのは後述するように南インドでのコラティ(*S. pumila*)のみである。アワは中国では約5,000年来栽培されており、仰韶時代にはキビと同様に重要な穀物であった。ヨーロッパでも新石器時代、約3,600年前には栽培されていた。しかし、インドの新石器時代の遺跡からは今のところ見つかっていない。アワは次の2品種群に分類されている(Decaprelevich and Kasparian 1928)。Moharia 品種群は多数の稈と小さくて円筒型の穂をもち、主にヨーロッパや西アジアに分布する。Maxima 品種群は1ないし少ない稈と長くて垂れ下がる穂をもち、ロシアから日本に分布する。後にPrasada Rao ら(1987)がインドから東南アジアで栽培されている Indica 品種群を追加したが、これには分類学的な根拠はなく、農耕に関わる地理的分布を参照したにすぎない。栽培化の地理的起源についてはキビと同様に諸説があるが、Sakamoto(1987)は、アワは中央アジアからインド亜大陸北西部で紀元前5,000年以前に栽培化され、ユーラシア大陸の東西に牧民の手で漸次伝播して地方品種群を分化させていったとした。その根拠は、アフガニスタンやパキスタン北西部のアワの品種は祖先種エノコログサに類似して、小さな穂

を多数つけ、分けつ性が高い、交雑花粉稔性から見て品種分化があまり進んでいないなどである（阪本 1988）。最近の栽培面積は中国で約 400 万ヘクタール、南インドで 100 万ヘクタール弱である。インドではモロコシと間作され、牧草としても高い価値があり、アンドラ・プラデシュ州を中心に高収性品種を導入して生産量を増加させている。

2) インド亜大陸およびその周辺で起源した雑穀（II 群）

この第 7 章はインド亜大陸で起源した雑穀についての調査、実験研究について述べるので、詳細は後述する。これらの雑穀は IIa 群のサマイ (*Panicum sumatrense* Roth.)、インドビエ (*Echinochloa frumentacea* Link)、コドラ (*Paspalum scrobiculatum* L.)、ライシャン (*Digitaria cruciata* (Nees) A. Camus)、IIb 群のコルネ (*Brachiaria ramosa* (L.) Stapf.) およびコラティ (キンエノコロ *S. pumila* (Poir.) Roem. et Schult.) である。

また、IIc 群のハトムギ (*Coix lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* (Roman.) Stapf.) は主にアッサムおよび周辺の諸州で栽培されている多年生草本である。今日ではヒマチャル・プラデシュ州でも試作が行われている。雑草型の祖先種ジュズダマ (*C. lacryma-jobi* var. *lacryma-jobi*) は日本を含めて、東アジア各地に生育している。雑草型の種子は堅い苞鞘に包まれており、ロザリオや数珠に用いられている。栽培化された年代は不明である。東インドではジュズダマが水稻の擬態随伴雑草となっている事例もあるので、ハトムギは二次作物と考えられる。第 5 章で詳述したように、ハトムギはおおかたモチ性の内乳デンプンもち、食用の他漢方薬としても用いられている。イネの収穫に伴いかなりの頻度で混入している (Kobayashi1989)。

3) アフリカ大陸から伝播した雑穀（III 群）

シコクビエ (*Eleusine coracana* Gaertn.) はアフリカの東から南部の高地やサバンナ地帯で栽培されている一年生の穀物で、祖先種は *E. coracana* ssp. *africana* (Kennedy-0' Byrne) Hilu & de Wet である。シコクビエは中央スーダンでは 5,000 年前に栽培されていた可能性がある。その後、紀元前 1,000 年紀にはインドに到達した。アフリカでは約 100 万ヘクタール、インドでは北から南部諸州にかけて約 300 万ヘクタールで栽培されている。ssp. *africana* はインドに広く伝播せず、カルナタカ州の農科大学農場内のシコクビエ圃場周辺にまれに生育しているのみである。ここではインドとアフリカの品種を交雑してインダフ品種を育種しているので、アフリカの品種の種子に混入して最近になって帰化したものと考えられる。

シコクビエは南インドでは今日でも主要な食糧となっている。花序の形態に基づいて次の 5 品種群に分類されている (de Wet *et al.* 1984)。Corocana 品種群はアフリカとインドで広く栽培され、ssp. *africana* に似ており、中央の枝梗を良く発達させている。この枝梗は 5 から 9 本形成され、細く直線的である。この品種群はインドではモロコシとトウジンビエ畑で間作されている。Vulgaris 品種群はアフリカとインドで最も普通に栽培されているが、インドでは灌漑イネ栽培に続く乾季作物として、直播のほか苗床に播種、育苗後、移植栽培されてもいる。Compacta 品種群は北東インドからウガンダまでで栽培されている。インドではとりわけ曲がった枝梗に加えて下位に付く枝梗が特徴的である。Plana 品種群はインドの東・西ガーツ山脈からマラウイにまで栽培されており、小穂は長く小花が花軸に密生し、リボンのような外観となる。Elongata 品種群は枝梗が長く、東アフリカの他、インドの東ガーツ山脈でも栽培されている。インドではトウジンビエの栽培がシコクビエ

の栽培を圧迫してきているので、栽培面積はこの20年間に200万から300万ヘクタールの間を変動し、減少傾向にある。

モロコシ(*Sorghum bicolor* ssp. *bicolor* Moench)は半乾燥熱帯の農業における主要穀物である。インダスから農耕文化が南方へ伝播する際にインドでは熱帯の穀物が必要となった。紀元前2,000年ないし3,000年紀にはモロコシはエチオピアとの交易によってもたらされていた。ラジャスタン州やグジャラート州からの考古学的証拠がこれを裏付けている。1990年には世界の総計4,500万ヘクタールで栽培され、内1,530万ヘクタールは東南アジアの作付けであった。

モロコシは栽培型亜種のほか、ssp. *arundinaceum* (Desv.) de Wet and Harlanおよびssp. *drummondii* (Steud.) de Wetに分類されている。さらに、ssp. *arundinaceum*はvar. *arundinaceum*、var. *verticilliflorum*およびvar. *aethiopicum*の3変種に分けられている(de Wet, 1978)。モロコシの栽培型品種群は近縁種との複雑なかかわり合いによって成立している。直接の祖先種はvar. *verticilliflorum*($2n=20$)と考えられ、栽培型とこの変種は近縁野生種 *S. propinquum* (Kunth) Hitchc. ($2n=20$)とも自然交雑し、*S. halepense* (L.) Pers. ($2n=40$)とは染色体数の倍化を伴って浸透性交雑の影響を受けており、著しく複雑な変異を示している(Dogget, 1988)。ssp. *drummondii*は栽培型と野生種が同所的に生育している地域で雑種起源の雑草となっている。品種群の分化過程は次のように考えられる。ssp. *arundinaceum*はアフリカで6,000年から5,000年前に栽培化の過程に入り、分裂選択によってモロコシの5栽培品種群および雑種を生み出した。アフリカの野生型亜種と*S. halepense*間の自然交雑、栽培型とssp. *arundinaceum*間の交雑が各地で生じている。GuineaとDurra品種群は東方へと伝播し、4,000年ほど前にはインドへ、2,000年ほど前には中国に伝播してアンバー・ケーンとコーリャンとなっている。*S. bicolor*と*S. halepense*の交雑で雑草性の著しいジョンソングラス、さらにアルゼンチンにおいて飼料用とされるコロンバス・グラス(*S. alnum* Parodi, $2n=40$)がこの雑草と栽培品種の自然交雑によって生じている。19世紀以降にアメリカ合衆国へ導入されたアフリカのDurra、KaffirおよびBicolor品種群は矮性品種を生じている。栽培品種群の特徴について少し整理してみよう。穎に包まれた耐鳥害性の小粒種子を持つBicolor品種群は最初に、良好に加工できる中粒種子をもつGuinea品種群は次に発達した。エチオピアで発達し、耐旱性が強く大粒種子をもつDurra品種群はインドや東アジアまで伝播している。Caudatum品種群は大変ユニークな特性を亀甲状種子の形態や色・味に持っている。Kaffir品種群は南アフリカでバンツ族と関わりをもって栽培されている(Harlan and de Wet, 1972)。DurraおよびBicolor品種群は擬態随伴雑草をもっている。今日のインドでは全インド=モロコシ改良計画が中心となって品種改良や普及を行っている。同じくハイデラバードにあるICRISAT(国際半乾燥熱帯作物研究所)もモロコシやトウジンビエの品種改良に熱心に取り組んでいる。

トウジンビエ(*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)はアフリカ起源の一年生草本で、暑熱と乾燥に強く、アフリカでは1600万ヘクタールで栽培されている。インド亜大陸ではパンジャブ州からタミル・ナドゥ州にかけて約1100万ヘクタールで栽培されており、とりわけラジャスタン州では主要な食糧となっている。トウジンビエの近縁野生種は乾燥した東から西アフリカに広く分布している。Brunken (1977)は二倍体の栽培品種、雑草および野生種は頻繁に交雑していることを示し、これらを単一の種*P. americanum* (L.) Leekeとし、さらに3亜種に分類し、栽培型ssp. *americanum*、雑草性のssp. *stenostachyum* (Klotzsch

ex A.Br. & Bouche') Brunken および野生型 *ssp. monodii* (Maire) Brunken とした。その後、Clayton and Renvoize(1982) はトウジンビエの分類学的に適切な名称を *P. glaucum* とし、近縁雑草を *P. sieberianum* (Schlecht.) Stapf et Hubb.、近縁野生種を *P. violaceum* Maire として整理した。これら 3 種の違いは生育場所の選択と種子散布の機構にある。*P. violaceum* は祖先種であり、上記分類の *ssp. monodii* に相当する。また、*P. sieberianum* は *ssp. stenostachyum* に相当し、アフリカではトウジンビエ畑の擬態随伴雑草として花序の大きさや形態、栄養体の形態および開花期を類似させている。西アフリカでは雑草性の「半=栽培品種」の雑種集団をシブラス (shibras) と呼んでおり、農夫にとっては普通に見られるいわば「汚染」植物である。シブラスは栽培型と雑草近縁種 *P. violaceum* との浸透性交雑によって生じており、花序の大きさや形、栄養体の形態および開花期で栽培型に類似する擬態随伴雑草といえる。しかし、これはインドでは見られない。

地理的には次の 4 栽培品種群が認められる。卵型の穎果をもち、もっとも祖先型に近い Typhoides 品種群は今日もアフリカで広く栽培されており、考古学的な証拠から 4,000 年前にアフリカで栽培化され、品種分化が起こる以前、この品種群のみが北西インドに少なくとも 3,000 年前に伝播した。しかし、他の 3 品種群はアフリカから外へは伝播していない。Nigritarum 品種群は Typhoides 品種群に類似し、50 cm 以下の花序をもつ。Globosum 品種群は長球形の穎果、100 cm を越えるローソク型の花序をもつ。Leonis 品種群は先の尖った扁球形の穎果をもち、花序の長さや形は変異に富む。トウジンビエは旱魃に強いので、将来も乾燥地帯の農耕地で栽培が拡大、継続されることであろう。

4) 西南中国より伝播したタデ科雑穀 (IV 群)

ソバ (*Fagopyrum esculentum* Moench.) とダツタンソバ (*F. tataricum* Gaertn.) は一年生草本である。多年生草本の *F. cymosum* (Trev.) Meisn. が両種の祖先種とされていたが、近年、種子脱粒性の野生種が見つかり、ソバの祖先種は *F. esculentum ssp. ancestralis* Ohnishi、ダツタンソバの祖先種は *F. tataricum ssp. potanini* Batalin とされ、西南中国のヒマラヤ地域で 5,000 年ほど前に栽培化されたと考えられている (Ohnishi, 1998)。カシミールに伝播したのは紀元 1,200 年頃である。現在、インドではヒマチャール・プラデシュ州からアッサムにかけて主に栽培されている。これらの丘陵地帯でカリフ季に 2 万ヘクタール作付けされ、6,000 トンの年間生産量を上げている (Joshi and Paroda, 1991)。

5) 新大陸から伝播した雑穀 (V 群)

ヒユ科アマランサス (主に *Amaranthus hypochondriacus* L. と *A. caudatus* L.) は紀元 1500 年頃にインドに伝播し、現在はヒマチャール・プラデシュ州からアッサム地域、南インドの山地帯で栽培されている。アカザ科キノア (*Chenopodium quinoa* Willd.) はヒマラヤ地域などでまれに栽培が認められる。これらは種子ばかりでなく野菜として若い葉が利用されている (Joshi and Rana 1991)。北インドでは伝統的な作物ではないので、栽培しても自らの食用とはせずに、換金作物としている。

7.2. 調査研究方法

現代の民族植物学の主な研究分野は、民族生態学、伝統農業、認知民族植物学、伝統的植物科学、古民族植物学である。応用される分野は、経済植物学の範囲として農業、工芸、製薬、生態学の範囲として植生管理、生物多様性、人類生態学が含まれる。また、環境法、

環境学習原論と実践にも有意義な示唆を与えている。調査研究方法は文化人類学、民族学および植物学の応用による。

私は中尾（1966、1967）の業績には強い敬意をもち、「農耕文化基本複合」を雑穀研究と環境学習研究の重要概念としてきたが、彼の一世を風靡した仮説である「照葉樹林文化論」、また同様に、柳田国男の「稲作単一民族説」から刷り込みをうけないように意思してきた。私が雑穀に関する最初の論文を人類学雑誌に投稿するために、老師阪本に原稿を校閲していただいた際に、彼から他者の仮説を基に論述を進めるなど強く指摘された。権威の説を鵜呑みにしないで、流行に沿わず、地道であっても、自ら得た事実によって論考することを肝に銘じた。民族植物学も自然科学的研究手法をとるのなら、現地調査で自らが農夫たちから聞きとり、農耕地を観察することこそ重要であり、さらにその地域の自然環境や社会環境の中で経験したこと、および収集したさく葉標本、種子、資料を用いて栽培試験や生物実験を行い、これらによって得たデータと、農地や農家での観察事実に基づいて分析、解析して論考を進めたい。

さらに、栽培植物の起源と伝播の研究は、現代の地理的空間でのみ展開されているのではなく、過去からの歴史的時間が背景にある。このために、考古学や言語学の分野で蓄積されてきた資料を援用せねばならない。私が研究専念期間を得て、イギリスのケント大学に滞在し、王立キュー植物園、ロンドン大学、ケンブリッジ大学を訪問したのは主に考古学分野の研究者に会い、意見を聞き、文献資料を得るためであった。

考古遺跡から出土しない、あるいは古文書の記録に残らない雑穀の多くは民族学・文化人類学の調査資料を集積して、起源と伝播経路を類推する。すなわち、栽培植物の伝播は農耕文化基本複合「たねから胃袋まで」（中尾 1966）がかならず伴うので、これまで述べてきた栽培や加工方法、食文化、農耕儀礼などから、文化誌を比較して起源と伝播経路を考えるのである。たとえば、穀物の糯性品種は東アジアに分布が特定されるので、東南アジアから北上して中国、東に向かって日本に伝播したが、西には向かわなかったか、食味が合わずに途中で消えたと考えられる。パンはヨーロッパからパンコムギ（普通系コムギ）の加工食品として東に伝播した。飯は東から南や西に、ピラフは中央アジアから周辺にイネの料理法として伝播した。トウモロコシはコロンブスの新大陸への上陸以降に旧大陸に伝播したので、ヨーロッパでもアフリカでも雑穀にとって代わって、ポレンタやウガリのような伝統料理の新食材として利用されるようになった。加工調理技術の工程を注意深く検討して、新旧の変化過程を考えなくてはならない。

ヨーロッパにおける一粒系コムギ、二粒系コムギからパンコムギに主作物が変遷する過程も同じようなことで、収量の多い穀物を持った方が戦争で勝利して支配者になり、先に栽培されていた穀物を「迫害」する構図になる。とはいえ、地域環境に適応した在来穀物は先住民族が生き残るために必要であるので、消え去ることはなく何千年も栽培され続けられてきた。ジョンソン（Johnson 1992）が言うように、勝利者の穀物（コムギ、イネ、トウモロコシ）と生存者の穀物（雑穀）があり、現実にはどちらもとても重要である。

インド亜大陸には表 7.4 および図 7.5 および図 7.6 に示したように、1983 年から 2001 年にかけて延べ 2 年間ほど、6 回の野外調査を行った。主には、ヒマラヤ山脈南麓、デカン高原、東・西ガーツ山脈などの雑穀栽培地域である。調査は全インド雑穀改良計画、インド農業研究会議 ICAR の植物資源局、パキスタン国立農業研究センターとの共同研究として、現地の研究員の方々と一緒に実施した。おおよそは自動車によって調査旅行をしたが、都市間の長距離移動は飛行機、列車、バスなどを乗り継いだ。

インド亜大陸で栽培されている雑穀については 7.1 項で述べた。インド起源の雑穀の栽培化過程を明確にするために実施した現地の野外調査および栽培試験と分析実験についてはこれからさらに詳細に述べる。

表 7.2. インド亜大陸調査の日程

年月	調査地	調査チーム
1983.9-11	Nepal, India (Haryana)	The Japanese Scientific Expedition for Nepalese Agricultural Research
1985.9-11	Pakistan (Northwest province), India (Karnataka, Andhra Pradesh, and Tami Nadu)	Kyoto University Scientific Expedition to the Indian Subcontinent
1987.9-11	India (Jammu and Kashmir, West Bengal, Orissa, and Assam), Pakistan (Sind)	Kyoto University Scientific Expedition to the Indian Subcontinent
1989.9-10	Pakistan (Azad Kashmir), India (Karnataka, Madhya Pradesh, and Maharashtra)	Kyoto University Scientific Expedition to the Indian Subcontinent
1996.9~97.6	India (Karnataka, Andhra Pradesh, Tamil Nadu, Orissa, Himachal Pradesh, and Utter Pradesh)	Research abroad supported by Japanese Government, University of Agricultural Sciences at Bangalore
2001.9-10	India (Karnataka and Orissa)	Tokyo Gakugei University Scientific Expedition to the Indian Subcontinent



図 7.4. インド亜大陸における調査と時期

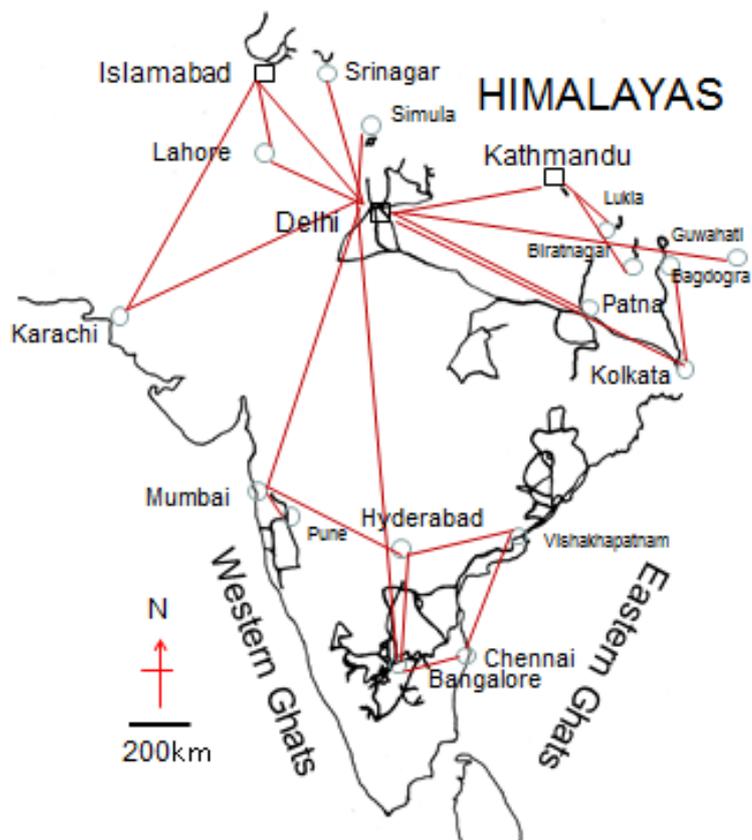


図 7.5. 雑穀栽培の野外調査ルート

集中的に野外調査した東インドのオリッサ州 Orissa (1987, 2001) および南インドのカルナタカ州 Karnataka とアンドラ・プラデシュ州 Andhra Pradesh (1985, 1996, 2001) における詳細な調査経路を図.7.6 に示した。オリッサ州はスナベダを拠点に、カルナタカ州とアンドラ・プラデシュ州境地域はバンガロールを拠点にして自動車を用いて現地の野外調査を行った。

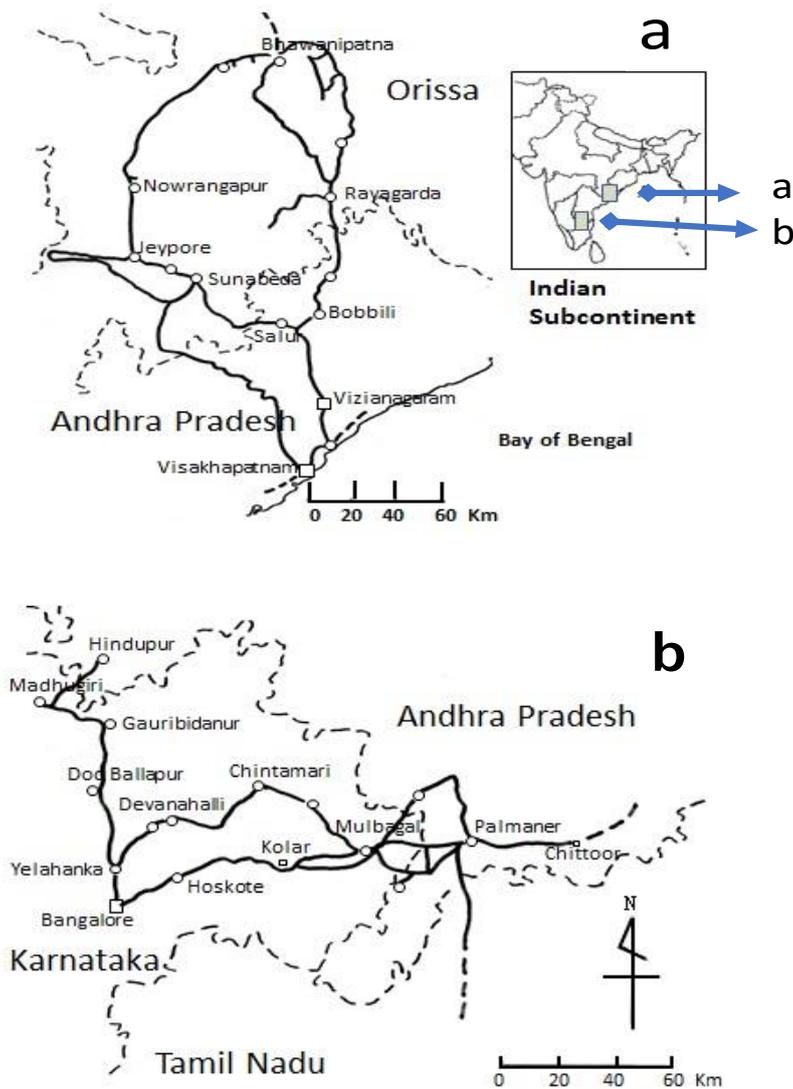


図 7.6. 主な野外調査地：
 a) Orissa (1987, 2001)、b) Karnataka と Andhra Pradesh (1985, 1996, 2001)。

7.3 二次作物の形態的形質

インド亜大陸での雑穀の栽培化過程は、イネ水田に雑草として侵入する第1段階より、二次作物であるサマイ、コドラ、インドビエなどの祖先種が随伴雑草になる第2段階、陸稲畑でイネの擬態随伴雑草から二次作物になる第3段階、さらにサマイ、コドラ、シコクビエなどへの擬態随伴雑草から、コルネ、コラティが二次作物になる第4段階に至る。この過程はイネおよびこれに随伴する雑草（祖先種）がインド東北部から南部へと伝播する中で、湿潤気候から乾燥気候への適応に関わって促進されたと考えられる (Kimata *et al.* 2000)。ヒトと植物の共生系形成の事例としてとても興味深い。

コラティは南インドではサマイと混作によって栽培されているが、オリッサ州ではコドラやシコクビエと混作されている。この混作組合せによってどのような種内分化が生じて

いるかについて、南インドとオリッサ州の野外調査を行った(図 7. 6)。収集した在来系統については、それぞれの畑での種構成(組合せ)ごとに後述するように、初期生育などの形態的・生態的形質および植物体色などの生理的形質の比較試験や実験を行った。実験材料として用いる際には、栽培植物の他雑草なども含むので、用語として品種ではなく系統を用いる。

1) サマイ

サマイ *Panicum sumatrense* Roth. は一年生草本(図 7. 2. a、 $2n = 36$ 、4 倍体)で、祖先種は雑草 *P. sumatrense* ssp. *psilopodium* (Trin.) de Wet で畑に積極的に侵入する。サマイはインド周辺のミャンマー、ネパール、スリランカでも栽培されているが、インドの東ガーツ山脈の村では重要な一年生穀物となっている。この雑草から由来した Nana 品種群は成熟時に種子散布能力をなくしている。サマイはモロコシとトウジンビエの間作穀物として、あるいはマハラシュトラ州ではイネの天水田の畦に栽培されることもある。Robusta 品種群は良好な土壌の畑では単作栽培される。民族植物学的野外調査では雑穀や関連する道具の呼称・地方名など言語学的な聞き取り調査も重要である。たとえば、サマイは興味深い事例を示している。サマイの雑草型を *akki marri hullu* (米の小さな草の意) や *yerri arasamulu* (脱粒性のサマイの意) などと呼ぶことから、農夫がサマイの擬態随伴雑草の特性をよく理解し、雑草を制御していることを明瞭にでき(小林 1990)、後述するように作物・雑草複合の内実、栽培化過程、伝播経路などを推定することが可能となる。

2) コドラ

コドラ *Paspalum scrobiculatum* L. は多年生草本(図 7. 2b、 $2n = 40$ 、4 倍体)である。コドラはインドのみで一年生穀物として栽培されているが、イネやハトムギと同様に、本来は多年生草本である。この雑草型は旧大陸の熱帯・亜熱帯の湿地に広く侵入している。栽培化されたのは少なくとも 3,000 年前で、ラジャスタン州とマハラシュトラ州の遺跡から出土している。栽培型と雑草型は種子脱粒性において明らかな差は認められるが、相互に交雑しているので両者の分化はあまり明瞭ではない。コドラの小穂は一般には 2 列であるが 4 列の系統もある。この特性は収量増加に関わるので農夫は丹念に人為選抜しているが、雑草との自然交雑故に固定することができないでいる。

3) インドビエ

インドビエ *Echinochloa furumentacea* Link (ジャンゴラ *jangora*) は一年生草本(図 7. 2c、 $2n=54$ 、6 倍体)で、近縁の雑草 *Echinochloa colona* (コヒメビエ) から起原した。インドビエはインド周辺でのみ栽培されている。考古学的な発掘はインドではまだないので、栽培化は比較的新しい時代になされたのかもしれない。次の 4 品種群に分類されている(de Wet *et al.*, 1983)。Stronifera 品種群は祖先種の *E. colona* Link に似ており、Robusta 品種群は大きな花序を有しており、インド中で広く栽培されている。Stronifera 品種群と Robusta 品種群が交雑して Intermedia 品種群を生じた。Laxa 品種群はシッキムで栽培されており、長くて細い穂を有している。飯(パート、湯取法)や粥(ガンジー)などに調理されるが、飼料としても重要である。雑穀は種子を人間が、茎葉を家畜が食することで今日も重要性がある。同属の栽培種に日本で栽培されているヒエ *E. esculenta* (A. Braun) H. Scholz (syn. *E. utilis*) がある。日本の東北地方ではかつてヒエの茎葉を馬に与え、種

子を人間が食料としていた。また、パーボイル加工を施したり、病人の滋養食として粥に調理している点も両種に共通していて興味が広がる。

4) ライシャン

ライシャン *Digitaria cruciata* (Nees) A. Camus はアッサムのカーシーヒルに居住する山地民によってトウモロコシや野菜畑の二次作物として栽培化された一年生草本である。バートなどに調理されるが、飼料としての価値も高い。栽培化されたのはごく新しく19世紀とされている (Singh and Alora, 1972)。調査当時はカーシーヒルへの入域ができなかったため、直接観察はしていないが、タミル・ナドゥ農科大学や王立キュー植物園 (イギリス) で腊葉標本を観察した。同属のマナグラス *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. はローマ時代に南ヨーロッパで多く栽培されていたとされ、少なくとも19世紀までは南東ヨーロッパで栽培されていた (図 7.7)。今日ではカシミールとロシアのコーカサス地方で栽培されている可能性があるが、残念ながらカシミール各地でお目にかかることができなかった。西アフリカでは同属のフォニオ *D. exilis* (Kippist) Stapf. とブラックフォニオ *D. iburua* Stapf. が栽培されている。



図 7.7. ライシャンの腊葉標本

Digitaria sanguinalis の記載であるが、ライシャンという (タミル・ナドゥ農科大学標本、1917年採集)

5) イギリス王立キュー植物園標本庫における種同定

コルネ、コラティ、キビなどのタイプ標本を観察して、種の同定を確認した (2005年)。コルネの標本を観察したところ、大型の穂と広い葉で栽培型に近い標本があった。北西インド採集の標本は分けつ数が多く、密穂であり、野生の穀物利用が可能と見えた。私が用いた供試材料の同定は的確であると判断した。

コラティの変異は大きく、キンエノコロからコツブキンエノコロまで含んでいた。Bor の採集標本もあり、T. Kope の同定標本もあった。細く少ない剛毛の密穂の標本もあった。種内変異で、サマイかコドラに擬態して三次作物になったとの起原仮説はこの観察から支持される。しかし、オリッサ州ではサマイが多く、コドラとの混作もあったが、カルナタカ州では1標本のみしかなかった。Nirgir などの標本には穂が長く、剛毛が短いものもあり、コドラ擬態型もコルネに分類してよいだろう。

ザラツキエノコロは剛毛が長く疎穂であるが、変異が大きかった。

7.4. 三次作物コルネ

コルネ *Brachiaria ramosa* (L.) Stapf. は一年生草本で、インドの東ガーツ山脈に居住する山地民に栽培されている。近年までカルナタカ州とアンドラ・プラデシュ州の境界の乾燥地域で約 8,000 エーカー栽培されていた。1996 年の調査でもこの地域で栽培され続けており、パートやロティ、ドーサ、キールおよびスナック菓子類など 9 種類の調理の材料として用いられている。コルネは、本来、南アジアに広く分布し、林床、プランテーションの果樹林床や路傍などの生育地から、陸稲、次いでシコクビエ、サマイなどの畑に雑草として侵入し、飼料として利用されるようになり、乾燥に強いので保険作物の地位を獲得し、さらに二次作物として単作される栽培植物になった。図 7.2. d および図 7.9 に示すように、栽培型は擬態随伴雑草型よりも穂が密で大きく、種子脱粒性が弱い。耐旱性に著しく優れ、雨が 2 回降れば収穫に至ると言われている。南インドでは単作されることが多いが、栽培も至って簡単で、極端に言えば播いて収穫するのみである。

野外調査は、カルナタカ州、アンドラ・プラデシュ州およびタミル・ナドゥ州（1985、1996、1997）、マハラシュトラ州およびオリッサ州（1987）、マディヤ・プラデシュ州およびビハール州（1989）、さらに、ヒマチャル・プラデシュ州およびウッタル・プラデシュ州（1996）において実施した。コルネはカルナタカ州とアンドラ・プラデシュ州の境界地域周辺だけで栽培されていた。コラティの栽培はカルナタカ州とアンドラ・プラデシュ州およびタミル・ナドゥ州の境界、オリッサ州の丘陵地に限られていた。しかしながら、古くから普及していたアワは多くの場所で栽培が続いてきた。同時に、農耕法、穀粒加工法、調理法、および植物地方名に関する情報を地域の農民から聴取した。特に 1996 年と 1997 年には、コルネとコラティで作る食物の詳細な調理法を農民の自宅で詳細に観察させてもらった。場所は、カルナタカ州 Tumkur 地区、Madhugiri taluk の Annerahalli 村、およびアンドラ・プラデシュ州 Chittoor 地区の Palmaner 近郊の Jalaripalli 村であった。

証拠標本と種子標本は全調査経路で収集し、東京学芸大学と農科大学（Bangalore）に保存した。農耕方法、穀粒の加工法、食品の調理法、および地方名に関する情報は地域の農民から聞き取った。証拠標本と種子標本はすべての調査経路に沿って収集し、現在は東京学芸大学から移管して、植物と人々の博物館（山梨県小菅村）およびイギリスの王立キュー植物園ミレニアム・シード・バンクに保存してある。

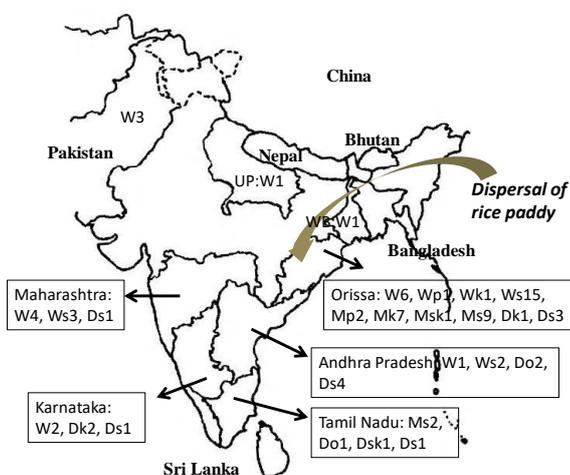


図 7.8. インド亜大陸におけるコラティと近縁種の収集地

1) コルネの植物学的特性

ニクキビ属 *Brachiaria* sp. の栽培化は西アフリカとインドで並行して進んだ。アニマルフォニオ（ギニア・ミレット Guinea millet）*B. deflexa* (Schumach) C.E. Hubbard は西アフリカで栽培化された一年生作物であり、コルネは南インドで栽培化された一年生作物である。コルネの野生型はカルナタカ州の林床、岩山、プランテーションの中の開けた場所、路傍に広がるイネ科草本である。野生型の草丈は 36~60cm、小穂の大きさは 1.50~1.75mm、緑色で、膨らむ、尖る、あるいは短突起である。上部穎は微柔毛がある (Singh 1988)。

カルナタカ州の Tumkur 地区の畑における多様性はコルネの 2 型と雑草種に関わっているようである。主な栽培型は密穂で、種子非脱粒性である。他の擬態随伴雑草は疎穂で、成熟時に種子の脱粒性がある (表 7.3)。この 2 つの型は穂型と種子脱粒性によってのみ区別でき、その他の点、次の形態的形質は類似している。すなわち、それぞれ穂長 17cm、草丈 104 cm、分けつ数 7、止葉長 15cm、止葉幅 2 cm、開花までの日数 64 日である。

雑草は *B. eruciformis* (Smith) Griseb. で、草丈 30 cm であった (Saldanka and Nicolson 1976)。ニクキビ属の茎葉は家畜にとって良い飼料である。

表 7.3. カルナタカで収集したコルネの疎穂型と密穂型の形態的形質の比較

特徴	疎穂型	密穂型
個体数 n	28	38
脱粒性	著しい	少ない
草丈 cm	103.9 ± 7.7	104.7 ± 1.4
穂長 cm	17.0 ± 1.5	16.8 ± 1.4
分けつ数	7.4 ± 2.1	6.6 ± 2.1
止葉長 cm	15.3 ± 1.8	14.9 ± 1.9
止葉幅 cm	2.1 ± 0.3	2.2 ± 0.2
開花までの日数	64	64

収集したニクキビ属 13 系統 (表 7.4) について栽培試験 (1998) を行った。パキスタンの 1 系統は疎穂で種子脱粒性著しく、直立する草型であった。オリッサ州の 2 系統は対照で、密穂系統は脱粒が少なく直立しているが、疎穂系統は脱粒が多かった。アンドラ・プラデシュ州の疎穂系統は匍匐し、脱粒性、タミル・ナドゥ州の疎穂系統は直立するが、脱粒性であった。カルナタカ州の密穂 4 系統はすべて直立し、種子脱粒性は少なく、疎穂 3 系統は脱粒性著しく、これらのうち 2 系統は直立、1 系統は匍匐していた。疎穂 1 系統は脱粒性少なく、部分的に匍匐していた。概して、密穂系統は種子脱粒性が少なく栽培型、疎穂系統は種子脱粒性があるので、随伴雑草型と考えられるが、疎穂系統でも脱粒性が低い中間型も認められた。

表 7.4. ニクキビ属 *Brachiaria* の実験系統

収集番号	地域	穂型	脱粒性	草型
89-9-30-2-3M	Pakistan	疎穂	著しい	直立
	India			
k87-10-13-4-4	Orissa	密穂	少ない	直立
k87-10-13-4-6B	Orissa	疎穂	著しい	直立
85-11-3-4-11	Andhra Pradesh	疎穂	著しい	匍匐
85-10-10-26-2-7	Tamil Nadu	疎穂	著しい	直立
85-10-11-4-10-1	Karnataka	密穂	少ない	直立
85-10-11-4-10-2	Karnataka	疎穂	著しい	直立
96-11-5-2b-4	Karnataka	密穂	少ない	直立
96-11-5-3c-3	Karnataka	密穂	少ない	直立
96-11-5-3c-4	Karnataka	疎穂	著しい	直立
96-11-5-4-1	Karnataka	密穂	少ない	直立
96-11-5-4-2	Karnataka	疎穂	少ない	部分匍匐
96-11-5-4-3	Karnataka	疎穂	著しい	匍匐

同じ畑で密穂と疎穂を区別して採集し（図 7.9）、比較栽培してみたところ、密穂・非脱粒性の栽培型は分けつ数が多く、草丈と止葉長が長かった（表 7.5.）。さらに、栽培型と擬態随伴雑草型は穂長に差は少なかったが、枝梗が閉じて穂幅が狭く、密穂になっていた。穂首直径や開花までの日数には差が少なかった（表 7.6）。栽培化過程の途上にあり、まだ穂の増大は生じておらず、この穂を支える穂首の直径も肥大化していなかった。

表 7.5. ニクキビ属 *Brachiaria* の形態的形質

採集番号	分けつ数	草丈cm	止葉長cm	止葉幅cm	F11/F1w
89-9-30-2-3M	16.8±2.3	146.6±12.5	15.4±4.1	2.2±0.2	7
k87-10-13-4-4	17.6±6.7	140.0± 6.2	19.2±3.8	2.1±0.3	9.1
k87-10-13-4-6B	11.8±3.6	140.6± 8.1	17.7±2.1	2.0±0.3	8.9
85-11-3-4-11	14.0	142.2	4.0	0.9	4.4
85-10-10-26-2-7	11.4±3.0	165.8±18.4	15.6±2.2	1.8±0.4	8.6
85-10-11-4-10-1	7.6±3.2	187.6±14.2	14.8±3.8	2.3±0.4	6.4
85-10-11-4-10-2	7.0±2.7	170.8±15.8	13.4±2.9	2.3±0.5	5.8
96-11-5-2b-4	8.6±5.0	152.2± 5.5	16.1±4.3	2.5±0.4	6.1
96-11-5-3c-3	9.0±4.1	169.7±26.0	18.0±2.9	2.4±0.4	7.5
96-11-5-3c-4	8.0	104.2	14.0	1.3	10.7
96-11-5-4-1	8.8±2.6	182.2± 7.4	15.1±3.0	2.1±0.4	7.2
96-11-5-4-2	6.4±4.4	173.7±36.3	14.2±1.2	2.1±0.4	6.7
96-11-5-4-3	7.0±3.7	182.0±29.2	16.2±0.5	2.3±0.5	7.0

表 7.6. ニクキビ属 *Brachiaria* の穂の特性

採集番号	穂長cm	穂幅cm	P1/Pw	穂首直径mm	開花までの日数
89-9-30-2-3M	15.4±4.3	5.7±1.6	2.7		68.2±4.1
k87-10-13-4-4	20.3±0.9	4.4±3.5	4.7		64.8±0.8
k87-10-13-4-6B	18.7±2.0	9.4±1.3	2.0		65.0±1.2
85-11-3-4-11	14.0	9.4	1.5	0.6	100
85-10-10-26-2-7	19.7±1.6	5.7±3.0	3.5	2.0±0.2	95.2±3.1
85-10-11-4-10-1	15.0±1.2	4.1±1.5	3.7	2.0±0.6	101.0±1.4
85-10-11-4-10-2	17.9±1.6	10.7±2.0	1.7	2.0±0.6	101.6±1.3
96-11-5-2b-4	16.0±1.3	2.3±0.7	7	1.7±0.5	76.6±1.5
96-11-5-3c-3	19.2±1.5	3.7±1.2	5.2	2.1±0.3	71.4±2.9
96-11-5-3c-4	20.2	12.2	1.6		63.0
96-11-5-4-1	16.8±1.6	3.2±1.8	5.2	1.9±0.3	104.4±3.7
96-11-5-4-2	17.0±1.6	11.1±2.9	1.5	2.0±0.5	104.8±2.5
96-11-5-4-3	17.8±1.0	10.9±1.7	1.6	2.0±0.3	103.0±2.8

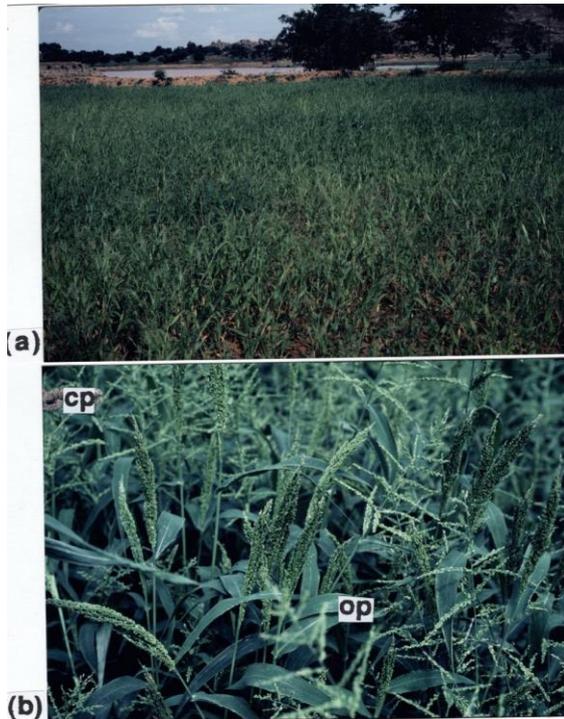


図 7.9. コルネの畑

(a) カルナタカ州の Tumkur 地区のコルネの畑；(b)栽培型 cp 密穂、擬態随伴雑草型 op 疎穂。

7.5. 三次作物コラティ

コラティは南インドで時折、サマイと混作されている一年生草本である(図 7.2)。祖先種のキンエノコロは日本でもごくありふれた雑草であるが、インドでは開けた林床、路傍や畑地に生育している。この章では原則として *S. pumila* は雑草型をキンエノコロとし、この栽培型だけを栽培者の呼称に従ってコラティ korati と記すことにする。

カルナタカ州、タミル・ナドゥ州およびアンドラ・プラデシュ州の州境地域における乾燥丘陵地の調査で、キンエノコロの 3 型が区別できた。一つは、主にサマイとともに生育が見られる栽培型コラティで、若干の脱粒性があり、草丈は高く、分けつ数が多い。この栽培型は、長い穂 (11 cm)、高密度の小穂 (34 粒/cm)、多数の分けつ数 (43)、広い止葉 (長さ 31 cm、幅 1 cm) をもっている。開花までの日数 (73 日) は長く、随伴する作物 (この場合はコドラ) の開花までの日数に適応している。二つは、サマイとコドラに随伴する雑草型であり、むしろ長い穂 (10 cm) と高い脱粒性のある球形の種子をもっている。三つは、短い穂 (6 cm) をもった雑草型で、成熟時に著しい脱粒する小さな種子をもっている。オリッサ州では、栽培型コラティはサマイの、むしろ湿った畑にしばしば生育している。この栽培型は赤い穂と薄黄の穂の 2 種類に区別できる。草丈の高い随伴雑草型は通常は陸稲やシコクビエ、サマイ、およびコドラの畑に生育していた。南インドの栽培型と比較して、オリッサ州の栽培型は太く長い茎、広い葉、長い穂、短い剛毛をもっていた (Kawase 1987; Kobayashi 1987, 1989)。

1) コラティの植物学特性

キンエノコロ *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult. (syn. *S. glauca*) は一年生雑草で、世界各地に広範囲に分布する汎存種の雑草であり、倍数性 ($2n=18, 36, 72$) もともない複雑な種である。草丈 30~60 cm ある。花序は円筒形で密に花がつき、穂様の総状花序、2.5

～10cm、通常は黄色、稀に紫か薄い緑である。かなり普通にあるイネ科草本で標高 700m まで、特に農耕地、路傍、開墾した森に生えている。小穂(約 3 mm)は薄い緑か茶緑である。牛がキンエノコロを見つけると言われている (Achariyar 1921、Singh 1988)。

東南インドのキンエノコロは生態的に3分類できる。第1は、短い穂をもち、著しい種子脱粒性を示し、陸稲などの畑地に侵入している雑草型である。第2は、コドラかサマイに擬態随伴している雑草型である。第3は、サマイと混作されている栽培型である。さらに詳細に異種間の擬態状況を見ると、興味深いことにコラティは現在も二元的な進化の方向を取っているように見える。一つは、オリッサ州において主にイネ(陸稲)、シコクビエ、コドラなどの畑に侵入し、擬態随伴雑草となった第2の雑草型であり、飼料としてのほかにほぼ保険作物の段階に達して食料としても利用されている。もう一つは、サマイの畑に侵入して擬態随伴雑草となり、さらにカルナタカ州とタミル・ナドゥの州境地域においてサマイと混作され、ほぼ栽培化の完成段階に達している栽培型である。これは後述するように、サマイと混合して飯 bhat など6種類の調理に用いられている。雑草型と比較すると、穂が長く10cm以上、種子脱粒性が低下しており、早晩生、穎の色などで品種分化も生じている。とりわけ、サマイと種子の形状と色が類似しているコラティの種子は穎の滑らかさやつやによってのみ区別できる点は興味深い。

2) 圃場における比較実験

① インドでの調査と栽培試験

コラティの多くの在来系統と近縁雑草は1983年以来、インド亜大陸での野外調査によって収集してきた。集中的な野外調査は、1985年、1987年、1996年、および2001年にカルナタカ州、アンドラ・プラデシュ州とオリッサ州で行ってきた。

コルネとコラティの収集系統(1996年)を、形態的形質を比較するために、インド、バンガロール Bangalore にある農科大学の実験圃場で栽培した。これらの種子は1997年1月13日に、実験区(2.25 x 3.0m²)に播いた。植物個体は畝間30cm、株間10cmで育てた。化学肥料(40:20:0 Kg NPK/ha)を実験区当たり40.5g施肥した(図7.10)。コルネの疎穂型28個体、密穂型38個体を実験区で無作為に選んで、穂長、草丈、分けつ数、止葉長、止葉幅、および開花までの日数を測定した(表7.3)。



図7.10. 農科大学(バンガロール)の圃場での栽培試験

コラティについては表 7.7 と図 7.11 に示した。7.4 節のコルネと同じく、コラティの各 5 個体、すなわち、サマイ畑の雑草型、コドラ畑の擬態随伴雑草型、コドラに混作される栽培型を実験区から無作為に選んだ (表 7.9)。カルナタカ州で収集した系統で比較した。サマイ畑の雑草型は脱粒性が著しく、穂は 6.1 cm で短い。穀粒長は 2.0 mm で小さく、草丈 73.8 cm、分けつ数 40.4 で多い。止葉長 17.1 cm、止葉幅 0.5 cm で、小さい。開花までの日数は 51 日で早生である。

他方、コドラの擬態随伴雑草型の特性は脱粒性が高く、穂長 10.4 cm で長く、剛毛は密生して 6.5 mm と長い。穀粒長は 2.5 mm と若干大きく、草丈 90.5 cm と高い。分けつ数は 20.0 と少ない。止葉は大きくなり、開花までの日数は 61 日で中生である。

コドラと混作の栽培型コラティは脱粒性が低い。穂長は 11.1 cm、小穂数 33.9/cm と多くなっている。稈直径も 2 mm と太くなっている。草丈 75.8 cm、分けつ数 43.0 と多い。止葉は長さ 31.0 cm、幅 1.1 cm で大きい。開花までの日数は 73 日で晩生である。

図 7.11. ©に見られるように、雑草型の穂は短い、擬態随伴雑草型の穂はコドラ混作栽培型コラティと同じく長い。サマイ混作栽培型コラティは雑草型と同じほど短い。

表 7.7. カルナタカ州で収集したコラティの 3 型 (各 5 個体) の形態的形質の比較

特性	サマイ畑の雑草型	コドラ擬態随伴雑草型	コドラと混作の栽培型
脱粒性	著しい	高い	低い
穂長cm	6.1±0.6	10.4±0.4	11.1±1.3
小穂密度 (穀粒数/cm)	29.0	30.5	33.9
稈直径mm	1以下	おおよそ1	2
剛毛長mm	5.5密生	6.5密生	5.0疎生
穀粒長mm	2.0	2.5	3.0
草丈cm	73.8±11.3	90.6±5.1	75.8±5.3
分けつ数	40.0±10.6	20.0±3.5	43.0±9.7
止葉長cm	17.1±3.3	22.8±4.5	31.0±4.6
止葉幅cm	0.5±0.1	0.8±0	1.1±0.1
開花までの日数	51	61	73

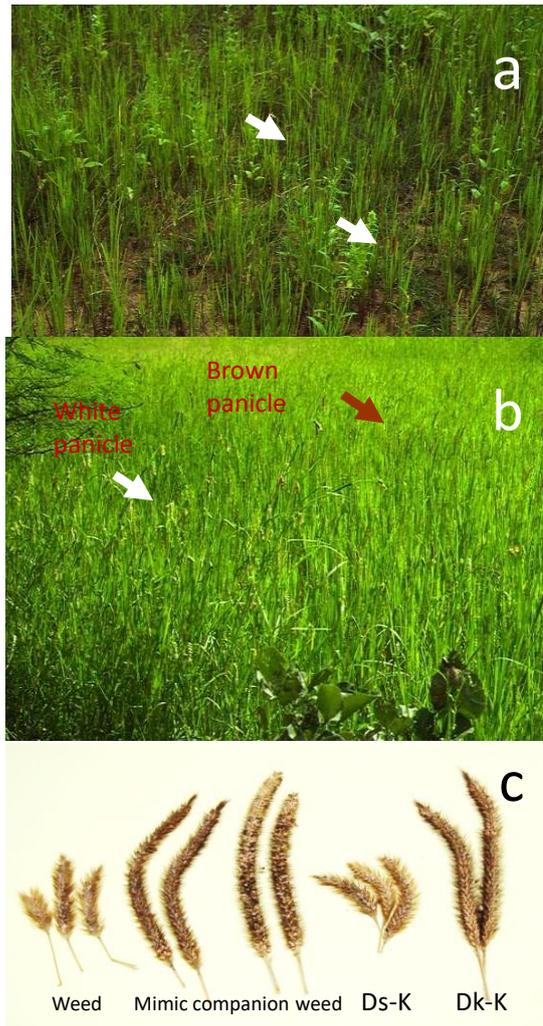


図 7.11. 南インドにおけるコラティの栽培

コドラと混作のコラティ畑(a)、サマイと混作のコラティ畑(b)、カルナタカにおけるコラティの穂型(c)；雑草型、擬態随伴雑草型、サマイと混作の栽培型 Ds-K、コドラと混作の栽培型 Dk-K。

雑穀と雑草の構成種は、野外調査における典型的な栽培中の畑地 4 カ所で、同所的に生育するイネ科の植物の密度などを比較するために、コドラート法によりそれぞれ 5 区(1m²)の調査をした。雑穀栽培畑の種構成 (/m²) について見ると (表 7.8)、site1 の種構成はそれぞれサマイ (59%)、コラティ (33%)、雑草 *Brachiaria* sp. (8%) で、近隣の site2 の種構成はそれぞれサマイ (25%)、コラティ (74%)、雑草 *Brachiaria* sp. (わずか) であった。site3 はシコクビエ単作畑で、site4 はサマイの単作畑にコラティの雑草型が有意に侵入していたが、両方の畑でそれは 3~5%に過ぎなかった。

表 7.8. 雑穀畑 4 カ所における種構成 (個体数/m²)

栽培地番	地域	サマイ	コラティ	シコクビエ	コルネ	<i>Digitaria</i> sp.	合計
Site 1	01-10-8-2 (805m alt.)	Cittoor, Andhra Pradesh					
	個体数	163.5	90.75	0	22	0.25	276.5
	s. d.	76.43	36.48		24.99	0.5	75.54
	範囲	78-264	55-141		0-56	0-1	191-355
	%	59.13	32.82	0	7.96	0.09	100
	草丈cm	77.38	66.88				
	s. d.	7.63	10.17				
Site 2	01-10-9-1 (690m alt.)	Cittoor, Andhra Pradesh					
	個体数	105.5	312.25	0	0.75	1	419.5
	s. d.	68.83	60.91		0.5	0.82	68.98
	範囲	30-172	240-368		0-1	0-2	352-517
	%	25.15	74.43	0	0.18	0.24	100
	草丈cm	76	68.25				
	s. d.	24.07	15.37				
Site 3	01-10-17-1 (855m alt.)	Kundli, Orissa					
	個体数	1.75	1.5	42.25	0	0.25	45.75
	s. d.	0.96	1	6.85		0.5	26.12
	範囲	1-3	1-3	34-50		0-1	46-101
	%	3.83	3.28	92.35	0	0.55	100
Site 4	01-10-19-3 (375m alt.)	West Polehorebrdle, Orissa					
	個体数	40.5	2	0	0	0	45.75
	s. d.	8.23	1.63				20.59
	範囲	30-50	0-4				40-86
	%	95.29	4.71	0	0	0	100

農民によって収穫された穀物種子の種の比を観察した。これらの穀粒はアンドラ・プラデシュ州において、Kuppampalya 村のサマイ単作畑および Jalaripalli 村のコラティ混作畑で栽培されていた (表 7.9)。サマイ単作畑の収穫種子 5,322 粒を観察したところ、98.6%がサマイの種子で、コラティの種子はたったの 1 粒、タデ科種子が 70 粒 (1.3%) 混入していた。

一方で、サマイとコラティの混作畑の収穫種子は 4,422 粒を観察したところ、サマイの種子は 70.1%で、コラティの種子は 26.8%混合していた。加えて、シコクビエの種子は 0.4%、タデ科種子は 2.5%混入していた。サマイとコラティの混作畑で収穫した種子における混合比はその年の気象条件によって変動すると考えられるが、表 7.9 を見る限り、コラティの混入率からみて、三次作物としての地位は十分に高いと言えよう。

表 7.9. サマイ単作畑とサマイ・コラティ混作畑の収穫穀粒構成の比較

種名	単作畑穀粒数%		混作畑穀粒数%	
	Kuppampalya村		Jalaripalli村	
サマイ	5249	98.6	3100	70.1
コラティ	1	少し	1187	26.8
シコクビエ	0	0	17	0.4
雑草				
Aタデ科	70	1.3	112	2.5
Bキク科	0	0	6	0.1
C未同定	1	少し	0	0
D未同定	1	少し	0	0
合計	5322		4422	

② 東京での栽培試験

栽培試験にはインド亜大陸における野外調査によって収集した系統の一部として、60 系統を選んで、形態的、生態的特性を比較するために東京学芸大学のガラス室で栽培した。表 7.10 の 1Ds-A から 60Ds-A までの *Setaria pumila* (60 系統) を用いた。これらの系統は現場で形態的・生態的特性を観察し、雑草型、随伴雑草型、擬態随伴雑草型および栽培型を区別して、同じ畑で収集したものを含む。60 系統それぞれ 10 粒を、2002 年 6 月 6 日に播種箱に条間 8 cm、種子間 2 cm で播いた。播種 2 週間後に、発芽種子を温室に、畝間 30 cm、株間 15 cm で移植した。化成肥料(N:P:K = 8:8:5)を 100g/m² 施肥した。

田畑において同所的に生育している種内の各タイプ intra-specific types を生態的な特性から見て、現地で 4 つに類型化した。さらに栽培試験によって再検討して、供試材料を雑草型 (W)、随伴雑草型 (Wx)、擬態随伴雑草型 (Mx) および混作栽培型 (Dx) に分類した。収集地は表 7.10 および図 7.8 に示した。供試材料は表 7.11 と表 7.13 に示した中から選んだ。なお、収集系統の記号に付加した小文字は随伴相手の主作物を示す。

雑草型、随伴雑草型、コドラと他の穀物への擬態随伴雑草型、およびサマイと混作栽培型、これらそれぞれ 5 個体について次の形質を成熟時に計測した。分けつ数、草丈、穂長、開花までの日数、止葉の長さ、幅、穂首の直径、主稈の葉数、および播種後 10 日ごとの発芽種子数。植物体色は PANTONE Formula Guide の色見本と対照して、より確かな定性分析とした。これらのデータは編相関分析とクラスター分析 (Ward 法) を用いて統計解析した (SPSS version 21、IBM Corp)。

表 7.10. コラティの供試材料 1 (1998 年栽培)

収集番号	試料番号/ 地位	主作物・備考	地域
85-10-31-3-12	1Ds-A	シコク ビエと混作されたサマイ	Duggamvapalli, Andhra Pradesh
k87-9-28-9-4	2Ws-M	サマイ	Kumbharoshi (800m), Maharashtra
k87-9-28-9-6	3Ws-M	サマイ	
k87-10-1-7-8	4Ds-M	サマイ	16km from Lanja (200m), Maharashtra
k87-10-3-3-1	5W-M	無い	Gabi (650m), Maharashtra
k87-10-3-5-7	6Ws-M	サマイ	Nadagao village (541m), Maharashtra
k87-10-4-6-7	7W-M	イネ	8km W from Kolhapur (600m), Maharashtra
k87-10-5-10-5	8W-M	アワ	Udtare village (652m), Maharashtra
k87-10-5-10-6	9W-M	アワ	Udtare village (653m), Maharashtra
k87-10-9-1-1	10Ms-0	サマイ	Sunabeda (895m), Orissa
k87-10-9-1-6	11Ms-0	サマイ	
k87-10-9-1-7	12Ms-0	サマイ	
k87-10-9-1-8	13Ms-0	サマイ	
k87-10-9-2-2	14Wsk-0	コドラと混作のサマイ	Kundali village (875m), Orissa
k87-10-9-5-6	15Ws-0	サマイ	Potang (895m), Orissa
k87-10-10-2-1	16W-0	無い	7km from Sunabeda (900m), Orissa
k87-10-10-5-5b	17Ws-0	サマイ	2km of Boiparigurha (608m), Orissa
k87-10-10-5-6b	18Ws-0	サマイ	
k87-10-10-5-10d	19Ws-0	サマイ	
k87-10-10-5-13A	20Ws-0	サマイ	
k87-10-10-5-13B	21Ws-0	サマイ	
k87-10-10-5-14e	22Ds-0	サマイ	
K87-10-10-5-16A	23Ds-0	サマイ	
k87-10-10-5-16B	24Ds-0	サマイ	
k87-10-10-6-8	25Ws-0	サマイ	Beragaon, 12km of Koraput (605m), Orissa
k87-10-11-2-2	26Mk-0	コドラ	Anchalguda village, 20km of Kolaput (870m), Orissa
k87-10-11-2-3	27Dk-0	コドラ	
k87-10-11-2-5	28Mk-0	コドラ	
k87-10-11-6-7	29Ws-0	サマイ	Damaniganda village (728m), Orissa
k87-10-11-6-8	30Ms-0	サマイ	
k87-10-12-2-3	31W-0	無い	Sagada village (240m), Orissa
k87-10-12-2-7	32W-0	無い	
k87-10-12-5-4	33Ws-0	サマイ	47km NW of Bhawanapatna (690m), Orissa
k87-10-12-5-5	34Ws-0	サマイ	
k87-10-12-5-7	35Ms-0	サマイ	
k87-10-12-5-8	36Ws-0	サマイ	
k87-10-12-6-2	37Wp-0	コドラ混合のイネ	Balsora village (690m), Orissa
k87-10-12-6-3	38Mp-0	コドラ混合のイネ	
k87-10-12-6-4	39Mp-0	コドラ混合のイネ	
k87-10-12-7-4	40Ws-0	サマイ	Duliguda village, 11km of Gopalpur (922m), Orissa
k87-10-12-7-5	41Ws-0	サマイ	
k87-10-12-8-4	42Ws-0	サマイ	Dakuta (937m), Orissa
k87-10-13-4-14	43Wk-0	コドラ	Puda Pali village (269m), Orissa
k87-10-13-5-6	44Mk-0	コドラ	12km of Kharhiar (272m), Orissa
k87-10-13-5-11	45Mk-0	コドラ	
k87-10-14-2-1	46W-0	無い	Mandiapadar village (139m), Orissa
k87-10-14-2-3	47W-0	無い	
k87-10-14-2-4	48W-0	無い	
k87-10-14-4-3	49Mk-0	コドラ	Budhitadar village (146m), Orissa
k87-10-15-1-6	50Mk-0	コドラ	Ramisarda Tilemal (149m), Orissa
k87-10-16-2-3	51Ms-0	サマイ	Kolarapaju village (766m), Orissa
k87-10-16-2-4	52Ms-0	サマイ	
k87-10-16-3-4	53Mk-0	コドラ	Bekarakhol village, 30km of Phulabani (522m), Orissa
k87-10-16-5-4	54Ms-0	シコク ビエと混作されたサマイ	4km from Tikaball (569m), Orissa
k87-11-7-0-26	55W-W	無い	Kalimpong, West Bengal
96-11-5-1a-2	56Dk-K	コドラ畑に少し混入した栽培型	Kalidevapura, Karnataka
96-11-5-2b-6	57Ds-K	少しサマイに混入	Madhagiri, Karnataka
96-11-5-7-2	58Dk-K	コドラに混入した1個体、少し脱粒性ある	
97-4-12-2-2	59Ds-A	サマイ	Jalaripalli, Andhara Pradesh
97-4-12-2-3	60Ds-A	サマイ	

試料番号と地位: W, 雑草型; M, 擬態雑草中間型; D, 栽培型。主作物: s, サマイ; k, コドラ; p, 水稲; o, その他。地域: A, アンドラ・プラデシュ州; K, カルナタカ州; M, マハラシュトラ州; O, オリッサ州; P, パキスタン; T, タミル・ナドゥ州; U, ウッタル・プラデシュ州; W, 西ベンガル州。

③ コラティの形態的および生態的多様性

栽培型コラティには表 7.10 脚注に示したように、コドラと混作されている栽培型 Dk、サマイと混作されている栽培型 Ds、擬態雑草中間型 M、またキンエノコロ雑草型 W などがある。擬態随伴雑草型と雑草型も同じく今日でも、食用と飼料のために野生穀物として一緒に利用されている。これらの供試材料は、西ベンガル州 W、オリッサ州 O、マハラシュトラ州 M、アンドラ・プラデシュ州 A、カルナタカ州 K で収集した。採集場所の畑の主作物はサマイ s、コドラ k、水稲 p、その他 o で示した。栽培した 60 系統の形態的特性は表 7.11 に示し、これを用いて基礎統計(表 7.12)、編相関分析(表 7.13)、クラスター分析(図 7.14)を行った。

まず、コラティの形態的形質について検討する(表 7.11 と表 7.12)。分けつ数から順次見ていくと、分けつ数は変動係数がとても大きく、非常に広い変異幅を示していたが、栽培型の分けつ数に特徴的な傾向は見られない。サマイ混作栽培型 Ds、サマイ擬態随伴雑草型 Ms、およびサマイ随伴雑草型 Ws は分けつ数の平均値はおおよそ 22~24 であるが、どれも変動係数がとても大きく、おおよそ 58~66 であった。他方、コドラ混作栽培型 Dk およびコドラ擬態随伴雑草型 Mk は分けつ数の平均値はおおよそ 20~23 であるが、変動係数はおおよそ 40 で、サマイ畑よりもコドラ畑の方が分けつ数の変異が低い。分けつ数については可塑性が高いということである。

栽培型 Ds (8 系統)・Dk (3 系統) とともに、草丈は平均 141~143 cm で、変動係数も低く、安定的である。擬態随伴雑草型 Ms (9 系統) と Mk (7 系統) の草丈は 150~154 cm で、Mp (2 系統) の草丈は 170 cm ほどで、それぞれ擬態対象作物の草丈に適合しているようだ。

栽培化過程に沿って穂長・穂幅を比較すると、サマイ畑のコラティ栽培型 Ds は 13.1 cm・1.4 cm、擬態随伴雑草型 Ms は 12.0 cm・1.3 cm、随伴雑草型 Ws は 9.5 cm・1.4 cm、さらに雑草型 W は 10.0 cm・1.3 cm であり、栽培化過程において明らかに穂が肥大化していることが示されている。一方で、コドラ畑のコラティ栽培型 Dk は 11.5 cm・1.6 cm、擬態随伴雑草型 Mk は 10.1 cm・1.4 cm であった。サマイ畑の系統と比較すると、コドラ畑の系統は穂長の伸長は若干少なく、短い太い傾向にあった。

同様に止葉長・幅については、サマイ畑のコラティ栽培型 Ds は 33.7 cm・0.8 cm、擬態随伴雑草型 Ms は 26.9 cm・1.0 cm、随伴雑草型 Ws は 22.4 cm・0.8 cm、さらに雑草型 W は 22.8 cm・0.9 cm であり、栽培化過程において明らかに止葉が拡大化していることが示されている。一方で、コドラ畑のコラティ栽培型 Dk は 28.0 cm・0.9 cm、擬態随伴雑草型 Mk は 24.2 cm・0.8 cm であった。サマイ畑の系統と比較すると、コドラ畑の系統は止葉が若干小さかった。

穂を支える穂首の直径については、サマイ畑のコラティ栽培型 Ds は 1.5 mm、擬態随伴雑草型 Ms は 2.0 mm、随伴雑草型 Ws は 1.5 mm、さらに雑草型 W は 1.4 mm であった。一方で、コドラ畑のコラティ栽培型 Dk は 1.6 mm、擬態随伴雑草型 Mk は 1.4 mm であった。ただし、栽培型 Ds を州ごとに見ると、マハラシュトラ州の 1.2 mm、オリッサ州では 1.5~1.8 mm、アンドラ・プラデシュ州では 1.4~1.7、カルナタカ州では 1.6 mm、他方、栽培型 Dk ではオリッサ州 1.6 mm、カルナタカ州 1.6~1.7 mm であった。したがって、マハラシュトラ州の系統を除外すれば、穂首の直径は栽培化過程で太くなってきたと言える。

開花までの日数については、サマイ畑のコラティ栽培型 Ds は 101.7 日、擬態随伴雑草型 Ms は 128.4 日、随伴雑草型 Ws は 136.9 日、さらに雑草型 W は 116.1 日であった。一方で、コドラ畑のコラティ栽培型 Dk は 134.8 日、擬態随伴雑草型 Mk は 137.9 日であった。した

がって、サマイ畑のコラティ栽培型 Ds は栽培化過程で早熟化が進み、コドラ畑のコラティ栽培型 Dk はほとんど早熟化していなかった。これらの結果から、コラティの栽培化過程ではサマイとコドラに対する擬態随伴雑草としての段階で、種内分化が進んでいたことが分かった。

表 7.11. コラティの形態的特性の比較 (1998 年栽培)

収集番号	試料番号/地位	分けつ数	草丈cm	穂長cm	穂幅cm	Pl/Pw	止葉長cm	止葉幅cm	F11/F1w	穂首直径mm	開花までの日数
k85-10-31-3-12	1Ds-A	13.4	125.0	12.2	1.4	8.7	33.0	0.6	55.0	1.4	90.4
k87-9-28-9-4	2Ws-M	27.8	157.2	9.9	1.0	9.9	27.0	0.7	38.6	1.4	123.2
k87-9-28-9-6	3Ws-M	43.2	169.3	12.2	1.0	12.2	31.3	0.7	44.7	1.5	121.8
k87-10-1-7-8	4Ds-M	20.4	139.8	13.5	0.8	16.9	38.3	0.6	63.8	1.2	88.3
k87-10-3-3-1	5W-M	20.8	230.0	11.2	1.1	10.2	12.2	0.6	20.3	1.4	128.0
k87-10-3-5-7	6Ws-M	38.6	150.4	7.0	0.9	7.8	21.0	0.6	35.0	1.1	83.2
k87-10-4-6-7	7W-M	4.5	167.6	8.4	1.4	6.0	23.8	1.0	23.8	1.6	129.0
k87-10-5-10-5	8W-M	21.8	181.7	13.8	1.6	8.6	26.3	0.8	32.9	1.6	94.0
k87-10-5-10-6	9W-M	12.2	152.3	8.1	1.4	5.8	22.4	0.8	28.0	1.3	86.0
k87-10-9-1-1	10Ms-0	13.0	172.8	17.7	1.5	11.8	32.5	1.3	25.0	2.5	108.2
k87-10-9-1-6	11Ms-0	13.8	183.6	16.8	1.5	11.2	37.3	1.4	26.6	3.0	116.8
k87-10-9-1-7	12Ms-0	16.6	167.8	12.9	1.3	9.9	23.6	1.0	23.6	2.1	137.8
k87-10-9-1-8	13Ms-0	14.2	148.7	15.6	1.3	12.0	41.8	1.1	38.0	2.2	141.6
k87-10-9-2-2	14Wsk-0	12.8	155.5	12.7	1.1	11.5	35.5	1.2	29.6		84.6
k87-10-9-5-6	15Ws-0	13.2	183.2	10.5	1.4	7.5	26.2	1.0	26.2	1.9	149.8
k87-10-10-2-1	16W-0	16.4	160.6	10.0	1.3	7.7	18.7	0.9	20.8	1.7	162.6
k87-10-10-5-5b	17Ws-0	11.7	91.2	5.2	1.6	3.3	6.5	0.7	9.3	1.1	161.0
k87-10-10-5-6b	18Ws-0	14.0	162.0	8.5	1.6	5.3	21.1	1.0	21.1	1.6	149.5
k87-10-10-5-10d	19Ws-0	15.0	164.7	7.0	1.3	5.4	24.5	0.9	27.2	2.1	148.8
k87-10-10-5-13A	20Ws-0	21.0	139.9	10.9	1.4	7.8	28	0.9	31.1	1.5	155.4
k87-10-10-5-13B	21Ws-0	13.8	95.2	8.7	1.8	4.8	17.7	0.9	19.7	1.3	154.6
k87-10-10-5-14e	22Ds-0	13.4	161.8	14.4	1.2	12.0	37.4	1.1	34.0	1.8	87.8
k87-10-10-5-16A	23Ds-0	12.2	144.5	9.9	1.7	5.8	22.0	1.0	22.0	1.6	145.4
k87-10-10-5-16B	24Ds-0	17.5	173.4	10.4	1.5	6.9	26.0	1.1	23.6	1.5	129.4
k87-10-10-6-8	25Ws-0	9.6	136.5	8.5	2.0	4.3	25.8	0.7	36.9	1.1	124.8
k87-10-11-2-2	26Mk-0	27.0	170.0	11.5	1.5	7.7	23.5	0.9	26.1	1.4	135.6
k87-10-11-2-3	27Dk-0	11.0	164.7	10.9	1.7	6.4	27.1	1.1	24.6	1.6	133.3
k87-10-11-2-5	28Mk-0	18.8	167.3	11.3	1.5	7.5	22.6	0.8	28.3	1.8	173.0
k87-10-11-6-7	29Ws-0	18.2	153.5	9.0	1.3	6.9	18.0	0.8	22.5	1.5	159.8
k87-10-11-6-8	30Ms-0	15.0	146.5	8.2	1.2	6.8	21.7	0.9	24.1	1.7	161.4
k87-10-12-2-3	31W-0	21.2	131.2	12.6	1.3	9.7	27.8	1.0	27.8		89.0
k87-10-12-2-7	32W-0	19.6	172.6	9.6	1.3	7.4	21.6	1.0	21.6	1.5	135.2
k87-10-12-5-4	33Ws-0	17.0	158.3	11.8	1.4	8.4	22.7	0.9	25.2	1.4	156.0
k87-10-12-5-5	34Ws-0	64.0	135.7	9.1	1.3	7.0	17.8	0.7	25.4		109.0
k87-10-12-5-7	35Ms-0	16.4	183.4	12.6	1.4	9.0	23.9	1.0	23.9	1.7	136.6
k87-10-12-5-8	36Ws-0	13.2	176.2	11.5	1.4	8.2	25.7	0.9	28.6	1.9	150.4
k87-10-12-6-2	37Wp-0	17.4	171.5	10.1	1.3	7.8	22.3	0.9	24.8	1.7	154.6
k87-10-12-6-3	38Mp-0	16.6	172.1	11.0	1.5	7.3	25.1	1.0	25.1	1.7	133.0
k87-10-12-6-4	39Mp-0	9.4	166.9	12.0	2.0	6.0	24.6	1.1	22.4	1.4	133.0
k87-10-12-7-4	40Ws-0	14.0	182.2	14.1	1.7	8.3	29.0	1.3	22.3	2.2	128.4
k87-10-12-7-5	41Ws-0	32.8	133.1	8.9	1.1	8.1	16.7	0.8	20.9		121.4
k87-10-12-8-4	42Ws-0	46.3	108.7	8.0	1.1	7.3	22.2	0.7	31.7		130.8
k87-10-13-4-14	43Wk-0	20.6	175.4	10.2	1.5	6.8	28.5	0.8	35.6	1.2	108.8
k87-10-13-5-6	44Mk-0	24.6	148.0	10.2	1.2	8.5	32.0	0.8	40.0	1.7	126.8
k87-10-13-5-11	45Mk-0	9.0	170.3	10.6	1.8	5.9	25.7	0.8	32.1	1.4	131.5
k87-10-14-2-1	46W-0	22.2	143.4	10.0	1.3	7.7	29.3	0.8	36.6	1.3	123.8
k87-10-14-2-3	47W-0	23.0	132.4	9.9	1.3	7.6	25.8	0.8	32.3	1.3	121.2
k87-10-14-2-4	48W-0	14.2	119.2	8.6	1.4	6.1	22.9	0.7	32.7	1.3	133.0
k87-10-14-4-3	49Mk-0	18.8	130.1	9.1	1.3	7.0	21.2	0.8	26.5	1.3	134.0
k87-10-15-1-6	50Mk-0	23.5	125.9	8.6	1.3	6.6	24.3	1.0	24.3	1.3	131.0
k87-10-16-2-3	51Ms-0	24.8	131.9	8.2	1.3	6.3	21.3	0.6	35.5	1.1	135.0
k87-10-16-2-4	52Ms-0	25.8	141.3	7.8	1.2	6.5	21.7	0.9	24.1	1.4	137.3
k87-10-16-3-4	53Mk-0	38.8	143.2	9.2	1.2	7.7	20.1	0.8	25.1	1.1	133.4
k87-10-16-5-4	54Ms-0	59.0	111.5	8.5	1.0	8.5	18.2	0.8	22.8		80.5
k87-11-7-0-26	55W-W	17.0	142.3	7.5	1.0	7.5	19.6	1.0	19.6		75.0
96-11-5-1a-2	56Dk-K	24.2	112.2	10.6	1.5	7.1	26.5	0.8	33.1	1.7	130.6
96-11-5-2b-6	57Ds-K	26.2	119.0	12.3	1.6	7.7	37.7	0.8	47.1	1.6	88.4
96-11-5-7-2	58Dk-K	26.2	146.6	13.1	1.5	8.7	30.3	0.7	43.3	1.6	140.6
97-4-12-2-2	59Ds-A	36.4	135.7	15.1	1.6	9.4	38.6	0.6	64.3	1.5	92.6
97-4-12-2-3	60Ds-A	51.8	146.6	16.8	1.7	9.9	36.9	0.6	61.5	1.7	91.6

表 7.12. コラティの栽培化過程ごとの形態的特性の比較

栽培化過程	試料番号 /地位	分けつ数	草丈cm	穂長cm	穂幅cm	P1/Pw	止葉長cm	止葉幅cm	F11/F1w	穂首直径 mm	開花まで の日数
栽培型Ds (8系統)	平均	23.9	143.2	13.1	1.4	9.7	33.7	0.8	46.4	1.5	101.7
	標準偏差	13.9	18.0	2.3	0.3	3.5	6.3	0.2	17.7	0.2	22.5
	変動係数	58.2	12.7	17.6	21.4	36.1	18.7	25.0	38.1	13.3	22.1
栽培型Dk (3系統)	平均	20.5	141.2	11.5	1.6	7.4	28.0	0.9	33.7	1.6	134.8
	標準偏差	8.3	26.7	1.4	0.1	1.2	2.0	0.2	9.4	0.1	5.2
	変動係数	40.5	18.9	12.2	6.3	16.2	7.1	22.2	27.9	3.8	3.9
サマイ擬態随伴雑草型Ms (9系統)	平均	22.1	154.2	12.0	1.3	9.1	26.9	1.0	27.1	2.0	128.4
	標準偏差	14.6	24.6	4.0	0.2	2.3	8.2	0.2	5.6	0.6	23.4
	変動係数	66.1	20.0	33.3	15.4	25.3	30.5	20.0	20.7	30.0	18.2
コドラ擬態随伴雑草型Mk (7系統)	平均	22.9	150.7	10.1	1.4	7.3	24.2	0.8	28.9	1.4	137.9
	標準偏差	9.1	18.9	1.1	0.2	0.8	3.9	0.1	5.5	0.2	15.7
	変動係数	39.7	12.5	10.9	14.3	11.5	16.1	8.8	19.0	17.1	11.4
イネ擬態随伴雑草型Mp (2系統)	平均	13.0	169.5	11.5	1.8	6.7	24.9	1.1	23.8	1.6	133.0
	標準偏差	17.5	157.6	10.0	1.3	7.7	22.8	0.9	26.9	1.4	116.1
	変動係数	5.6	30.7	1.9	0.2	1.4	4.8	0.1	6.1	0.2	26.5
雑草型W (11系統)	平均	32.0	19.5	19.0	12.3	18.2	21.1	15.6	22.7	11.4	22.8
	標準偏差	24.3	146.9	9.5	1.4	7.2	22.4	0.8	27.4	1.5	136.9
	変動係数	15.5	27.9	2.2	0.3	2.1	6.0	0.2	8.4	0.4	21.4
サマイ随伴雑草型Ws (17系統)	平均	63.8	19.0	23.2	21.4	29.2	26.8	20.2	30.7	23.4	15.6
	標準偏差	16.9	167.5	11.0	1.3	8.7	28.8	1.0	30.0	1.5	116.0
	変動係数	3.9	10.5	1.5	0.2	2.5	6.6	0.2	5.4	0.4	35.6
イネ・サマイ・コドラ随伴雑草型Wp, sk, k (3系統)	平均	23.1	6.3	13.4	15.4	28.4	22.9	21.6	18.0	24.1	30.7
	標準偏差										
	変動係数										

栽培化過程において人為選択を強く受ける形態的形質（分けつ数、草丈、花序長、花序幅、およびその比、止葉長、止葉幅、およびその比、主稈の穂首直径）および開花までの日数の 10 形質に関する偏相関分析の結果を表 7.13 に示した。制御変数は主稈の穂首直径と脱粒性である。種子の大きさ、非脱粒性、および穂首の直径などは栽培化過程に関する重要な形質である。

草丈は止葉長／止葉幅比（ -0.517 ）と、穂長は穂長／穂幅比（ 0.739 ）、止葉長（ 0.664 ）、止葉幅（ 0.584 ）および主稈の穂首直径（ 0.716 ）と、穂長／穂幅比は穂長（ 0.739 ）および止葉長（ 0.704 ）と、止葉長は穂長（ 0.664 ）、穂長／穂幅比（ 0.704 ）、止葉長／止葉幅比（ 0.720 ）、および開花までの日数（ -0.544 ）と、止葉幅は穂長（ 0.584 ）、止葉長／止葉幅比（ -0.508 ）、および主稈の穂首直径（ 0.882 ）と、止葉長／止葉幅比は草丈（ -0.517 ）、止葉長（ 0.720 ）、止葉幅（ -0.508 ）、および開花までの日数（ -0.561 ）と、主稈の穂首直径は穂長（ 0.716 ）および止葉幅（ 0.882 ）と、開花までの日数は止葉長（ -0.544 ）および止葉長／止葉幅比（ -0.561 ）と 1%レベルで有意な正と負の相関が認められた。分けつ数と穂の太さに関しては、1%レベルの有意な相関はなかった。

これらのことは、農夫によって、栽培化過程で円筒状の穂は長くなる方向に人為選択を受け、穂を支える主稈の穂首直径も太くなり、穂に最後まで光合成産物を転送する止葉が大きくなってきたことを示している。分けつ数および穂幅は諸形質と低い正と負の相関を示していたので、栽培化過程で分けつ数が減る方向のみに形質が偏らずに、コドラなど混作栽培型はコドラなどに擬態して分けつ数が少なくなる方向で、サマイ混作栽培型はサマイに擬態して分けつが多くなる方向に、自然選択に重ねて人為選択による分離選択が働いている。収穫を確実にするために、栽培化過程において、開花までの日数は止葉長（ -0.544 ）および止葉長／止葉幅比（ -0.561 ）と有意な負相関を、また、他諸形質とも負ないし低い

正相関を示していたので、栽培化過程において相対的に止葉が細長く、早生の方向に人為選択が働いたと考えられる。草丈と止葉長／止葉幅比(-0.517)とは負相関を示しており、サマイ混作型のように草丈が高くなると、相対的に止葉が細長くなることを示している。

表 7.13. コラティの形態的形質に関する編相関分析

特性	分けつ数	草丈	穂長sl	穂幅sw	sl/sw	止葉長fll	止葉幅flw	fll/flw	穂首直径	開花までの日数
分けつ数	1	-0.142	-0.055	-0.410*	0.221	0.166	-0.289	0.301	-0.239	-0.095
草丈	-0.142	1	0.256	-0.001	0.086	-0.224	0.404*	-0.517**	0.388*	0.211
穂長sl	-0.055	0.256	1	0.151	0.739**	0.664**	0.584**	0.166	0.716**	-0.242
穂幅sw	-0.410*	-0.001	0.151	1	-0.455*	-0.132	0.254	-0.251	0.227	-0.091
sl/sw	0.221	0.086	0.739**	-0.455*	1	0.704**	0.172	0.488*	0.292	-0.227
止葉長fll	0.166	-0.224	0.664**	-0.132	0.704**	1	0.194	0.720**	0.311	-0.544**
止葉幅flw	-0.289	0.404*	0.584**	0.254	0.172	0.194	1	-0.508**	0.882**	0.122
fll/flw	0.301	-0.517**	0.166	-0.251	0.488*	0.720**	-0.508**	1	-0.35	-0.561**
穂首直径	-0.239	0.388*	0.716**	0.227	0.292	0.311	0.882**	-0.35	1	0.171
開花までの日数	-0.095	0.211	-0.242	-0.091	-0.227	-0.544**	0.122	-0.561**	0.171	1

制御変数；穀粒大きさ、脱粒性

形態的形質による系統樹はクラスター分析 (Word method, IBM SPSS ver. 21) で描いた。供試した 60 系統 (表 7.11) は 6 形態的形質 (分けつ数、草丈、穂長、止葉長と止葉幅、および止葉長／止葉幅の比) と開花までの日数のクラスター分析の結果を示した (図 7.12)。60 収集系統は 3 群といくつかの亜群に分類された。I 群は Ia 亜群と Ib 亜群を含んでいた。Ia 亜群 (7 系統) は、雑草型 W2；マハラシュトラ州の随伴雑草型 Ws1；随伴雑草型 Ws1；擬態随伴雑草型 Ms2 中間；およびオリッサ州のサマイ混作栽培型 Ds1 より成っていた。Ib 亜群 (5 系統) はアンドラ・プラデシュ州 (3 系統)、カルナタカ州 (1 系統)、およびマハラシュトラ州 (1 系統) の Ds5 より成っていた。

II 群は IIa 亜群と IIb 亜群を含んでいた。IIa 亜群 (17 系統) は、オリッサ州の Ds1、Ms2、Mk4、Ws3、および W3、カルナタカ州の Dk2、およびマハラシュトラ州の Ws2 より成っていた。IIb 亜群 (2 系統) はオリッサ州の Ms1 と Ws1 を含んでいた。

III 群は IIIa 亜群、IIIb 亜群と III c 亜群を含んでいた。IIIa 亜群 (1 系統) はマハラシュトラ州の W1 で構成されていた。IIIb 亜群 (10 系統) はオリッサ州の Mk1、Ws6、Wk1 および W2 を含んでいた。III c 亜群 (11 系統) はオリッサ州の Ds1、Dk1、Ms1、Mk2、Mp3、Ws1 および W1、マハラシュトラ州の W1 を含んでいた。

これらの結果から見ると、擬態随伴相手の種に対応するとともに、形態的形質は地理的傾向を示している。キンエノコロの W 型は汎存種の雑草としてインド亜大陸各地に分布していた。

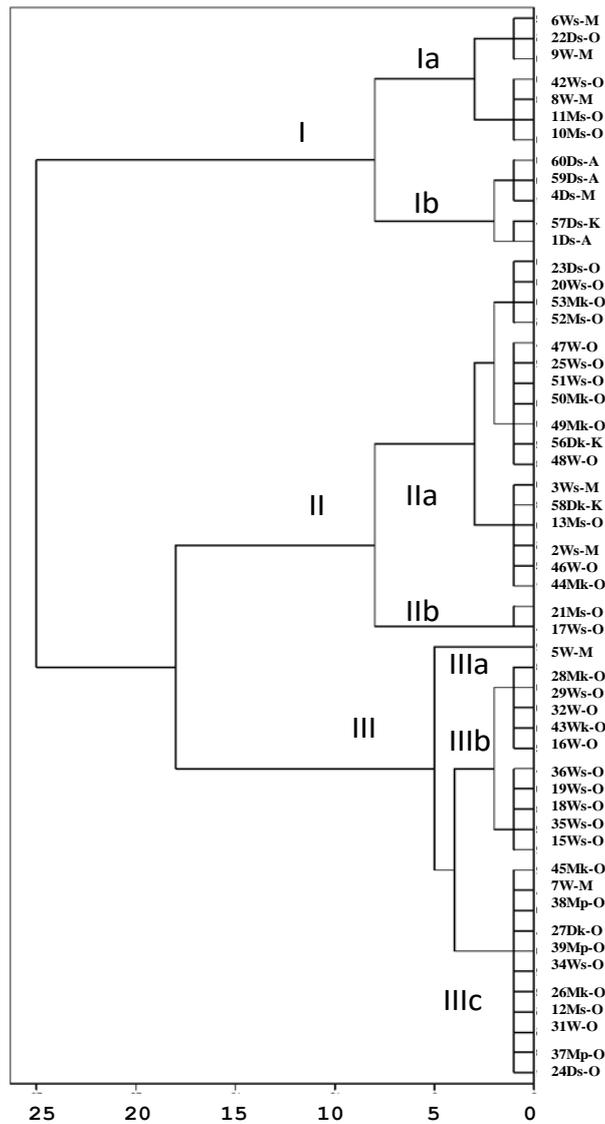


図 7.12. 形態的形質に基づくクラスター分析の系統樹

④ コルネとコラティの形態的と生態的特性の比較

形態的、生態的特性を比較するために、収集系統の中から実験系統(38 系統, 表 7.13)を選んで、東京学芸大学のガラス室で 2002 年に栽培した。これらは次の site で収集した。コラティ(2 系統、Mk-st56 と Dk-st58)とコドラ(2 系統、Dk-ps1 と Dk-ps2)はカルナタカ州 Tumkur 地区の site5 と site7、コラティ(Ds-st61 と Ws-st62)とサマイ(D-pn3 から D-pn6)はアンドラ・プラデシュ州 Kolar で収集した(図 7.13)。さらに、コラティの 3 近縁種、アワ(6 系統、日本)、エノコログサ(2 系統、カザフスタンとウズベキスタン)、ザラツキエノコロ(3 系統、インド)も同様に対照のために栽培した。



図 7.13. コラティの穂型: a)と b)栽培型(Dk)コドラとの混作;c) 栽培型(Ds) サマイとの混作および d) 種子脱粒性の雑草型;e)と f) コラティとサマイの混作畑:アンドラ・プラデシュ州 Chittoor 近郊の Illur 村。

播種後 30~74 日の期間中に早く生育することに関して、5 つの特徴をコラティとコドラの間で比較した。コラティ (st58 カルナタカ州) の分けつ数の初期生育は著しく増加するが、4 系統間では草丈と葉数においてほとんど差がなかった (図 7.14. a・b)。アンドラ・プラデシュ州からの系統では、コラティ (st61, st62) の分けつ数は同様に播種後 52 日で著しく増加し、他方で草丈あるいは葉数は 6 系統間でほとんど差がなかった (図 7.14. b)。一方、イネ、コルネ、シコクビエ、サマイ、およびコラティの種子発芽率は 5 日目でおおよそ 80%、10 日目でほとんど 100%であった。しかし、コドラ (D-pas, W-pasw)、アワ属 *Setaria* sp. (W-stw) および野生イネ *O. rufipogon* (W-orr) の発芽は 5 日目に始まったにすぎず、その率%は 15 日目でもまだ増加していた。 (図 7.14. c)

カルナタカ州の Site5 と site7 で収集したコドラ (2 系統、栽培型 ps1, ps2) とコラティ (2 系統、擬態随伴雑草型 st56、コドラ混作栽培型 st58)、およびアンドラ・プラデシュ州で収集したサマイ (栽培型 pn3~pn6)、コラティ (サマイ混作栽培型 st61、サマイ随伴雑草型 st62) の初期生育に関わる 5 形質に関して、播種後 30 日から 74 日までで比較した。カルナタカ州のコラティ (st58) の初期生育が、特に、分けつ数において著しいだけで、4 系統間の草丈と種間葉数の初期生育に大差はなかった (図 7.14. a・b・c)。また、アンドラ・プラデシュ州の収集系統でも同様に、コラティ (st61, st62) の分けつ数が 52 日から著しく多くなったが、6 系統間の草丈と主稈葉数の初期生育に大差はなかった (図 7.14. a・b)。一方、播種後 25 日までの種子発芽率を種間で比較したところ、栽培型のイネ、コルネ、シコクビエ、サマイ、およびコラティは 5 日までに約 80%が発芽して、10 日までには発芽率がほぼ 100%に達した。他方、コドラ (栽培型 pas と雑草型 pasw)、*Setaria* sp. (雑草型 stw)、*Oryza rufipogon* (イネ祖先種雑草型 W-orr) は 5 日過ぎから発芽が始まり、15 日目にも発芽率が上昇した。同所的に生育している擬態相手とは初期生育において区別すること

が困難であると言える。種子発芽は大方の栽培植物は斉一で早い、コドラ（多年生草本）と雑草は不揃いに発芽する。

オリッサ州でシコクビエ(e1)に混入していたサマイ(pn10)とキンエノコロ(st70)のの草丈の伸長を比較すると(表 7. 14. a)、サマイ、シコクビエ、キンエノコロの順に伸長が進み、52 日まではサマイが優勢であった。

表 7. 13. コラティと他の雑穀の供試材料 (2002 年栽培)

収集番号	栽培番号	種名	地位	地域	畑での観察
96-11-5-1a-1	ps1	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	栽培	Site 5, Kalidevapura village, Tumkur, Karnataka	主作物
96-11-5-1a-2	st56	<i>Setaria pumila</i>	擬態		少し混ざる
96-11-5-2b-1	pn1	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培	Site 6, Kalidevapura village, Tumkur, Karnataka	主作物
96-11-5-2b-4	br1	<i>Brachiaria ramosa</i>	栽培		雑草型に少し混合
96-11-5-2b-6	st57	<i>Setaria pumila</i>	擬態		少し混合
96-11-5-7-1	ps2	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	栽培	Site 7, Kodigenahalli Hogli, Tumkur, Karnataka	単作
96-11-5-7-2	st58	<i>Setaria pumila</i>	栽培		1個体混入、小種子、密穂
97-4-12-2-1	pn2	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培	Site 8, Jalaripali village, Andhra Pradesh	混作
97-4-12-2-2	st59	<i>Setaria pumila</i>	栽培		混作、茶種子
97-4-12-2-3	st60	<i>Setaria pumila</i>	栽培		混作、黒種子
01-10-8-1-1	pn3	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培	Thatigul village, Kolar, Andhra Pradesh	主作物、紫の疎穂、黄色種子
01-10-8-1-2	pn4	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培		緑の疎穂、灰黄色種子
01-10-8-1-3	pn5	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培		緑の密穂、灰黄色種子
01-10-8-1-4	pn6	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培		紫の密穂、黄色種子
01-10-8-1-5	st61	<i>Setaria pumila</i>	栽培		黒い種子少し混合
01-10-8-1-6	st62	<i>Setaria pumila</i>	雑草		脱粒性の黒い種子
01-10-8-2-1	pn7	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培	Site 1, Illur village, Chittoor, Andhra Pradesh	主作物、緑の密穂、灰黄色種子
01-10-8-2-3	pn8	<i>Panicum sumatrense</i>	擬態		緑の密穂、暗灰黄色種子
01-10-8-2-5	st63	<i>Setaria pumila</i>	雑草		短い穂
01-10-8-2-6	st64	<i>Setaria pumila</i>	擬態		少し混合、薄緑の密穂、薄緑の種子
01-10-8-2-7	st65	<i>Setaria pumila</i>	擬態		少し混合、紫の穂、黒い種子
01-10-8-2-8	st66	<i>Setaria pumila</i>	栽培		
01-10-9-2-1	pn9	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培	Dombarpally village, Palmaner, Andhra Pradesh	主作物、灰黄色種子
01-10-9-2-4	st67	<i>Setaria pumila</i>	栽培		黒い種子、多く混合
01-10-9-3b-3	st68	<i>Setaria pumila</i>	栽培	Punganuru, Andhra Pradesh	サマイに混合、薄茶種子
01-10-9-3b-4	br2	<i>Brachiaria ramosa</i>	栽培		密穂
01-10-9-3b-5	br3	<i>Brachiaria ramosa</i>	擬態		疎穂
01-10-10-1	ps3	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	栽培	Jalaripali village, Andhra Pradesh	
01-10-17-1	st69	<i>Setaria pumila</i>	雑草	Site 3, Kundi village, Orissa	<i>E. coracana</i> に混合、小さい黒種子
01-10-17-2c	ors	<i>Oryza sativa</i>	栽培		陸稲
01-10-17-4	sw	<i>Setaria sp.</i>	雑草		
01-10-18-1-1	orr	<i>Oryza rufipogon</i>	雑草	Bhawanipatna, Orissa	イネ水田近くに生育
01-10-18-1-2	psw	<i>Paspalum sp.</i>	雑草		イネ水田近くに生育
01-10-19-2a-1	pn10	<i>Panicum sumatrense</i>	栽培	West Polehorebrdle village, Bhawanipatna, Orissa	<i>E. coracana</i> に混合、薄茶種子
01-10-19-2a-2	e1	<i>Eleusine coracana</i>	栽培		小さい種子
01-10-19-2a-3	st70	<i>Setaria pumila</i>	雑草		小さい種子
01-10-19-2b-1	ps4	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	栽培	West Polehorebrdle village, Bhawanipatna, Orissa	陸稲畑に混入
01-10-19-2b-2	ef	<i>Echinochloa frumentacea</i>	栽培		陸稲畑に混入

擬態：随伴擬態雑草型

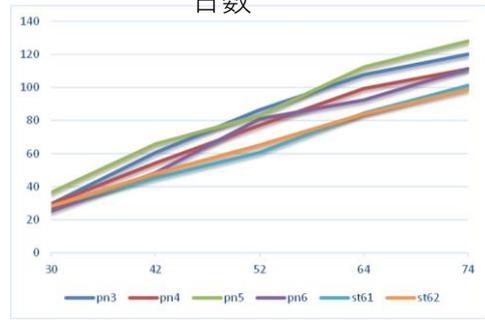
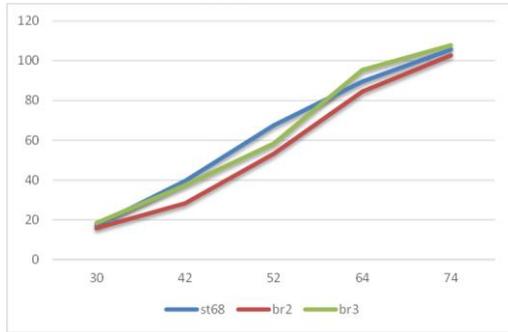
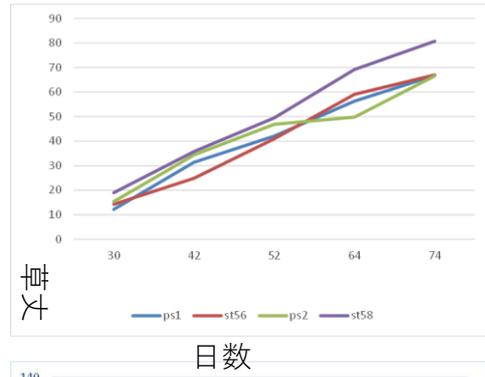
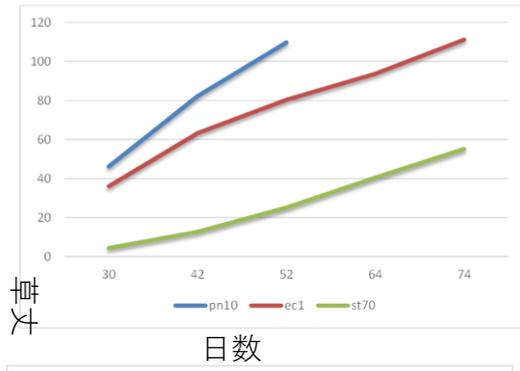


図 7.14a. 草丈cmの伸長

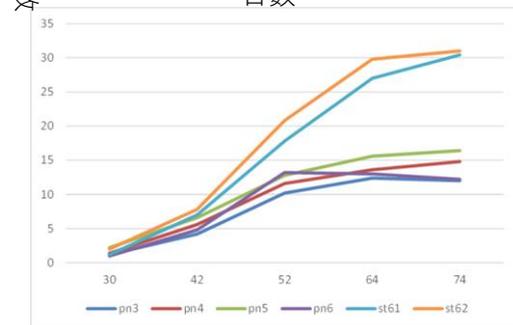
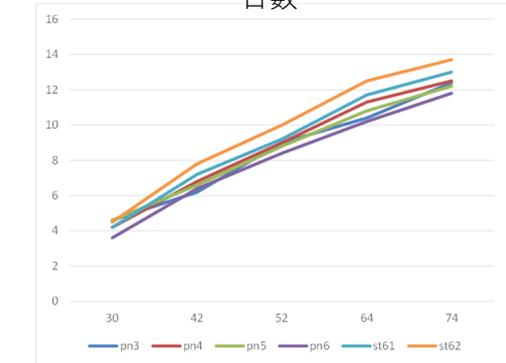
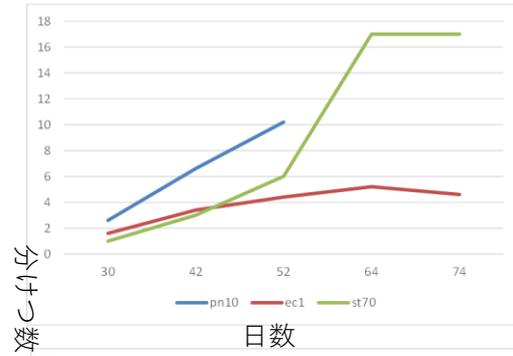
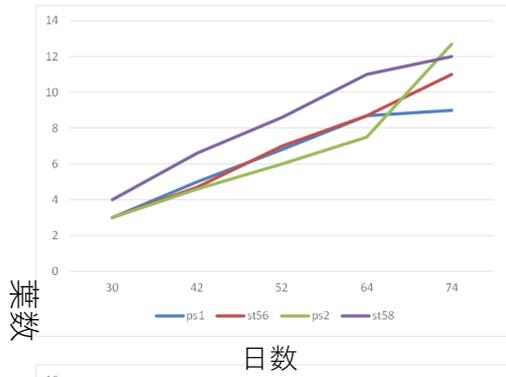


図 7.14 b. 葉数と分けっ数の増加

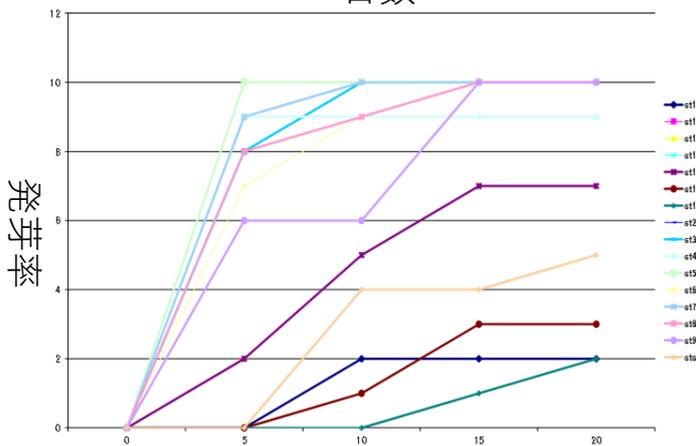
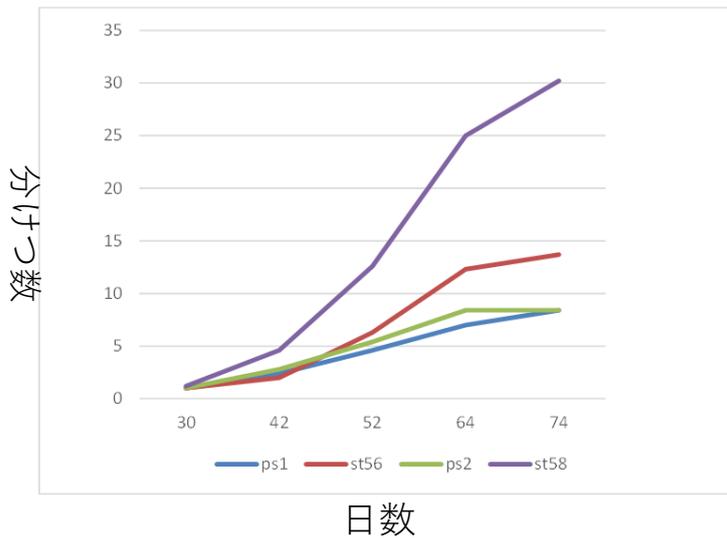


図 7.14c. コラティ、サマイおよびコドラの苗条の初期生育パターン:

草丈 a、葉数 b、分けつ数 b.c および種子発芽 c。数種の種子発芽パターン: コルネ、シコクビエ、野生イネ *Oryza rufipogon*、イネ、サマイ、コドラ、*Paspalum* sp. (雑草)、コラティ、および *Setaria* sp. (雑草)。カルナタカ州の 2 生育場所: (コドラ ps1 and ps2)、(コラティ st56 and st58)。アンドラ・プラデシュ州の生育場所: (サマイ pn3, pn4, pn5 and pn6) および (コラティ st61 and st62)。発芽率 9 種 (コルネ br、シコクビエ el、*O. rufipogon* (orr)、イネ ors、サマイ pn、コドラ psa、*Paspalum* sp. (pasw, weed)、コラティ (st) および *Setaria* sp. (stw, 雑草)。

キンエノコロ雑草型、擬態随伴雑草型およびコラティ栽培型の形態的・生態的特性を 60 系統で比較した (図 7.15)。草丈については、雑草型は 160~180 cm、擬態随伴雑草型は 141~160 cm、栽培型は 121~140 cm に多くの系統が分布していたので、草丈は低くなる傾向にあった。止葉/幅比については、雑草型と擬態随伴雑草型は 21~30、栽培型は 61~70 に多くの系統が分布し、止葉が長くなる傾向が認められた。

開花までの日数では、雑草型は 121~130 日、擬態随伴雑草型は 81~90 日および 131~140 日の二頂分布であった。栽培型は 81~90 日に多くの系統が分布し、早熟傾向が示された。穂長は雑草型が 9~10cm、擬態随伴雑草型は 7~8 cm、栽培型は 11~16 cm に分布しており、穂長は長くなる傾向を示した。これらの結果から、栽培化過程において、草丈は低く、止葉は長く、開花までの日数は短く早生化、穂長は長くなったことが明示された。

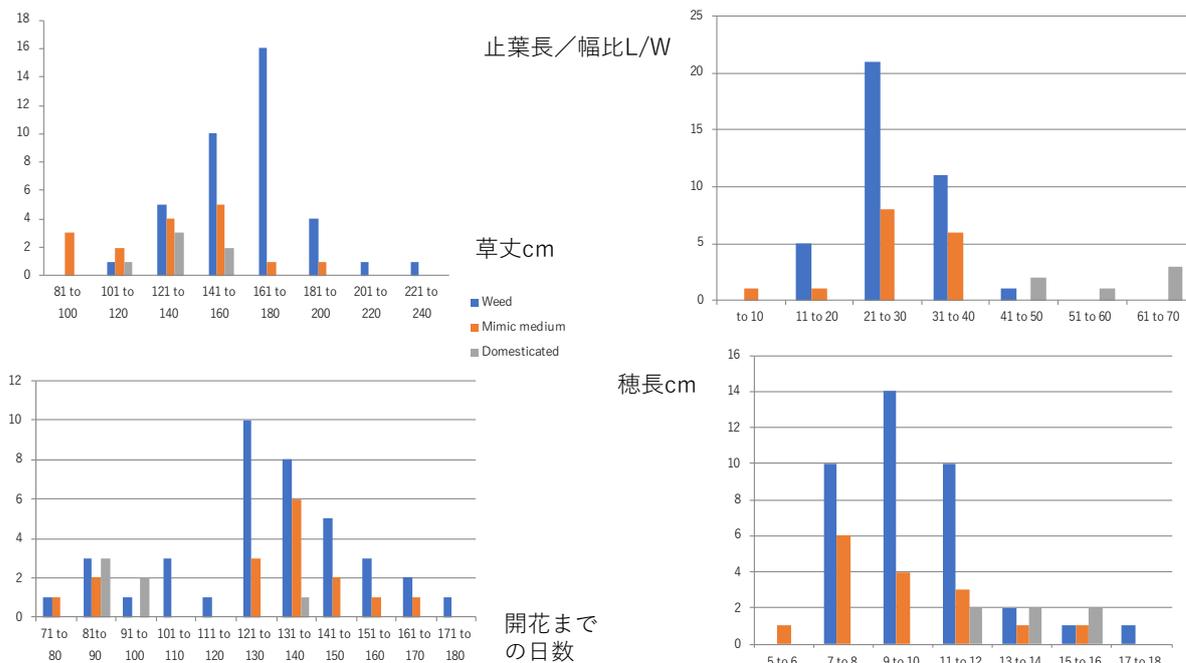


図 7.15. コラティの形態的および生態的特徴：
草丈(cm)、穂長(cm)、開花までの日数、e) 止葉長／幅の比。

7.7. 植物体色素による擬態

擬態には種間擬態と種内擬態がある。コラティにおける種間擬態はイネ、コドラおよびサマイなどに対して生じており、他作物への擬態随伴雑草型を生じている。種内擬態は雑草型と栽培型が継代的に自然交雑して、これらの中間型ともいふべき擬態随伴雑草型が生じ、自然選択を重ねて、農夫による人為選択を受けて、きわめて類似しているが、混作栽培型とは種子の非脱粒性によって判別できる。

1) 植物体色素による擬態

南インドでは、コラティ栽培型がいつもサマイと混作畑で栽培されているが、一方、東インドでは多様な農業生態的地位において、もう一つのコラティ栽培型やキンエノコロ雑草型などが、主にコドラと栽培、たまにシコクビエや陸稲と混作あるいは随伴生育している。コラティのいくつかの植物的特性は栽培型が雑草型から出自していること、また、これらの特性がサマイや他の穀物と進化的に同調してきたことを示している。

この栽培化過程は乾燥気候に対して適応するように機能し、他の穀物種への形態的な擬態によって促進されてきた。さらに、アントシアニン組成に関係した葉と葉鞘の着色が他の穀物とごく近縁の雑草との間での擬態に組み込まれる。雑草型と随伴雑草型は牛への飼料として、また、飢饉の時に農民のための保険作物として用いられる。コラティの穀粒は何時も他の穀物とともに播種、混作されており、次節で述べるように、補助食材として6種類の伝統食品に調理され、順次、農耕文化基本複合の多様化に参与している。

2) 材料と方法

供試材料は表 7. 13 に示した系統を用いて、葉と葉鞘に含まれるアントシアニン組成は高速液体クロマトグラフィー (HPLC) で分析定量した (2013 年)。供試材料は、site5 から site8 のコラティ (5 系統)、サマイ (8 系統)、コドラ (2 系統)、コルネ (1 系統)、およびエノコログサ (2 系統、生葉、乾燥葉)。保持時間 retention time (Rt 値) を特定し、個別のアントシアニンの含量を測るために、シアニジン、ペラルゴニジン、マルビジンを用いた。実験法は次のとおりである。葉と葉鞘からのアントシアニン抽出物を、Mochioka *et al.* 1995、Tsuda *et al.* 2009 および Chiba *et al.* 2010 が報告した方法を少し改変して実行した。液体窒素を -30°C で保存していた葉 (300g) に加えて、乳鉢で磨り潰した。磨り潰した試料を安全ロック付きチューブ (1.5 ml) に移し、5%酢酸を含む 50%メチルアルコール 300 μl を加える。チューブを振とう機に 30 分間置いて、溶液をメンブラン・フィルター (UST-5, ADVANTC) でろ過する。標準色素溶液を同様にろ過する。この処理後、溶液を冷蔵庫 (6°C) 中に一夜置く。葉のアントシアニン組成は保持時間によって同定し、その含量は較正曲線を用いて計算した。アントシアニン類を分析した HPLC システムは島津製作所 CLASS-M10A で、カラムは Shin-Pak (4.6 \times 250 mm, PREP-ODS (H) KIT を 40°C で用いた。分析の詳細は Kimata (2015a, b) による

3) 植物体色素の分析

① Panton Formula Guide による植物色の定性分析

カルナタカ州のコドラ混作 site5 と site7、サマイ混作 site6、およびアンドラ・プラデシュ州のサマイ混作 site8 において、PANTON Formula Guide と対比して植物色による擬態を検討した。site5 において、コドラとコラティは、ともに葉色は緑 (370c~371c)、葉鞘色は赤紫 (206c~209c) であったので、植物色の種間擬態が成り立っている (表 7. 15)。

site6 において、コドラ、コルネおよびコラティの葉は緑 (369c~377c) であったが、葉鞘はコルネでは緑 (374c)、サマイとコラティでは赤紫 (206c~207c) であったので、後 2 種間では植物色の擬態が成り立っている。site7 において、コドラとコラティは、ともに葉色は緑 (363c~371c)、葉鞘色は赤紫 (206c~208c) であったので、植物色の種間擬態が成り立っている。ところが site8 において、サマイとコラティは、ともに葉色は緑 (371c~377c)、葉鞘色はサマイで緑 (374c)、コラティで赤紫 (198c~202c) であったので、この場合は 2 種間で植物色の擬態は成り立っていない。

すなわち、コラティの葉色と葉鞘色は PANTONE Formula Guide で示すと、カルナタカ州の site5 では、混作コドラのようにそれぞれ同じ緑 (370c~371c) および赤紫 (370c~371c) であった。カルナタカ州の site6 では、コルネの葉鞘色 (green, 374c) を除外して、コラティとサマイの色は同じ緑 (369c~377c)、および赤紫 (206c~207c) であった。カルナタカ州の site7 では、コラティの色は同様に同じ緑 (363c~371c) および赤紫 (206c~208c) であった。用いた対照系統の間では、サマイの色は緑 (366c~370c) からピンク (203c) までの範囲にあったが、エノコログサの色は緑 (葉 371c) から紫 (葉鞘 209c~5195c) の範囲であった。

展開葉ではすべて 371c-緑で種間差がまったくないが、未展開葉では緑であっても微妙な差異 (363c~377c) があつた。葉鞘下部については、site5 と site7 でサマイとコドラの赤紫色に関する差異は判別困難で、2 種間の色擬態は成立していなかった。site6 においてサマイとコラティでは赤紫色擬態があるが、コルネは緑色で擬態は成立していなかった。また、site8 においては、サマイ (緑) とコラティ (赤紫) の種間にも植物色擬態は見られ

なかった。この結果はコラティの植物色擬態がカルナタカ州に伝播する過程で、成立したことをうかがわせている。

表 7. 15. 雑穀栽培畑 4 カ所における葉色と葉鞘色の比較

(PANTON Formula Guide に基づく)

栽培地 番号	収集番号	栽培番号	Species	展開葉	未展開葉	葉鞘下部
Site 5	96-11-5-1a-1	ps1	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	371c-緑	370c-緑	208/209c-赤紫
	96-11-5-1a-2	st56	<i>Setaria pumila</i>	371c-緑	371c-緑	206c-赤紫
Site 6	96-11-5-2b-1	pn1	<i>Panicum sumatrense</i>	377c-緑	371c-緑	206c-赤紫
	96-11-5-2b-4	br1	<i>Brachiaria ramosa</i>	371c-緑	377c-緑	374c-緑
	96-11-5-2b-6	st57	<i>Setaria pumila</i>	371c-緑	369c-緑	205/207c-赤紫
Site 7	96-11-5-7-1	ps2	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	371c-緑	370c-緑	208c-赤紫
	96-11-5-7-2	st58	<i>Setaria pumila</i>	371c-緑	363c-緑	206/207c-赤紫
Site 8	97-4-12-2-1	pn2	<i>Panicum sumatrense</i>	371c-緑	377c-緑	374c-緑
	97-4-12-2-2	st59	<i>Setaria pumila</i>	371c-緑	377c-緑	198/202c-赤紫
	97-4-12-2-3	st60	<i>Setaria pumila</i>	371c-緑	377c-緑	198/203c-赤紫

② HPLC によるアントシアニジンの定量分析

植物色素による擬態の定量的証拠を明らかにするために、葉と葉鞘のアントシアニン組成を HPLC で定量分析した (表 7. 16～表 7. 18)。コラティの葉鞘は Rt 値の多くのピーク (それぞれに提示) を示したが (図 7. 16)、サマイとコドラの Rt 値は、いくつかのピーク (おおよそ 45. 6) を除いて、小さなピーク (Rt 値、約 30) のみを示した。しかし、コルネは Rt 値 (30) あたりでまったくピークを示さなかった。エノコログサ (乾物) に含まれるアントシアニンの Rt 値 (46. 1) のみが天然シアニジン (Rt 値、46. 2) と一致したが、試料に含まれるアントシアニンの Rts のほとんどが 3 つの天然色素の Rt 値に符合しなかった。それ故に、シアニジンをアントシアニン含量の指標に用いた。クラスター分析 (Ward method) によって、これらの試料は 2 群に分類できた (図 7. 19)。I 群はコラティの葉鞘のみの 5 試料 (st56～st60) で構成されていた。その色は赤紫 (PANTONE Formula Guide、198/202/205/206/207c) であった。IIa 亜群 (11 試料) は、コラティの緑葉 (1 試料、st57)、コドラの緑葉 (1 試料、ps1) と葉鞘 (2 試料、ps1 and ps2)、これらは赤紫色 (208/209c)、サマイの葉鞘 (3 試料、pn1-赤紫、緑 pn2 およびその他)、コルネの緑葉鞘 (1 試料、br1)、およびエノコログサの緑葉 (1 試料) と葉鞘 (2 試料) であった。さらに、IIb 亜群 (20 試料) はコラティ (4 試料、st56、st58、st 59 and st60)、コドラ (1 試料、ps2)、エノコログサ (1 試料)、サマイ (8 試料、pn1、pn2 など)、コルネ (1 試料、br1) の緑葉により構成されていた。

site5～site8 の供試系統 (10 試料) に、比較対照としてサマイ (6 試料) およびエノコログサ (2 試料、生葉、干葉) を加えて、それぞれの葉と葉鞘のアントシアニジンの含量を HPLC で測定した。リテンションタイムから色素を同定するために、天然色素である cyanidin、pelargonidin、および malvidin を用いた。供試した材料はこれらの色素の Rt 値に合致せず (図 7. 16. f)、対照として用いたエノコログサ (干葉、図 7. 16. e) のピーク (Rt=46. 1) が唯一、cyanidin (Rt=46. 2) と合致したので、この含量を参考とした。

表 7.16. HPLC に用いた試料

収集番号	栽培地番号	種名	器官	Panton formula guide	器官/色
96-11-5-1a-1	Site 5	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	葉鞘	208c/209c	葉鞘/赤紫
96-11-5-1a-1			葉	371c/370c	葉/緑
96-11-5-1a-2		<i>Setaria pumila</i>	葉鞘	206c	葉鞘/ピンク
96-11-5-1a-2			葉	371c	葉/緑
96-11-5-2b-1	Site 6	<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	206c	葉鞘/緑
96-11-5-2b-1			葉	277c	葉/緑
96-11-5-2b-4		<i>Brachiaria ramosa</i>	葉鞘	374c	葉鞘/緑
96-11-5-2b-4			葉	371c	葉/緑
96-11-5-2b-6		<i>Setaria pumila</i>	葉鞘	205c/207c	葉鞘/赤紫
96-11-5-2b-6			葉	371c	葉/緑
96-11-5-7-1	Site 7	<i>Paspalum scrobiculatum</i>	葉鞘	208c	葉鞘/赤紫
96-11-5-7-1			葉	371c	葉/緑
96-11-5-7-2		<i>Setaria pumila</i>	葉鞘	206c(207c)	葉鞘/赤紫
96-11-5-7-2			葉	371c	葉/緑
97-4-12-2-1	Site 8	<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	374c	葉鞘/緑
97-4-12-2-1			葉	371c	葉/緑
97-4-12-2-2		<i>Setaria pumila</i>	葉鞘	198/202c	葉鞘/赤紫
97-4-12-2-2			葉	371c	葉/緑
97-4-12-2-3		<i>Setaria pumila</i>	葉鞘	198/202c	葉鞘/赤紫
97-4-12-2-3			葉	371c	葉/緑
85-10-12-6-1		<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	366c	葉鞘/緑
85-10-12-6-1			葉	370c	葉/緑
85-10-12-6-2		<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	203c	葉鞘/ピンク
85-10-12-6-2			葉	370c	葉/緑
85-10-12-6-4		<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	203c	葉鞘/ピンク
85-10-12-6-4			葉	370c	葉/緑
85-10-19-3-1		<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	366c	葉鞘/緑
85-10-19-3-1			葉	370c	葉/緑
85-10-27-3-9		<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	366c	葉鞘/緑
85-10-27-3-9			葉	370c	葉/緑
85-10-31-3-1		<i>Panicum sumatrense</i>	葉鞘	203c	葉鞘/ピンク
85-10-31-3-1			葉	370c	葉/緑
12-11-19		<i>Setaria viridis</i>	葉鞘	209c	葉鞘/赤紫
12-11-19			葉	371c	葉/赤紫
12-11-19		<i>Setaria viridis</i> (dried)	葉鞘	5195c	葉鞘/赤紫
12-11-19			葉	5185c	葉/赤紫

コラティには微量ながら多数のピークが認められたが(図 7.6. a)、コラティ(図 7.6. b)とコドラ(図 7.6. c)には Rt=45.6 前後のピーク以外には Rt=30 前後にごく微量のピークがあったのみ、コラリ(図 7.6. d)については Rt=30 前後のピークさえもなかった。これらのデータはクラスター分析(Ward法)により、図 7.18 に示したように、大きく 2 群に分類できた。I 群には、コラティ(5 系統、st56~st60)の葉鞘、IIa 亜群(10 系統)には、エノコログサの葉(1 試料)と葉鞘(2 試料)、コラティの葉(1 試料)、コドラの葉(1 試料、ps1)と葉鞘(2 試料、ps1、ps2)、サマイの葉鞘(3 試料)が、IIb 亜群(20 試料)には、エノコログサの葉(1 試料)、コラティの葉(4 試料、st56、st58、st59、st60)、コドラの葉(1 試料、ps2)、サマイの葉(8 試料、pn1、pn2)と葉鞘(5 試料、pn1、pn2)、コルネの葉(1 試料、br1)が分類された。

I 群のコラティの葉鞘色に対して、IIa 亜群のサマイおよびコドラの葉鞘色が色の擬態に関わっていることが明確になった。葉色と葉鞘色による擬態は Panton Formula Guide(2002-2003)で対照し、アントシアニンの含量組成は HPLC により明らかにした。アントシアニン組成による葉と葉鞘の着色は混作畑からの 4 組み合わせを含む 18 系統において、穀物とごく近縁の雑草間の擬態を示していた。

形態的な擬態による他種への随伴雑草から2次作物への進化の過程で、サマイに随伴、擬態したコラティは細長い草姿をもつ。コドラほかにも随伴、擬態したコラティは比較的太く、広い茎葉の草姿をもつことは上述した。また、間接的に人為選択を受ける葉および葉鞘・稈の色素においても、種間で擬態していることをPANTON Color Guideで示した。さらに、18系統（葉と葉鞘）のアントシアニン系色素の成分組成の分析から、葉身と葉鞘の色が他種への擬態に関与していることも明らかになった。

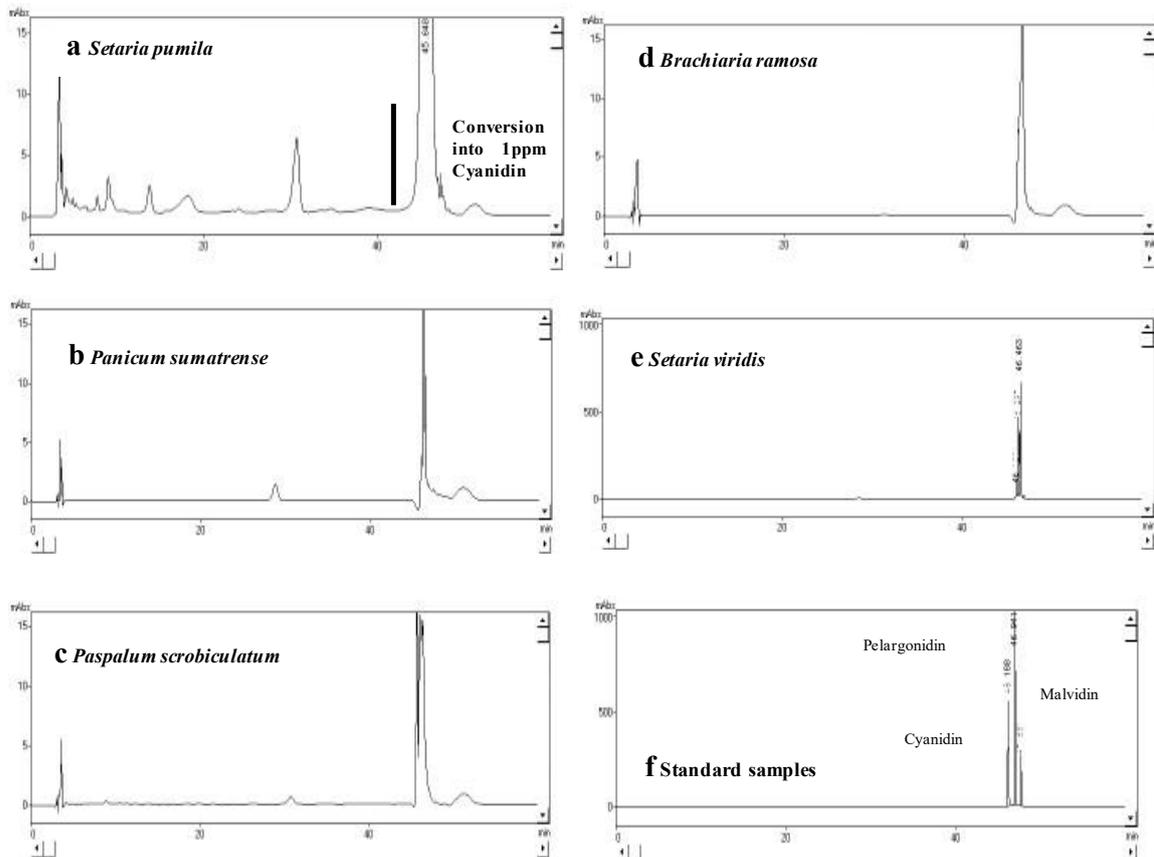


図 7.16. HPLC 分析と PANTON Formula Guide による植物着色間の比較

a) コラティ、b) サマイ、c) コドラ、d) コルネ、e) エノコログサ、f) 標準試料

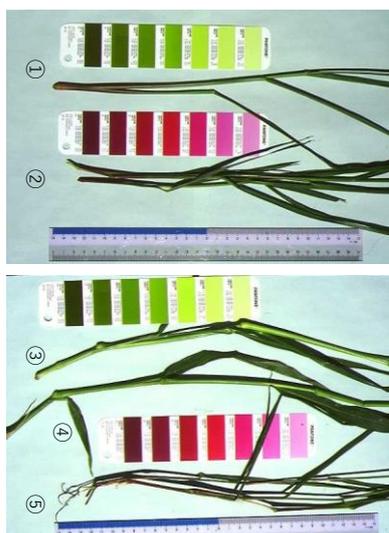


図 7.17. 植物色素による擬態

①コドラ畑の中 (site7): コドラ ps2 96-11-5-7-1、②コラティ st58 96-11-5-7-2。サマイ畑の中 (site6): ③サマイ pn1 96-11-5-2b-1、④コルネ br 96-11-5-2b-4、⑤コラティ st57 96-11-5-2b-6。

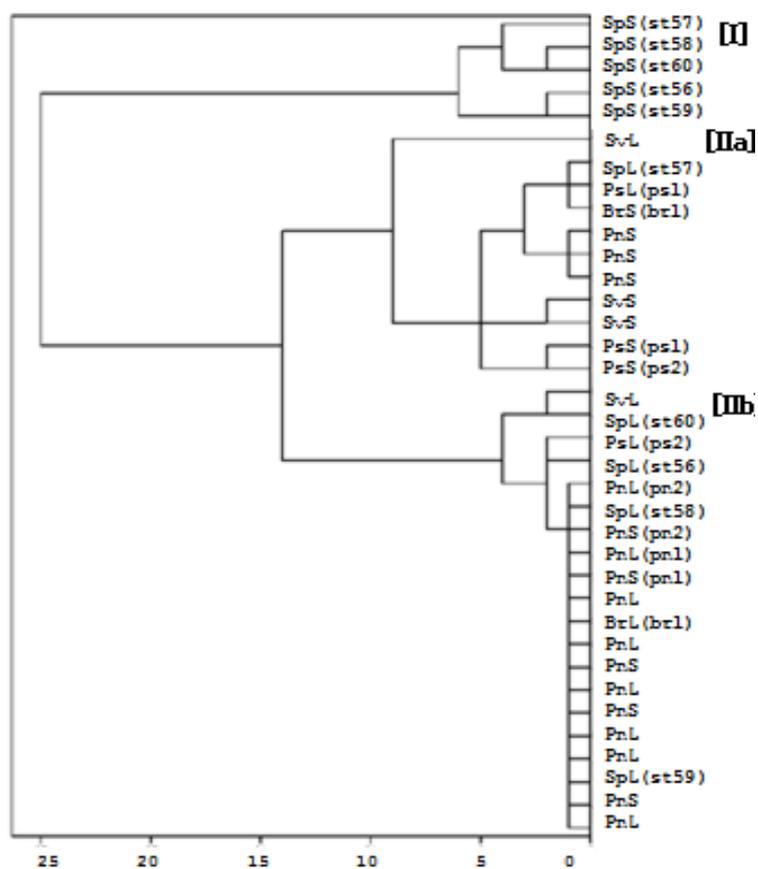


図 7.18. 5種における葉と葉鞘の着色に基づく系統樹

③ サマイとコラティにおける種子色の擬態

アンドラ・プラデシュ州 Chittoor 近郊の Jalaripali 村で収穫され、地域の市場で販売されていたサマイとコラティの混合穀物に種子色の擬態が見られた (図 7.19)。サマイの種子

粒はコラティの種子粒に非常によく似た薄茶色をしていた。また、容易に識別できる黒色も含まれていた。コラティの穀粒は黒色（51.1%）と白黄色（48.9%）に2区分できた。黒色種子は混合穀粒 *tela samuru* の中でサマイと容易に区別できるが、薄茶色種子はサマイと同色であり、色のみで区別することは困難であったが、詳細に見れば、サマイ穀粒の光沢ある内外穎によって、コラティの薄茶色種子も識別することはできた。

コラティ栽培型は常にサマイとともに播種し、収穫して、消費される。農民は混合穀物をテルグ語で *tela samuru* あるいは *tella samulu* と呼ぶが、これは白いサマイを意味していた。混作によって収穫した穀粒はコラティを 26.8% 含んでいたが、サマイの単作で収穫した穀粒はほんの少しのキンエノコロを含んでいたに過ぎなかった（表 7.17）。

表 7.17. アンドラ・プラデシュ州におけるコラティとの混作畑およびサマイの単作畑における穀粒比（1996 年収穫）

種	単作畑穀粒数%		混作畑穀粒数%	
	Kuppampalya村		Jalaripalli村	
サマイ	5249	98.6	3100	70.1
コラリ	1	少し	1187	26.8
シコクビエ	0	0	17	0.4
雑草				
Aタデ科	70	1.3	112.0	2.5
Bキク科	0	0	6	0.1
C未同定	1	少し	0	0
D未同定	1	少し	0	0
合計	5322		4422	

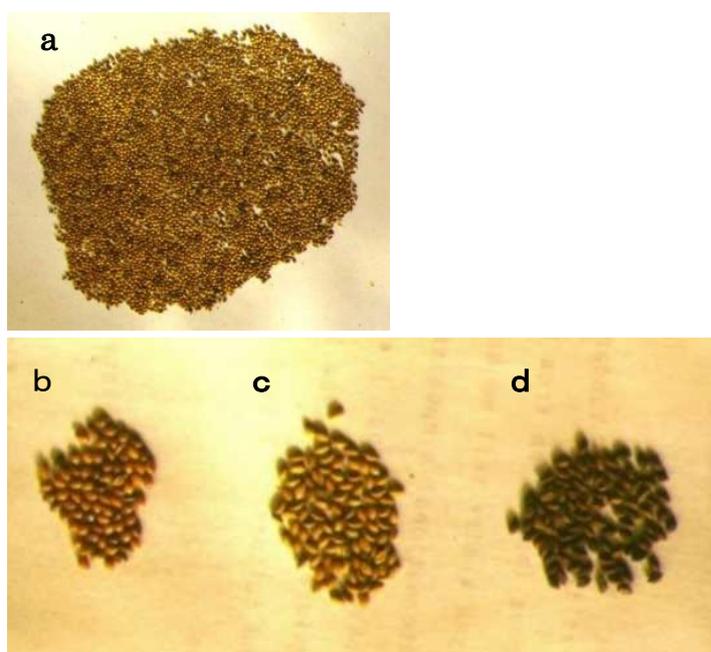


図 7.19. コラティのサマイへの種子擬態

- a) 収穫後販売されている混合穀粒、分類した穀粒、 b) サマイの茶色種子、
c) コラティの茶色種子と d) 黒色種子。

7.8. AFLP マーカーによる系統樹

DNA マーカーを用いる多くの新実験技術は、SSR(simple sequence repeat)、RAPD (random amplified polymorphic DNA)、RFLP(restriction fragment length polymorphism)および AFLP(amplified fragment length polymorphism analysis)を含めて、アワ属で用いられてきた(Benabdelmouna *et al.* 2001、d' Ennequin *et al.* 2000、Fukunaga *et al.* 2002、Lin *et al.* 2012)。RAPD と RFLP マーカー・システムで示される種内多型変異性は取るに足りなかったとのことで、AFLP マーカーが遺伝的な分析における高い解決結果および再現性を可能にするために、広く受容されてきた(Lakshmi *et al.* 2002)。AFLP マーカーは一般に植物ゲノム分析のために数多くの適切な応用と長所を有している。とても多くの DNA 遺伝子座が個別の反応で検定でき、また、とても多くの断片が比較的少ないプライマーで検定することができる。AFLP マーカーによって明らかにする属間多型は非常に高かった(94.4%)が、種間レベルでは、キビとサマイの間で高い変異 66.5%を記録したとはいえ AFLP 分析は十分には有意ではなかった(Bai *et al.* 1999)。種内多様性と種の関係に関する情報は作物改良計画に関するさらなる研究のための基礎基盤をつくり得る(Lakshmi *et al.* 2002)。

GISH (Genomic *in situ* hybridization)のパターンは、2つの二倍体種(2n=18)のエノコログサとアワが AA ゲノムをもち、4倍体種(2n=36)のザラツキエノコロ *S. verticillata* が AABB ゲノムをもっていたことを明らかにした。キンエノコロ(倍数性種 2n = 18, 36, 72)のゲノム構成は分かっていない(Benabdelmouna *et al.* 2001)。

キンエノコロは世界中に分布する汎存種雑草である。この雑草型は路傍、畑地、および水田畦畔で同所的に生育している。キンエノコロには4つの種内型が生態的特性によって区別、同定されてきた。これらは雑草型 W、作物に伴う随伴雑草型 Wx、作物に伴う擬態随伴雑草型 Mx、および作物と混作される栽培型コラティ Dx である(Kimata *et al.* 2000、Kimata 2015a.b)。ここではコラティの栽培化過程に遺伝的、生態的に関わる近縁雑草やいくつかの穀物について、さらに多くの系統を用いて AFLP マーカーで比較するために、表 7.10 および表 7.13 に示した収集品(合計 78 系統)および比較対照のために近縁の *Setaria* 属 3 種を用いた。

2) 全核 DNA 断片長多型 AFLP マーカーの変異

① AFLP の解析方法

インド亜大陸で収集した 78 系統の 10 種子を 2007 年 10 月 4 日に上述したと同じ方法で播種し、AFLP の実験に供した。DNA の抽出方法、AFLP マーカーの分析などの実験手法は第 6 章に示した。十分な試料を得た 72 系統の AFLP の結果は表 7.18 に示した。大方のバンドは 81.7%から 94.1%以上の多型を示し、主なバンドを除いて、多型は全系統の 70%以上で検出された。*EcoRI* と *MseI* の各組合せは選定した 4 プライマー組み合わせに依る 59 から 76 断片から検出した。分析に用いた組み合わせは次である、E+AAG/M+CTG, E+AGG/M+CTA, E+ACT/M+CAT, and E+AAC/M+CAG。これらのプライマーの組み合わせは 263 の可視的多型バンドを検出した。近縁種の収集系統については系統樹(図 7.19)に、コラティの収集系統については系統樹(図 7.20)に示した。

PAUP の解析と bootstrap 検定 AFLP マーカーによる系統樹は近隣接合法(neighbor-joining method、PAUP* ver. 4.0)で示した。この結果に基づき、73 系統は 7 群に分類された。*EcoRI* と *MseI* の 4 組み合わせによる 72 収集系統の AFLP 分析の結果を図 7.11 に示

した。4 組み合わせで、それぞれ 59 から 76 のバンドが検出され、主要なバンドが 70%以上の系統で一致した場合を非多型とすると、81.7 から 94.1%が多型と認められた。

表 7.18. プライマー4 組み合わせによる 72 収集系統の AFLP 分析

EcoRI/MseI	バンドの総数	多型の数	多型率%
AAC/CAG	59	52	88.1
ACT/CAT	60	49	81.7
AGG/CTA	68	64	94.1
AAG/CTG	76	71	93.4
合計	263	236	89.7
70%以上			

AFLP 分析の方法は高い再現性のバンドを与え、系統内の個体間の多型性はとても低かった (d' Ennequin *et al.* 2000)。コラティを含む小粒雑穀は数次倍数性と自然雑種形成の故に、顕著な遺伝的変異を示した (Lakshmi *et al.* 2002)。キンエノコロの AFLP マーカーの変異は多くの亜群に分かれる故に、一般的に高いが、ブートストラップ値は個別亜群で低かった。

② アワ属の系統樹

AFLP (DNA 断片長多型) による変異の種間差を対照するために、*Setaria pumila* (14 系統、*ssp. pallide-fusca* (2 系統) を含む)、および近縁の栽培種アワ (日本 8 系統) とその祖先種雑草 *S. viridis* (Central Asia 3 系統) および雑草ザラツキエノコロ (India 3 系統)、合計 28 系統を用いた NJ 法によるデンドログラムの結果を検討する (図 7.19)。まず、コルネ *S. pumila* についてみると、オリッサのサマイ随伴雑草型 (1 系統)、アンドラ・プラデシュ州の他種随伴雑草型 (1 系統) と他種混作栽培型 (1 系統) と雑草型 (1 系統)、さらに、タミル・ナドゥ州のサマイ混作栽培型 (1 系統)、アンドラ・プラデシュ州の雑草型 (1 系統) と順次、群が形成された。パキスタンの雑草型 (1 系統)、カルナタカ州のサマイ・コドラ混作栽培型 (1 系統)、タミル・ナドゥの他種混作栽培型 (1 系統) とサマイ擬態随伴雑草型 (2 系統) は 1 群を形成した。カルナタカの *S. pumila ssp. pallide-fusca* (2 系統) はアンドラ・プラデシュ州のザラツキエノコロ (1 系統) と群をつくった。また、パキスタンの雑草型 *S. pumila* (1 系統) がエノコログサに隣接して位置した。ザラツキエノコロ (2 系統) は *S. pumila* の群に、エノコログサ (3 系統) とアワ (8 系統) は同じ群に位置していた。Bootstrap 検定によれば、それぞれの群内では 5% レベルでも有意差はなかったが、種はほぼ明瞭に類型化された。

③ キンエノコロの系統樹

DNA 断片長多型による変異から、*S. pumila* の供試材料 (72 系統) は 6 群 (16 亜群を含む) にまとまった (図 7.20)。栽培型を含まない、I 群 (2 系統) はマハラシュトラのサマイ随伴雑草型とサマイ擬態随伴型雑草、VI 群 (3 系統) はオリッサの雑草型、サマイの随伴雑草型と擬態随伴雑草型であった。II 群 (4 亜群、23 系統) では、IIa 亜群 (6 系統) はマハラシュトラの雑草型 (4 系統)、サマイの随伴雑草型 (1 系統) と混作栽培型 (1 系統)、IIb 亜群 (6 系統) はオリッサのサマイ随伴雑草型 (4 系統) と擬態随伴雑草型 (1 系統)、サマイ・コドラ随伴雑草型 (1 系統)、IIc 亜群 (4 系統) はオリッサのサマイ随伴雑草型 (2

系統)と混作栽培型(2系統)、II d 亜群(8系統)はオリッサの雑草型(1系統)、サマイの随伴雑草型(2系統)、随伴雑草型(1系統)と混作栽培型(1系統)、コドラの擬態随伴雑草型(2系統)と混作栽培型(1系統)であった。III 群はオリッサのサマイ随伴雑草型(2系統)であった。IV 群(3 亜群、18系統)では、IVa 亜群(7系統)はオリッサのイネの随伴雑草型(1系統)と擬態随伴雑草型(1系統)、コドラ随伴雑草型(1系統)、サマイの随伴雑草型(3系統)と擬態随伴雑草型(1系統)、IV b 亜群(7系統)はサマイの随伴雑草型(1系統)と擬態随伴雑草型(2系統)、コドラ擬態随伴雑草型(4系統)、IV c 亜群(4系統)はオリッサの雑草型(3系統)とコドラ擬態随伴雑草型(1系統)であった。

V 群(6 亜群、23系統)では、Va 亜群(1系統)はカルナタカのコドラ混作栽培型、Vb 亜群(3系統)はカルナタカのサマイ混作栽培型(1系統)、コドラ擬態栽培型(1系統)とアンドラ・プラデシュのサマイ混作栽培型(1系統)、Vc 亜群(5系統)はアンドラ・プラデシュの雑草型(1系統)、他種混作栽培型(2系統)、サマイ混作栽培型(2系統)、Vd 亜群(3系統)はアンドラ・プラデシュの雑草型(1系統)とカルナタカの雑草型(2系統)、Ve 亜群(6系統)はパキスタンの雑草型(2系統)、タミル・ナドゥのサマイ擬態随伴雑草型(2系統)、サマイ・コドラ混作栽培型(1系統)と他種混作栽培型(1系統)、Vf 亜群(5系統)はウッタル・プラデシュの雑草型(1系統)、オリッサのサマイ随伴雑草型(1系統)、アンドラ・プラデシュのサマイ随伴雑草型(2系統)、タミル・ナドゥのサマイ混作栽培型(1系統)であった。

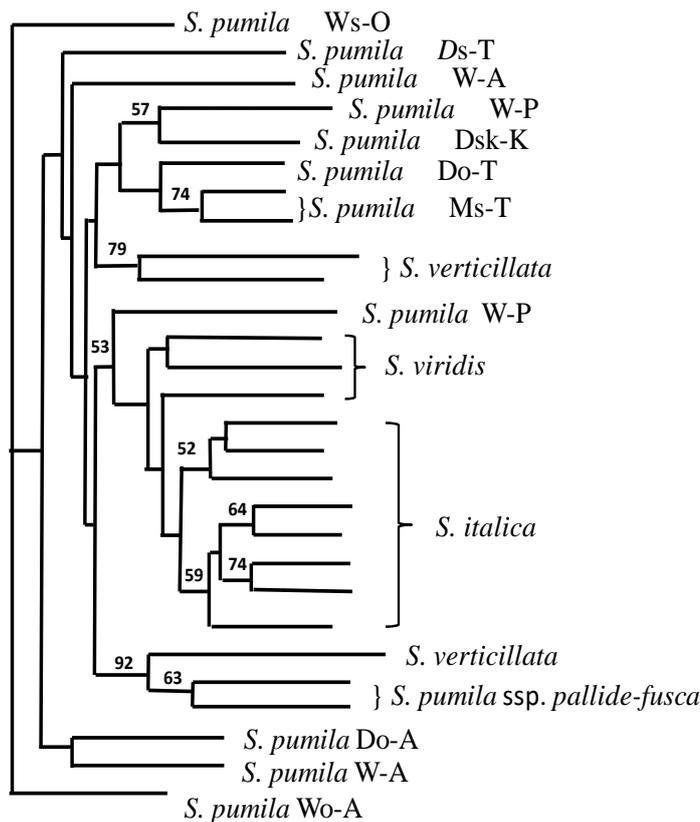


図 7.20. アワ属 *Setaria* sp. の AFLP マーカーに基づく近隣接合法の系統樹

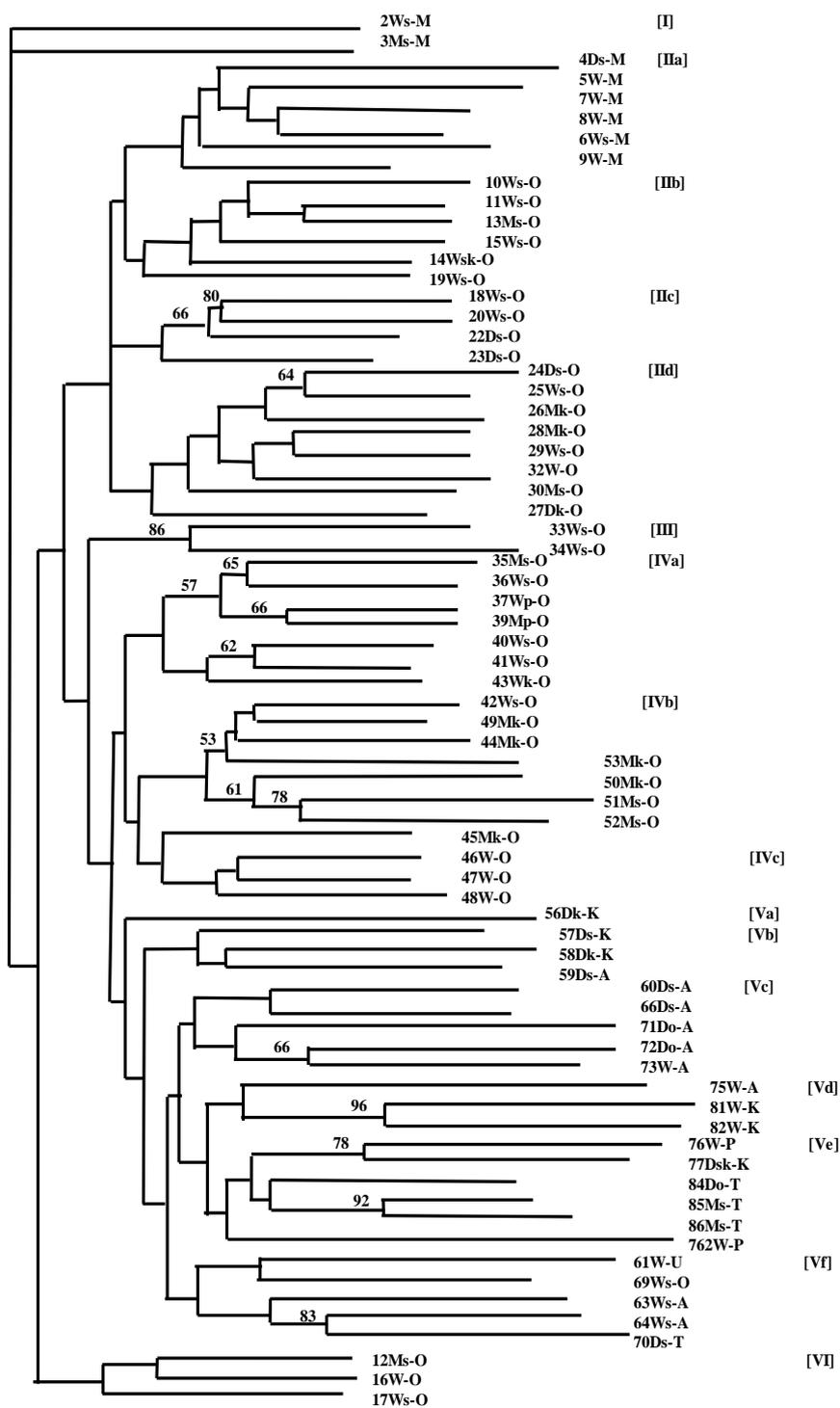


図 7.21. コラティの AFLP マーカーに基づく近隣接合法による系統

キンエノコロ種内の自然雑種は同所的な畑地で、雑草型、随伴雑草型、擬態随伴雑草型、および栽培型の間で、連続的に起こったし、現在も進行している。このことは、形態的特性と AFLP マーカーにおける地理的偏向によって示された。栽培化過程においては種間の擬

態と種内の擬態という 2 つの場合があった。種間の擬態はイネ、コドラ、サマイ、あるいは他の種に対する擬態随伴雑草型において見られた。種内の擬態は雑草型と栽培型の間での連続的な自然雑種形成、および同じく自然選択と農民による人為選択によって生じる。擬態随伴雑草型は栽培型ととても似ていて、農民は種子脱粒性によってのみで両種間の差異を区別できた。

種内の形態的分化は容易に検出されるが、AFLP マーカーの変異は自然雑種形成によって減少する。それ故に、農民による人為選択によって直接的な影響を受けない AFLP マーカーの系統樹に基づく地域的偏向があった。擬態随伴雑草型の多くの系統は IVb 亜群に位置づいており、また、栽培型の大半の系統はほとんど有意でないブートストラップ値をもつ V 群にあったことは明らかであった。マハラシュトラ州とオリッサ州の II 群では、随伴雑草型／擬態随伴雑草型は他の作物と混作される栽培型とともに共存していることを示した。さらに、IV 群はオリッサ州の系統のみで、栽培型を含んでおらず、しかし擬態随伴雑草型の大半の系統を含んでいた。したがって、直接的な人為選択を受けない DNA 断片長多型による変異の多様性を整理したデンドログラムの結果から考えると、1) 地域的な類型化が明らかで、また、2) 擬態随伴雑草型が IVb 亜群に、3) 大半の混作栽培型が V 群に類型化されたが、ブートストラップ値はクラスター内ではほとんど有意差がなかった。

最近になり、Wang *et al.* (2009) と Zhao *et al.* (2013) は GISH に基づいて、ザラツキエノコロのゲノム構成が 2 倍体 (BB) と 4 倍体 (AABB) であることを示した。一方、キンエノコロは D ゲノムを同定したが、ゲノム構成は分かっていない。5s rDNA と kn1 シークエンスに対する Bayesian 分析による系統樹に基づいて、A ゲノムはアワ、エノコログサ、およびザラツキエノコロに含まれ、B ゲノムはザラツキエノコロを構成し、D ゲノムはキンエノコロを構成していた。パキスタンのキンエノコログサ W-P は図 7.19 においてエノコログサの隣に位置していた。カルナタカ州の *S. pumila* ssp. *pallide-fusca* とアンドラ・プラデシュ州のザラツキエノコロは 1 群を成していた。キンエノコロが位置づく不規則な位置は数次倍数性と不明瞭なゲノム構成に関係していた。

7.9. 伝統的な栽培法および加工・調理法

インド亜大陸の多様で複雑な自然および文化的環境において、地域や民族ごとに変化に富んだ穀物が栽培されてきたので (Aziz 1983、Jaffrey 1987、木俣 1991)、その加工や調理法も農耕文化基本複合の主要な構成要素として、インド起源の雑穀の起原と伝播を明らかにするうえで、有用な基礎資料となる。インドではカレー料理の香辛料やマメ料理が広く関心をもたれている。しかし、この第 7 章では、日々の食事では穀物が主要な食材となっているので、イネ科作物に焦点を絞ることにした。

1) コルネの栽培法と加工法

野外調査 (1985) の間に唯一、コルネ栽培型の単一栽培畑がバンガロールから北へ 100km にある Malleswarapura 村で観察された。ここでは、小学校教師が約 0.03ha の畑でコルネを栽培していた。穀粒は、去勢牛に鋤を牽かせて耕地を整地した後、7 月最終週から 8 月初めに散播した。農民は 9 月中頃に一度、手で除草するが、この時にコルネは 20cm ほどに育っている。収穫は 10 月の終わりから 11 月初めの朝のうちに株刈をしていた。植物体は 2~3 日、脱穀場で乾燥させ、牛の踏圧で脱穀した。粃摺り、精白、風選の後に、雑穀粒は飯 *anna*、

ムッデ *mudde* および非発酵パン *roti* に調理していた。コルネ栽培型は著しい種子脱粒性のある雑草型に随伴されていた。コルネはカルナタカ州とアンドラ・プラデシュ州の州境に位置する Tumkur および Ananthapur 地区の乾燥地で現在もごく限定的に栽培されている雑穀である。かつては、コルネはカルナタカ州 Tumkur 地区の Madhugiri タルク taluk において約 800ha、アンドラ・プラデシュ州 Ananthapur 地区の Madakasira タルクにおいて 3,200ha の耕地で栽培されていた (Gowda 私信)。

野外調査 (1987) において、*B. ramosa* はオリッサ州のサマイ畑に生育している擬態雑草であることが観察された。農民はこの擬態雑草を *gusara pata* あるいは *gusara lota* と呼んでいた。オリッサ州のこの地では、コルネおよび別の近縁雑草 *B. eruciformis* は良いイネ科飼料である (Kobayashi 1987)。*B. ramosa* は刈り取りに耐え、良い新芽を出し、80~85 日の間に、8~10 トン/ha の緑飼料を供給する。最近では、アンドラ・プラデシュ州の Karnool と Ananthapur 両地区の天水農業地において飼料作物として普及しつつある。

野外調査 (1996) はカルナタカ州とアンドラ・プラデシュ州の Madhugiri と Hinlupur の間の厳しい乾燥丘陵において実施した (図 7.6. b)。種子標本、腊葉標本および農業生態系に関する情報を 7カ所で収集した。農民によって採用されているコルネの栽培法は、表 7.19 および図 7.8 に示した。農夫は鋤を用いて 3回、整地を 2回して作付け畑を準備した。穀物種子は間作物なしで、8月中旬に散播した。コルネは大きくなりすぎて倒伏するので、施肥はしなかった。さらに、コルネの茎が非常に細くて弱く、個体群は著しく密生しているので、通常は除草も中耕もしなかった。10月末から11月初めの成熟時に全植物体を収穫し、小さな束にまとめて、畑でおおよそ 2週間乾燥させた。

脱穀は脱穀場で、牛に牽かせた石製ローラーで行った。穀粒の収穫量は風選後に、約 3.5~4 トン/ha で多かった。石臼か粃摺り機で粃摺りと精白後に約 60% が可食分として残った。

2) コラティの栽培法と加工法

コラティはアンドラ・プラデシュ州の Chittor 地区およびオリッサ州の先住民居住地帯 tribal belts での調査 (1985) ではサマイとの混作物として栽培されていた (図 7.12)。さらに、野外調査 (1997) をアンドラ・プラデシュ州の Palmaner と Venkatagirikota の間の地域で実施した。種子標本および栽培法・加工法についての情報は Kuppampalya 村と Jalaripalli 村で収集した。サマイと混作されるコラティの栽培法は農民によって用いられている方法を表 7.19 に示した。農民は 2~3 回鋤で畑を耕作し、混合した種子を 7 月後半から 8 月初めに播種した。有機肥料のみを施し、通常は除草も中耕もしなかった。成熟時、11 月中頃までに収穫し、畑で 10 日ほど乾燥させた。脱穀は脱穀場で、牛の踏圧によって行った。穀粒の収穫量は少なく約 1.5 トン/ha であった。粃摺りと精白は石臼と木製杵で行った。

農民の意見では、ひどい早魃の時には、コラティは妥当な収穫を与えるが、サマイは全く収穫できない。こうした状況は乾燥気候におけるサマイに対しての二次作物の栽培化過程を示唆している。

表 7.19. コルネおよびコラティの栽培・加工方法

栽培・加工法	作物	
	コルネ	コラリ
耕作地の準備	木製鋤で3回耕す	木製鋤で2~3回耕す
整地	木製ハローで2回	木製ハローで2回
播種期	8月中旬	7月下旬から8月初め
播種法	散播	散播
作付け体系	単作	サマイと混作
施肥	無施肥か有機肥料	有機肥料、750~1,000kg
除草	無除草か手除草1回	しない
中耕	しないか1回	しないか1回、播種後10から15日
収穫期	10月末から11月初め	10月末から11月中頃
収穫法	鎌で株刈	鎌で株刈
乾燥	3日から2週間以上	8から10日
脱穀	石製ローラー	家畜の踏み付け
粃摺り	石製臼か粃摺り機	石製臼か木製杵
精白	石製臼	石製臼か木製杵

コルネの調査地は Annerahalli village, Tumkur district in Karnataka.

コラティの調査地は Jalaripalli village, Chittoor district in Andhra Pradesh.

3) 穀物の利用と調理法

人々は雑穀や他の穀物を利用していろいろな種類の食品を調理してきた (図 7.22~図 7.25)。主には、飯 *bhat*、パン *roti*、おねり *mudde* などが、表 7.21 に掲げた穀物のおおかたを利用して頻繁に調理される (Kimata 1987)。

飯 *bhat* は最も一般的な食品で、提示した食材すべてを用いて作られる、穀粒を煮た食品である。飯は古代中国に発して、アッサムから東インド経由でインド亜大陸にもたらされた。パン *roti* は同じく一般的な食品で、穀物粉から調理し、肥沃な三日月地帯におけるコムギのパンに発して、西インド経由で亜大陸にもたらされた。おねり *mudde* は東アフリカからアラビア半島を経由してもたらされた *ugari* の調理法が受容された。図 7.21 や図 7.25 はインド亜大陸における穀物の調理法を示している。伝統的な飯(a) に豆煎餅 *papad* (豆類 *dal*、野菜および穀物粉を材料にした塩気の多いパリパリの煎餅) が添えられている。また、(b) *upma* と *kesari bhat*、(c) *dosa*; (d) おねり *mudde* およびコルネの飯、(e) 揚げパン *puli*、(f) 蒸しパン *idli* などがある (図 7.22)。

アフリカ起源の穀物では、モロコシとトウジンビエは主にパン *roti* を作るのに用いられ、シコクビエは主におねり *mudde* (図 7.24. c) を調理し、アルコール飲料 *chan* (図 7.23. a, b, c) の醸造に用いる。他の穀物種は主に飯 *bhat* の調理に用いる。特別な食品であるしとぎ *mavu* は祭事に神々に供するためにアワとイネの生粉から調理する。アワのしとぎ *mavu* は植物油に浸して灯明にする。コルネ(図 7.24. a)を用いて 9 種類の食品が作られ、*mudde* はシコクビエと混合して調理する。チャパティはコムギ *Triticum aestivum* (図 7.23. d、図 7.24. b)を用いて調理する。発酵食品に関しては (図 7.23)、a オオムギ *Hordeum vulgare* で作った種菌。b 発酵した *jar*、c シコクビエを醸造したアルコール飲料 *chan*、d ヨーグルト *dahi* である (図 7.23)。

他の食品は図 7.21 に示した。 *upma* 粗挽き粉の食品、 *dosa* はジャガイモ・カレーを包んだ薄い発酵パンケーキ様の食品である。 *idli* は *dosa* と同じ食材で調理する発酵パウンド・ケーキである。 *vada* は新鮮な雑穀粒か豆類 *dal* を挽いて作るケーキ様の揚げ食品である。 *ganji* は *mudde* と同じ食材を用いるとても薄い粉粥である。

表 7.20. 雑穀の調理

種名	調理食品									
	Indian name	<i>bhat</i>	<i>upuma</i>	<i>roti</i>	<i>vada</i>	<i>dosa</i>	<i>idoli</i>	<i>mudde</i>	<i>ganji</i>	<i>mave</i>
	和名	飯		パン	揚げパン		蒸しパン	おねり	粉粥	しとぎ
<i>Sorghum bicolor</i>	モロコシ	○	○	◎	○	△	○	○	○	
<i>Pennisetum americanum</i>	トウジンビエ	○	○	◎				○	○	
<i>Eleusine coracana</i>	シコクビエ	△	○	○	○	○	○	◎	○	
<i>Setaria italica</i>	アワ	◎	△	△	○	○		○	○	○
<i>Panicum miliaceum</i>	キビ	◎	△	○	△			○	○	
<i>Panicum sumatrense</i>	サマイ	◎	○	△	○	○		○	○	
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	コドラ	◎		○				○	○	
<i>Echinochloa flumentacea</i>	インドビエ	◎	△		○			○	○	
<i>Brachiaria ramosa</i>	コルネ	◎		○	○			○	○	
<i>Setaria pumila</i>	コラティ	◎		△				△	△	
<i>Digitaria crusiata</i>	ライシャン	◎		○						

◎, 主材料; ○, 一般的; △, まれは補助的に混合

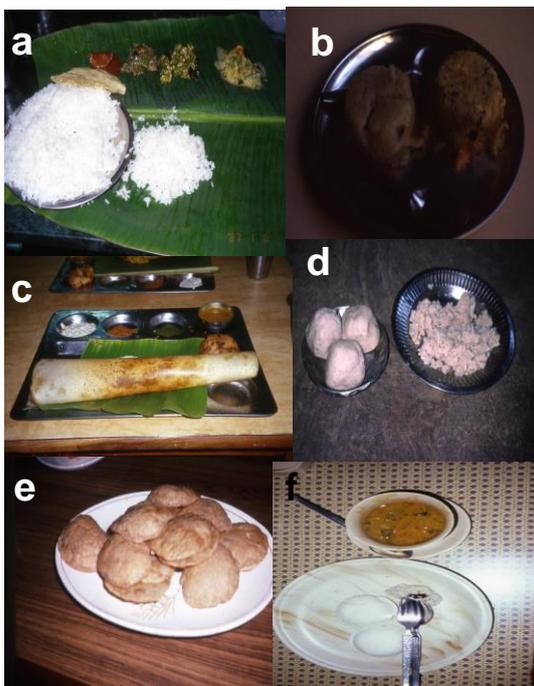


図 7.22. インド亜大陸における穀物の調理法

a 伝統的な飯に豆煎餅 *papad* (豆類 *dal*、野菜および穀物粉を材料にした塩気の多いパリパリの煎餅)が添えられている。また、b コムギの *upma* と *kesari bhat*、c ドーサ *dosa*; d コラティのおねり *mudde* および飯、 e 揚げパン *puli*、f 蒸しパン *idli* などがある。



図 7.23. 発酵食品

a オオムギ *Hordeum vulgare* で作った種菌、b 発酵用の壺、c シコクビエのアルコール飲料 *chan*、d, ヨーグルト *dahi*。

コラティとサマイは混作されて、収穫物はそのまま常に混合して利用される。他にも同様の事例があり、二次作物ライムギと一次作物コムギは混作（マスリン *maslin*）あるいは混合してライムギパンに調理する（図 7.24. e）。これらはその栽培時の気象によって混合比が変化する。この混合比率で多様なパンができるのである。インドでは夏生一年生が旱魃に対する耐乾性の違いで、中央アジアなどでは冬生一年生が標高や緯度に応じた寒冷に対する耐寒性の違いによって、その栽培時の気象に従って、混作されている 2 種の収穫物の混合比が変化するのである。

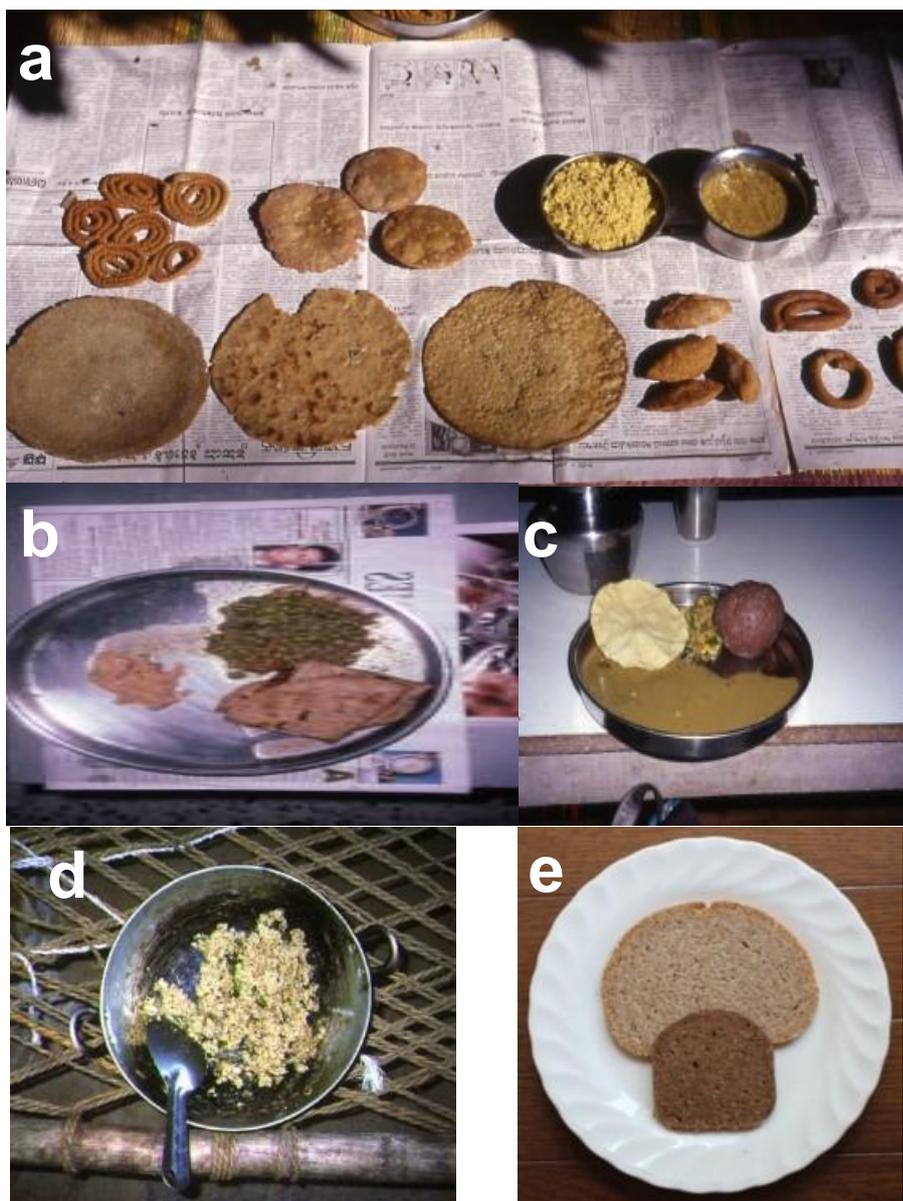


図 7.24. コルネの調理法穀物の調理

a コルネの調理法 9 種類：上、*chakkulli*、*nippattu*、飯 *anna*、キール *kheer*。下、ロティ *roti*、タマネギ・トウガラシ入り、穀粉のみ、ドーサ *dosai*、*kadabu*、*kodubale*。b コムギのチャパティ、c コムギのプーリとシコクビエのおねり *mudda*、d コラティのウプマ *uppitu*、e ライムギパン（ライ 30%と 100%）。

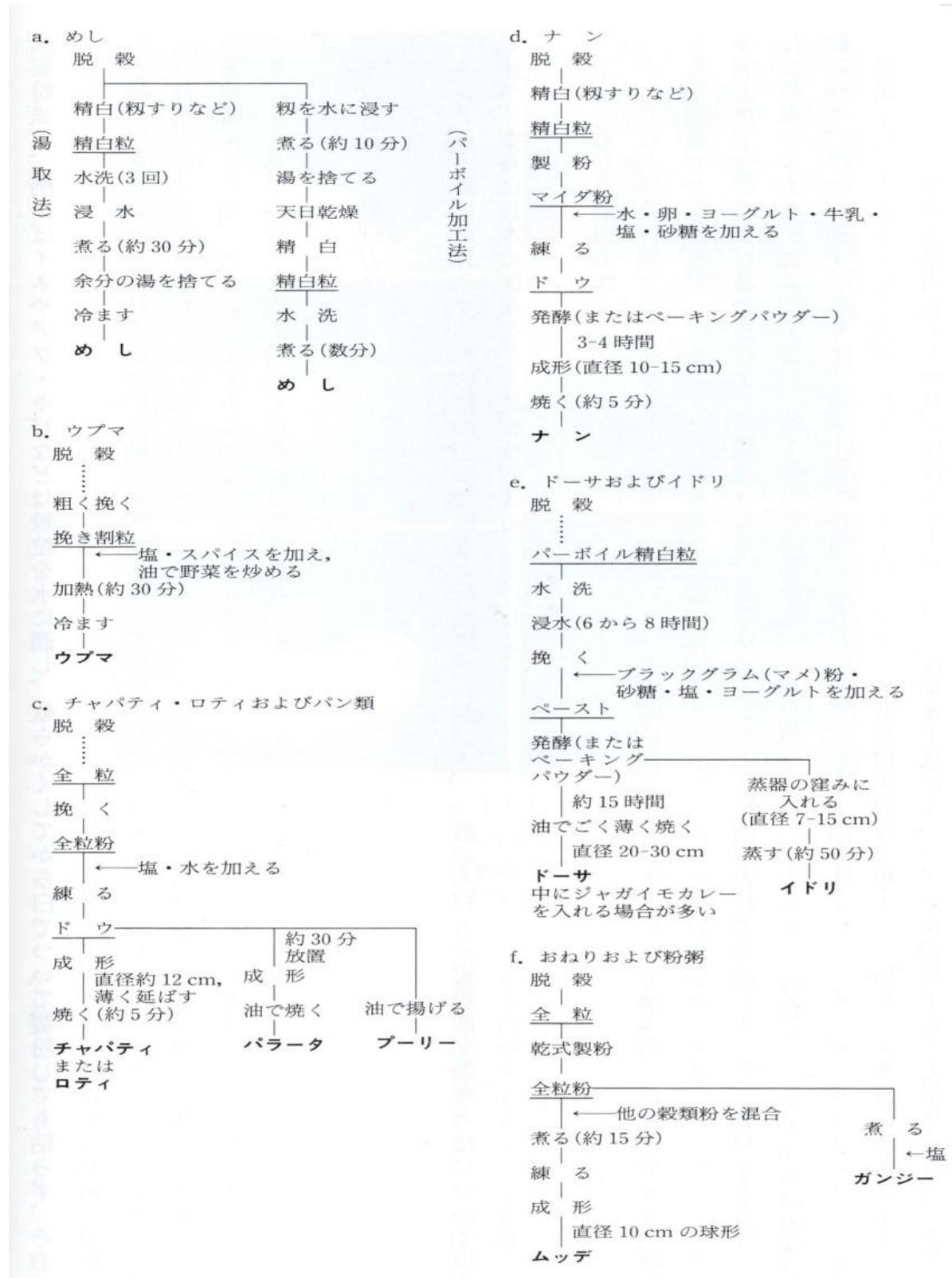


図 7.25. 穀物の主な加工、調理工程

(木俣 1991)

4) コルネの調理法

コルネから作られる多様な食品については図 7.9 に示した。9 種類の食品は粒食と粉食に分類できる。粒食品は穀粒を煮た飯 *anna* および甘い粥キール *kheer* の 2 種類である。粗挽き粉からはやや硬いおねり *nuchina mudda* を作る。穀粒がパーボイル加工されることはない。Tumkur 地区の農民は通常、月に 2 回飯として食べるが、キール *kheer* は祭事の際にしか食べない。4 種類の粉食には非発酵パン *roti*、発酵させた薄いパンケーキ *dosai*、およびいく種類かの揚げたスナック食品 (*nippattu*, *chakkulli*, *haralu*, *kodubale* and *kadabu*) がある。粒食品は水で煮ることで調理するが、粉食品は焼くか植物油で揚げて調理する。コルネの粒食品は次のように調理される。

(1) 飯 *anna*: まず、精白粒を水で洗う。熱湯が沸いた鍋に穀粒を入れる。ヘラで時々かき混ぜながら、6 分ほど強火で煮る。余分な熱湯を捨てる。再び、3 分間弱火で蒸す。調理された飯は *sambar* (香料の利いた野菜シチュー) あるいはヨーグルトとともに供する。

(2) キール *kheer*: 穀粒が軟らかくなるまで、多目の水で煮る。甘くするために砂糖か黒砂糖を混ぜ、粥の粘りを出す。炒った落花生をキールの飾りに用いる。また、キールは授乳中の母親にとって良い食品である。

(3) *nuchina mudda*: コルネの砕けた穀粒とシコクビエの穀粉を 1 : 4 の比で混合し、熱湯中に入れて、3 分間煮る。これをさらに木製の平たい棒 (10 x 60cm) で良く捏ねる。このバター *batter* を木製の皿の上に置き、鉄のヘラで捏ねて、手でボール様に成形する。

6 種類の粉食の調理は次のとおりである。(1) *Roti*: 水で粉を練って、刻んだタマネギを混ぜる。刻んだトウガラシ、砕いた落花生および食塩を味付けに加える。この厚いドウを手と麺棒で、平たく丸い形のパンケーキ状に成型する。フライパン *hanch* にサジ 1 杯の油で両面を焼く。

(4) *dosai*: 穀粉を水で溶き、薄いバターにする。これをフライパン状に広げて、サジ 1 杯の植物油で約 4 分間焼く。*dosai* と *roti* の焼く過程はおおよそ同じである。*dosai* は通常はココナツと香辛料を摺り合わせたチャツネ *chutney* とサンバー *sambar* を付け合せる。

(5) *nippattu*, *kodubale* と *chakulli*: コルネの穀粉とケツルアズキの豆粉 {black gram, *Vigna mungo* (L.) Hepper}、およびコムギ粉 *maida* を多様な比率で混ぜて、油で揚げたスナック食品がある。炒ったヒヨコマメ {bengal gram, *Cicer arietinum*} と落花生を混ぜて、*nippattu* のドウを作る。

(6) *kadabu*: コルネの穀粉を水で混ぜる。このドウの少量を取って、麺棒で平らにし、甘い食材を包んで、落花生の油で金茶色になるまでよく揚げる。

5) コラティの利用

コラティの穀粒は、オリッサ州、マッディヤ・プラデシュ州およびアンドラ・プラデシュ州でいくつかの調理、飯 *anna*、非発酵パン *roti*、粥 *sankati* および薄い粥 *ganji* または *peja* を作るのに用いられる。コラティの穀粒はすべてサマイと一緒に調理される。パーボイルしたコラティはオリッサ州の野外調査の折に一度だけ観察した。Jalaripalli 村では、6 種類の食品を調理していた (1997 年)。

コラティの穀粒料理は次のように用意される。飯 *annamu* はカルナタカ州のコルネで調理する *anna* とほとんど同じである。*sankati* は調理した飯 *annamu* を木製の棒で練って、球型に成形する。粥 *ganji* は調理した飯 *annamu* に煮立ったお湯と少しの塩、コショウを加えて、混合して作る。*uppitu* の調理はまず砕穀粒を水で洗う。トウガラシやタマネギなどの

野菜は刻んでコリアンダー、マスタード、トウガラシ粉、塩と一緒に植物油でいためる。炒めた野菜に砕穀粒と水を加えて煮る。*kheer* は砕穀粒を多目の水で軟らかくなるまで煮る。余分の湯を捨て、この穀粒に砂糖を混ぜる。

コラティのパン *roti* は混合食材粉だけで調理する食品である。その調理過程はコルネの *roti* と同じである。コラティの *sankati* とコルネの *nuchina mudda* はともに穀粒食品の変形であるが、他の穀物から調理するおねり *mudde* は通常、穀粉を用いるので一般的には粉食品に分類される。明らかに、これらの穀粒食品はむしろ近時の、新しい変形である。

7.10. 言語学からの証拠

農耕文化基本複合、いわゆる「種から胃袋まで」という方法論的概念は農耕の起源を研究する中で中尾佐助(1967)によって提案された。栽培植物は常に植物(種子)の遺伝的な生物多様性から始まって、人間の文化的な多様性としての栽培方法、加工方法、調理方法、儀礼利用、地方名、およびその他多彩な文化複合に伴われている(Kimata and Sakamoto 1992)。Bellwood and Renfrew (2002)は最近、基層文化を広く比較する展望から考古学、言語学、および遺伝学の領域を超えて共同研究する「農耕／言語伝播仮説」を提唱し、検証してきた。たとえば、この第7章で扱う雑穀とその近縁雑草はまた、それぞれの地域や言語で多くの地方名をもっている。ここでは言語考古学を参照した地方名の視点から、栽培化過程について論考を補足したい。特にコルネとコラティの栽培化過程の再構成に関連しているが、これらインド固有の雑穀についての良好な言語学資料はいまだ十分にそろってはいない(Fuller 2002; Southworth 2005)。

集中的な野外調査はカルナタカ州、アンドラ・プラデシュ州およびタミル・ナドゥ州(1985、1996、1997、2001)、マハラシュトラ州(1987)、オリッサ州(1987、2001)、マディヤ・プラデシュ州とビハール州(1989)、ヒマチャル・プラデシュ州とウッタル・プラデシュ州(1996)で行った。さらに、野外調査はネパール(1983)、パキスタン(1985、1989)でも行った(編集 Fukuda 1984、Sakamoto 1987、1989、1991)。コルネとコラティに関する集中的な観察は地域の畑で行った(1996、1997、2001)。穀物および近縁の野生種／雑草の地方名はそれぞれの地域と言語で、地域の農民たちから聞き取り、データベース構築に用い、また、インドの農業に関する文献からも抽出した。農民たちから聞いた地方名は地域の農民たちと農業試験場の研究員たちによって英字表記してもらい、この表現で整理して示した。さらに、食品の地方名は地域の食堂の英語メニューと各州の郷土料理書から収集した。

1) コルネの地方名

この希少な雑穀とその近縁種はそれぞれの地域と言語でいろいろな地方名がある。コルネの栽培型はマハラシュトラ州と南インドで多様な地方名が知られてきた(Chandra and Kopper 1990; Kawase 1987; Kobayashi 1987, 1989)。それ故に、この雑穀がいくつかの州に広く分布して栽培されてきたと思える。関連する雑草型はオリッサ州でコドラと密接にかかわっているという意味で *chusara mata* または *gusara pata* として知られ、タミル・ナドゥ州では同じように、サマイに関連する植物という意味で、*sakkalati same*、*pil same* などとして知られている(表 7.21)。

2) コラティの地方名

コラティの栽培型はオリッサ州と南インドにおいてとても多様な地方名で呼ばれている (Chandra and Koppar 1990; Kawase 1987; Kobayashi 1987, 1989)。これらの名前はコルネの場合のように 2 語彙で作られている。たとえば、アンドラ・プラデシュ州の Jalaripalli 村で、サマイと混作されているコラティは、サマイに似たアワの意味で *kora samuru* と呼ばれている。コラティの擬態随伴雑草型もまた、多くの地方名で呼ばれている。多くの名前が関連する植物を意味する形容詞をもっている。たとえば、*varagu koral* と *varagu sakkalathi* はコドラに随伴する雑草を意味し、*samalu koral* と *arasama* はサマイに随伴する雑草を意味している。コラティの雑草型は時に独特な名前、たとえば、オリッサ州 Phulbani の Ramisharda Tilemal 村で、馬の尾を意味する *ghoda langi* と呼ばれている (Kobayashi 1987)。この言語的認識はコラティの農業生態的地位を示唆している (表 7. 22)。

雑穀の地方名は 1983 年以來、インド亜大陸での野外調査で収集してきた。農民は栽培化過程において雑穀とその近縁雑草の地位状態に適切な認識をもっている。この雑穀と農民との間の共生過程は畑の観察、植物学実験、民族調査資料、考古学資料、および言語資料を統合して考えることにより再構成される。東ガーツ山脈や南デカン高原には多様な地方名がある。これらの地域では、インド起源の雑穀が今日も近縁種とともに広範囲に栽培されている。古インド・アーリア語およびドラビダ語によるいくつもの呼称が雑穀の地方名に関係していることは明らかである。コルネとコラティはオカボ畑の周りで生育していた雑草型から、主にサマイや他の穀物関連した擬態随伴雑草型を経て、栽培化されてきた。コルネは単作される独立した作物になったが、コラティはサマイや他の穀物と混作されている。したがって、コルネとコラティは単作と混作という地位状態に差異はあるが、三次作物と言えよう。つまり、栽培化過程をたどれば、始まりはイネの水田に侵入した雑草、次にイネの南下に伴うオカボ畑の随伴雑草、これらの中から擬態随伴雑草を経てサマイやコドラが二次起原し、さらに二次作物の擬態随伴雑草型からコルネとコラティが三次起原したことになる。歴史遺跡からの雑穀遺物の最初の出土の順序はこの進化過程を支持している。インド亜大陸における雑穀の栽培化センターは東ガーツ山脈や南デカン高原にあったようだ。

コルネは南インドの 3 州で主に栽培されていた。この半乾燥地域はデカン高原のサバンナ気候の下にあった。コルネとその近縁種は夏生一年草で、それぞれの地域と言語で多くの地方名をもっていた。これから示す諸表は考察の便宜のために引用したいくつかの地方名を含んでいるが、調査結果は私自身の資料による。この栽培型はマハラシュトラ州や南インドで多様な地方名によって知られてきた (cf. Chandra and Koppar 1990, Kawase 1987, Kimata et al. 2000, Kobayashi 1987, 1989)。栽培型は類似した名前、マハラシュトラ州では *hama pothaval*、ケララ州では *chama pothaval*、タミル・ナドゥ州では *kama pampul* と *palapul* と呼称されていた。他方でコルネはアンドラ・プラデシュ州とカルナタカ州との州境地域では異なった名前と呼ばれており、主には *korne*、*korneki*、*andakora*、時には *pedda sama* と *disakalu* であった。擬態随伴雑草型はタミル・ナドゥ州では *koothi same*、*sakalati same*、*pil same* として知られていた。雑草型は、オリッサ州で *gusara pata* と *chusara mata*、アンドラ・プラデシュ州で *akki hullu* と *votlu kosavu* として認識されていた。

表 7.21. コルネおよび近縁種の地方名

州名	言語	生態的地位	地方名
オリッサ	Oriya	コドラ畑の雑草型	<i>gusara pata, chusara mata</i>
		雑草／栽培型？	<i>ghusara pata, lota, ghada langi</i>
マハラシュトラ	Marathi	栽培型	<i>chama pothaval</i> ³⁾
アンドラ・プラデシュ	Telugu	雑草型	<i>akki hullu, votlu kosavu</i>
		栽培型	<i>andakora, anda korra, pedda sama</i> ¹⁾ , <i>disakalu, edurigaddi</i>
カルナタカ	Kannada	栽培型	<i>kornne, korale, korne, korneki, kornike, bennakki hullu</i> ³⁾
タミル・ナドゥ	Tamil	サマイへの擬態随伴雑草型	<i>koothi same, sakkalati same, same melatti</i> ⁵⁾ , <i>pil sama, pani varagu</i>
		栽培型	<i>kam pampul, palapul</i> ³⁾
ケララ	Malayalam	栽培型	<i>chama pothaval</i> ³⁾

イタリックは引用 1) Fuller 2002, 2) Kobayashi 1991, 3) Ambasta 1986, 5) de Candole 1989.

コラティは主にオリッサ州や南インドにある丘陵地の一部で栽培されていた。この半乾燥地はまた同様に、デカン高原のサバンナ気候の下にある。コラティとその近縁種は夏生一年生草本で、これらには各地や各言語で多数の地方名がある（表 7.23）。栽培型はオリッサ州において、またアンドラ・プラデシュ州とカルナタカ州の境界地域で非常に多くの地方名が知られている（cf. Chandra and Koppar 1990、Kawase 1987、Kimata *et al.* 2000、Kobayashi 1987、1989）。これらの呼称は通常はオリッサ州での *nehari*、マハラシュトラ州の *lingudi*、アンドラ・プラデシュ州の *korati*、タミル・ナドゥ州の *korlu*、カルナタカ州の *korin* のように 1 語に短縮された。また時には、オリッサ州の *kuku lange* と *kukur lange*、アンドラ・プラデシュ州の *kora samuru*、カルナタカ州の *samuru korra* を含めて 2 語で構成されていた。擬態随伴雑草型もまた数多くの地方名で知られていた。さらにこれらの呼称は通常、ビハール州の *nauri*、オリッサ州の *lingri*、マディヤ・プラデシュ州の *nauri*、アンドラ・プラデシュ州の *korale*、カルナタカ州の *erikorra* のように 1 語であった。これらは時に、関連する植物を示す形容詞をもっていた。たとえば、アンドラ・プラデシュ州においては *varagu korali* と *varagu sakkalathi* はコドラの随伴雑草型を示し、*samalu korali* と *arasama* はサマイの随伴雑草型を示す。雑草型はしばしば、マディヤ・プラデシュ州の *navari*、オリッサ州の *ghas*、および独自の呼称 *ghoda langi* は馬の尾を意味し、*sana korulu* は小さなアワの意味である。

3) インド固有雑穀とイネの地方名

インド亜大陸における、他の固有雑穀とイネの地方名は表 7.23 に示した。サマイの栽培型は夏生一年草で、通常は南インドで *samai*、*same*、*sama* など類似した名前と呼ばれ、他方、マハラシュトラ州では *vari* と *wari*、オリッサ州では *gurji* と *koeri*、西ベンガル州では *gondula* と呼称されていた。さらに、先住民はサマイを次のように多様な名前呼んでいる。マディヤ・プラデシュ州において Vaiga 族は *kutki*、Gobdi 族は *mejheri*、ビハール州の Munda 族は *gundli*、オリッサ州の Kunda Tading 族は *ghantia*、Kunda Dora 族は *gurgi*、Paraja 族は *suau*、タミル・ナドゥ州の Kotha 族は *batta*、などである。擬態随伴雑草型は、カルナタカ州のみで、イネに似た雑草という意味で *akki marri hullu*、雑草サマイの意味で *kadu same*、また *kosu samalu* として認識され、呼ばれていた。雑草型は時々、カルナタ

カ州で *kadu* と *fodo*、マハラシュトラ州で *gabat*、アンドラ・プラデシュ州で *erigola* と *arasama*、などと呼ばれていた。

コドラの栽培型は多年生草本で、主に *kodo*、*kodora* や類似した名前と呼ばれていたが、マハラシュトラ州で *harik*、アンドラ・プラデシュ州で *arik*、カルナタカ州で *arka*、*alka* と *varagu*、タミル・ナドゥ州で *varagu*、などと異なった名前と呼ばれていた。擬態随伴雑草型は陸稲畑に生育していた。これはマディヤ・プラデシュ州で *kodo* と *kodaira*、ビハール州で *kodo war*、オリッサ州の Paraja 族で *kodoghas*、などと呼ばれていた。野生／雑草型はマハラシュトラ州で *kotocha*、ビハール州で *khar sami* と *kodo wani*、オリッサ州で *kodo ghas* などと呼ばれていた。

インドビエの栽培型は夏生一年草で次のように認識されていた。ウッタル・プラデシュ州では *jangora*、マディヤ・プラデシュ州とビハール州では *sawan* と類似した名前、マハラシュトラ州では *sankari wari*、オリッサ州では *jhari*、*dhatela*、および Paraja 族の *gruji suau*、アンドラ・プラデシュ州では *ooda*、タミル・ナドゥ州では *kudurai vali*、カルナタカ州では *wadalu*、などと呼称されていた。祖先種である雑草コヒメビエ *Echinochloa colona* はマハラシュトラ州で *chichivi*、オリッサ州で *dhela*、ビハール州でおそらく *sain* と呼ばれていた。

ライシャンは一年生草本で、カーシー丘陵でのみ *raishan* と呼ばれていた。ハトムギの栽培型は多年生草本で、ナガランドで *re-si* と呼ばれていたが (Church 1886)、イネ水田にしばしば侵入する他の雑草種 *C. gigantea* はマディヤ・プラデシュ州で *gulru*、ビハール州で小さいという意味の *gurya*、オリッサ州で *korankhar*、西ベンガル州で *garemara* などと呼ばれていた。

イネは多年性草本で通常は *chawal* か *dhan* と呼ばれているが、陸稲はマディヤ・プラデシュ州で *lehi*、ビハール州で *gora dhan*、オリッサ州で *gadeba dhan*、カルナタカ州でおそらく *gouri*、などと呼ばれていた。祖先野生種 *Oryza rufipogon* Griff. は祭事用の食材として特別に用いられ、マディヤ・プラデシュ州で *pasahi*、マハラシュトラ州で *deobath*、オリッサ州で恐らく *balunga* などと呼ばれていた。

表 7.22. コラティと近縁種の地方名

州名	言語	生態的地位	地方名
ビハール	Hindi	コドラへの擬態随伴雑草	nauri, navri, nebri, neuri, nevri, nibri, harri, tutuam
オリッサ	Oriya	雑草 シコクビエ、コドラ、サマイ、イネへの擬態随伴雑草型	ghoda langi, kukulange, birailangeとgaso(Kondha), ghas; <i>bilai lange</i> と <i>lota</i> ²⁾ <i>lingri, ghas lingudi, kukuru lange; ghas lingri</i> ²⁾
マッディヤ・プラデシュ		雑草 コドラとサマイへの栽培型	navari, navri, naviri (Variga) nehari, kuku lange, kukur lange (Konda Dora), kukuru range; <i>kukuru lange</i> ⁵⁾ , kuku lange, lingudi, lengudi, kukukangdi
マハラシュトラ	Marathi	雑草 コドラへの擬態随伴雑草型 栽培型	<i>harri, nauri, navri, neuri, nibri, tutuam, nebri</i> と <i>nevri</i> ²⁾ ghas lingudi lingudi, lengudi
アンドラ・プラデシュ	Telugu	雑草 コドラとサマイへの擬態随伴雑草型 栽培型	sana korulu korale, kurale, kurule kaddi, korinlu, samuru korali, arasama, varagu korali, varagu sakkalathi korati, korindlu, korinlu, koral, kora samuru, same korulu, samelu, sama, arasama, chinna sama, tela samuru, nerige, nerigalu, <i>samuru korra</i> ²⁾
タミル・ナドゥ	Tamil	栽培型	korlu, korati
カルナタカ	Kannada	シコクビエ、コドラ、サマイ、イネへの擬態随伴雑草型 サマイへの栽培型	erikorra, korindulu, arasama, nerigalu, neriya korin, korra, korrulu, samuru korra
その他	Hindi	栽培型	<i>bandhra</i> ¹⁾

イタリックは引用 1) Fuller 2002, 2) Kobayashi 1991.

Austin 2006: *korai*[*kora, korali*] (Bengali, Deccan, Hindi, India and Bangladesh), *bandra* (Hindi, India), *varagu korali* (*varagu*, firewood, *korali*, ear or corn, Tamil)

4) アフリカおよびアジア起源の雑穀

インド亜大陸で栽培されているアフリカおよびアジア起源の雑穀の地方名を、インド起源の雑穀と比較するために表 7.24 に示した。これらの種はすべて夏生一年草である。

キビは広域で *cheena* やこれに類似した名前で呼ばれていたが、マハラシュトラ州では *wari* と *tane*、オリッサ州、アンドラ・プラデシュ州、タミル・ナドゥ州およびカルナタカ州では *varagu* かこれに類似した名前で認識されていた。

アワは同様に広域において、サンスクリット Sanskrit で *kangani*、*kauni* および類似した名前で呼ばれていたが、マハラシュトラ州で *rala* と *rai*、アンドラ・プラデシュ州で *korra* と *navane*、タミル・ナドゥ州では *korra* と *thenai*、カルナタカ州では *navane*、などと呼称されていた。

シコクビエは、マディヤ・プラデシュ州、オリッサ州および南インドでは通常 *ragi* と呼ばれ、他方、ウッタル・プラデシュ州とビハール州では *mandua*、*marwa* および類似した名前、マハラシュトラ州とカルナタカ州では *natuni* および類似した名前、アンドラ・プラデシュ州で *tamada*、タミル・ナドゥ州では *kapai*、ウッタル・プラデシュ州、西ベンガル州およびネパールでは *kodo* と類似した名前で呼ばれていた。さらに、先住民はシコクビエをいろいろな名前と呼び、オリッサ州の Paraja 族は *manje suau*、Kondho 族は *mandia*、Kond Dora 族は *pahado mandia* と呼んでいた。

モロコシは一般に *jowar* および類似した名前で呼ばれていたが、タミル・ナドゥ州では *cholam*、西ベンガル州では *junero*、ネパールでは *junero makai* などと呼ばれていた。

トウジンビエは同様に一般的には *bajra* および類似した名前で呼ばれていたが、時には、オリッサ州で *kayna*、アンドラ・プラデシュ州で *sajja*、タミル・ナドゥ州では *cumba* および類似した名前などで呼称されていた。

表 7.24. インド亜大陸におけるアフリカとアジアの雑穀の地方名

国 州	言語	生態的地 位	地方名 (先住民)					
			キビ 夏生一年草	アワ 夏生一年草	シコクビエ 夏生一年草	モロコシ 夏生一年草	トウジンビエ 夏生一年草	
パキスタン								
NWFP			<i>olean</i> ⁶⁾	<i>ghgh, ghok, gokhton, gokhtan, grashik, grach, gras および grass</i> ⁶⁾				bajera, baijera
ギルギット			<i>olean, chiena, cheena, bau および onu</i> ⁶⁾	<i>gras, cha, cheng and cheena</i> ⁶⁾				
バルティスタン パンジャブ			<i>tzetze</i> ⁶⁾	<i>cha</i> ⁶⁾ <i>kangani, kangni およ び kongoni</i> ⁶⁾	<i>mandoh</i> ⁶⁾		<i>jowar, jowari</i> ⁶⁾	<i>bajra,</i>
バルーウチスタン インド								
ジャムーン・カシミール	Kashimiri		<i>charai</i>	<i>kauni</i>				
ヒマチャル・ブラデシュ								
ウッタール・ブラデシュ	Hindi	雑草型			<i>khadua = hybrid by E. indica</i> ²⁾			
		随伴雑草 型			<i>jhadua = hybrid by Indaf</i> ²⁾			
		栽培型	<i>china, sawan</i>	<i>kangani, kangooni</i>	<i>mandua, ragi</i>	<i>jowar, jwar, juara</i>		<i>bajra</i>
(Uttaranchal)		栽培型	<i>cheena, chin</i>	<i>kauni, kouni, korin,</i>	<i>mandua, manduwa, marwa, koda</i>			
パンジャブ	Panjabi							
ハリヤナ								
ラジャスタン								
グジャラート	Gujarati							
マディヤ・ブラデシュ		野生型/雑草						
		栽培型		<i>kang, kakun</i>	<i>ragi, madia nachuni = E. indica</i>	<i>jowar</i>		<i>bajira</i>
マハラシュトラ	Marathi	野生型/雑草			<i>nachani, nachuni, nachana, ragi marwani, malwa =E. indica</i> ²⁾	<i>jowar, jowari, jowary</i>		<i>bajeri, bajri</i>
		栽培型	<i>wari, tane</i>	<i>rala, rai</i>				
ビハール (Jharkhand)	Hindi, Bihari	雑草型			<i>marua, maruwa, malwa</i>	<i>jowar</i>		<i>bajera</i>
		栽培型	<i>cheena</i>	<i>kauni</i>	<i>jangali-suau (Paraja) = E. indica</i>			
オリッサ (Chattisgarh)	Orya	野生/雑草			<i>ragi, manje-suau (Paraja), mandia (Kondho), pahado- mandia (Kond Dora)</i>	<i>jonna, jhna, jowary, jowar</i>		<i>kayna</i>
		栽培型	<i>pani-varagu, cheen:kangu, gangu</i>					
	Others	栽培型		<i>kangul (Paraja)</i>				
アンドラ・ブラデシュ	Telgu	栽培型	<i>variga</i>	<i>korra, kora, koralu, navane</i>	<i>ragi, tamada</i>	<i>jonna, jower</i>		<i>bajera, sajja, gantilu'</i> ⁴⁾
タミル・ナドゥ	Tamil		<i>pani varagu, varagu および katakuny</i> ⁴⁾	<i>thenai, korra, thennai</i> ^{1), tinai⁴⁾}	<i>ragi, kapai</i>	<i>jowar, jara, jora, cholam</i>		<i>bajera, cumba, cumbu, cumbu'</i> ^{4), kambu⁶⁾}
カルナタカ	Kannada	雑草型			<i>kadu ragi, ragi kaddi, = E. indica 2); hullu = hybrid by Indaf</i> ²⁾			
		栽培型	<i>baragu</i>	<i>navane, nawane</i>	<i>ragi, nachina</i>	<i>jowar</i>		<i>bajra</i>
ケララ								
西ベンガル	Bengali	栽培型	<i>cheena</i> ⁵⁾	<i>ka'kun</i> ⁴⁾	<i>kodo</i>	<i>jowar, junero</i>		
その他	Hindi		<i>chin, morha と anu</i> ^{1), chena と chi'na^{4), cheena 5)}}	<i>kangani, kangu と kakun</i> ^{1), ka'ngni, ta'ngan, kayuni お よび rawla⁴⁾}	<i>ragi</i> ⁴⁾			<i>ba'jra, ba'jri と lahra</i> ⁴⁾
	Sanskrit		<i>vrihibheda</i> ^{4), u'nu と vrelib- heda⁵⁾}	<i>ka'ngu と priyangu kungu と priyungu</i> ⁵⁾				
	unknown		<i>sa'wan-jethwa, kuri, phikar, ra'li と bausi</i> ^{4), worga (Telinga)⁵⁾}			<i>joa'r</i> ⁴⁾		
		栽培型						
ネパール	Nepalese	栽培型	<i>china</i>	<i>kauni, kaoni-tangure kodo</i>		<i>junero-makai</i>		<i>bajra</i>
ブータン	Bhutanese							
パングラデシュ				<i>kaaun</i>				
スリランカ	Sinhalese			<i>tana-ha'l</i> ⁴⁾				

イタリックは引用 1) Fuller 2002, 2) Kobayashi 1991, 4) Church 1886, 5) de Candole 1989, 6) Kawase 1991.

5) ムギ類およびトウモロコシ

その他の穀物の地方名については表 7. 25 に示した。麦類は冬生一年草である。パンコムギ *Triticum aestivum* L. は *gehun*、*godī* および類似した名前と呼ばれていた。二粒系コムギ *Triticum dicoccum* Schübler, Char. et Descr. はタミル・ナドゥ州では *gangil*、カルナタカ州では *aja* と呼ばれていた。オオムギは *jao* か類似した名前と呼ばれていた。エンバク *Avena sativa* L. は南インドでは栽培されていなかった。トウモロコシは一年生草本で、広域において *makai* およびこれに類似した名前と呼ばれていたが、近縁のテオシント *teosinte* は飼料用に導入され、ビハール州で *jenera* と呼ばれていた。

表 7. 25. インド亜大陸における他の穀物の地方名

国 州	言語	生態的地 位	地方名 (先住民)			
			コムギ 冬生一年草	オオムギ 冬生一年草	<i>Avena</i> sp. 冬生一年草	トウモロコシ 夏生一年草
パキスタン			ghandam, suji			makai
インド						
ジャムナー・カシミール						
ヒマチャル・プラデシュ						makka
ウッタル・プラデシュ (Uttaranchal)	Hindi	domest	gehun			makai, makka, ma makka
パンジャブ						
ハリヤナ						
ラジャスタン						
グジャラート						
マッディヤ・プラデシュ		wild/weed				
		domest	gahun	jao		makai
マハラシュトラ	Marathi	wild/weed				
		domest				makka
ビハール(Jharkhand)	Hindi	domest				makai, jenera = teosint
オリッサ(Chattisgarh)	Orya	wild/weed				
		domest	ghaun, gahomo			makka
アンドラ・プラデシュ	Telgu	domest				
タミル・ナドゥ	Tamil	domest	godī, gangil = <i>T. gangi</i> <i>diccicum</i> ; <i>godome, kothimai</i> <i>and kothi</i> ⁴⁾			
カルナタカ	Kannada	domest	aja = <i>T. diccicum</i>			makai
ケララ						
西ベンガル	Bengali	domest				
メガラヤ						
ナガランド						
その他	Hindi	domest				
	unknown	domest				
ネパール	Nepalese	domest	gaun, tro	jau, ne, uwa (Sherpa)		makai
ブータン	Bhutanese					
バングラデシュ						
スリランカ	Sinhalese					

6) 雑穀と他の穀物の言語考古学的呼称

雑穀と他の穀物の言語考古学的呼称は表 7. 26 に要約した。コルネ、ザラツキエノコロ、コラティおよびサマイの古インド・アーリア語名は古代文献には見つけられない(cf. Southworth 2005)。このことはこれらの雑穀が比較的古くない年代にインドで栽培化され

たことを示しているようである。対照的に、コドラは *kodorava* と呼ばれているので、この語彙は *kodo* と *kodora* の語源と考えられる。インドビエの呼称 *syamaka* は *shama* と *sama* の由来と考えられる。キビの呼称 *cina(ka)* も同様に *cheena* の由来と考えられる。アワの呼称 *kanku(ni)* と *rahala* は広域で用いられる *kangani*、マハラシュトラ州で用いられる *rala* の語源である。シコクビエの呼称 *madaka* はウツタル・プラデシュ州の *mandua* の語源であり、語彙**bajjara* は *bajra* (*再構成形、Southworth 2005) の語源である。コドラとキビのドラビダ語名**var-ak-*は、*varagu* の語源、アワの語彙**tinai* と**nuv-an-ay*はタミル・ナドゥ州の *thenai*、アンドラ・プラデシュ州とカルナタカ州の *navane* の語源と考えられる。これらの種は古インド・アーリアン語またはドラビダ語の呼称をもち、考古学的根拠により西方地域から導入されたか、インドで比較的遠い過去に栽培化されたと考えられる (Weber 1992)。

表 7.26. 雑穀と他の穀物の言語考古学的呼称の要約

種名	英名	Old Indo-Aryan	Dravidian	Others
<i>Brachiaria ramosa</i>	browntop millet	?	see Table 1	
<i>Setaria verticillata</i>	bristly foxtail	?	?	
<i>Setaria pumila</i>	yellow foxtail	?	see Table 2	
<i>Panicum sumatrense</i>	little millet	?	see Table 3	
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	kodo millet	<i>kodrava</i>	* <i>ar-V-k-</i> , * <i>var-ak-</i>	* <i>var-ak-</i> (Tamil, Malayalam, Kannada), * <i>ar-Vk-</i> (Kannada, Telugu)
<i>Echinochloa frumentacea</i>	Sawa millet	<i>syamaka</i>	see Table 3	
<i>Digitaria cruciata</i>	Khasi millet	nil	nil	see Table 3
<i>Coix lacryma-jobi</i>	Job's tear	nil	?	
<i>Oryza sativa</i>	rice	<i>vrihi</i>	* <i>var-inc</i>	see Table 3
<i>Oryza rufipogon</i>	wild rice	<i>nivara</i>	<i>navarai/nivari</i>	see Table 3
<i>Panicum miliaceum</i>	common millet	<i>cina(ka)</i>	* <i>var-ak-</i>	* <i>ə-rig</i> (Proto-Munda), * <i>var-ak-</i> (Telugu)
<i>Setaria italica</i>	foxtail millet	<i>kanku(ni)</i> , * <i>kangu(ni)</i> , <i>tanguni</i> , (<i>rahala</i>)	* <i>kot-</i> , * <i>tinai</i> , * <i>tin-ay</i> , * <i>nuv-an-ay</i>	* <i>kam-pu</i> (Tamil, Malayalam), * <i>ar-Vk-</i> (Kannada, Gondi/Gorum, Kuwi),
<i>Eleusine coracana</i>	finger millet	<i>madaka</i>	* <i>arak/*arak-</i>	<i>deray</i> (Kherwarian Munda),
<i>Sorghum bicolor</i>	sorghum	<i>yavanala</i> , <i>yavakara</i>	* <i>conn-al</i>	* <i>gang(-)gay</i> (Proto-Munda)
<i>Pennisetum glaucum</i>	pearl millet	* <i>bajjara</i>	* <i>kampu</i>	* <i>kam-pu</i> (Kannada, Telugu)
<i>Triticum aestivum</i>	wheat	<i>godhuma</i>	* <i>kul-i</i>	<i>godi</i> (Kannada),
<i>Hordeum vulgare</i>	barley	<i>yava</i>	* <i>koc-/*kac-</i>	<i>kaj</i> (Kota/Konkani), <i>koj</i> (Toda), <i>gajja</i> (Prakrit)
<i>Avena sativa</i>	oat	?	?	see Table 5
<i>Zea mays</i>	maize	nil	nil	see Table 5

F. C. Southworth (2005) を改変

復元型は非処理を表すために様式的に*を前置させた (Southworth 2005)。

7) 農民による雑穀の命名体系と栽培化過程

雑穀とその近縁雑草の命名法は表 7.29 に要約した。農民たちと植物との間の共生過程は 4 段階として認識される。すなわち、農民たちが意識しない I 段階、弁別しない II 段階、区別同定する III 段階、およびなんらかの在来系統を分類する IV 段階である。

I 段階で、農民たちは野草や雑草に対して呼称をもち、これらを一般名詞で *ghas* と *hullu* と呼ぶ。II 段階で、農民たちは、たとえばシコクビエでは作物 (*ragi*) と雑草 (*ragi*) を同じ名前で呼ぶ。

III 段階で、農民たちは雑穀を識別して特別な名前で、たとえば、栽培植物のシコクビエは *madua*、近縁雑草のオヒシバは *khadua* と呼ぶ。さらに、農民たちは雑穀名の語幹に少しの形容語を加える。たとえば、雑草を意味する *ghas lingudi* (コラティの雑草)、他の作物に

似ていることで *same melatti* (サマイに似た擬態雑草)、また、形態的特性 *bilai lange* (ネコの尾)、生態的特性 *yerri arasamulu* (脱粒性のある雑草) および利用法 *pil sama* (飼料用コルネ) などである。

IV 段階で、農民は雑穀をいくらかの在来系統に分類する。たとえば、シコクビエ *marua* は *agat-* (早生)、*madhyam-* (中生) および *pichhat-* (晩生)、雑草オヒシバは *maruani* として認識される。この調査結果として、農民たちは、時々、異なった場所の雑穀に同じ呼称を用いさえするが、雑穀と近縁種の地位を明瞭に認識していることははっきりしている。

表 7.27. インドにおいて農民による雑穀と雑草の命名体系

段階	認知	典型事例 (種名) [意味]
I	認知しない	無名: ghas, hullu [雑草]
II	区別しない	雑草と穀物は同名 ragi, malwa (<i>Eleusine coracana</i>)/ragi, malwa (雑草 <i>E. indica</i>) kodo (<i>Paspalum scrobiculatum</i>) /kodo (雑草) kukuru lange (<i>Setaria pumila</i>)/kukury lange (擬態雑草)[犬の尾]
III	認知する	
1.	a specific word (大半の穀物はそれぞれの言語グループによって呼称されるいくつかの特異な名前がある)	madua (<i>E. coracana</i>)/khadua (<i>E. indica</i>) gruji suau (<i>Echinochloa frumentacea</i>)/dhera (雑草, <i>E. colona</i>) merendo, kodowar (擬態雑草, <i>P. scrobiculatum</i>)/matwali, kharasami (雑草, <i>Paspalum sp.</i>)
2.	形容語彙を加える	
2.1	雑草を意味する	lingudi (<i>Setaria pumila</i>)/ghas lingudi (雑草) kodo/kodo ghas
2.2	他の穀物に類似	same melatti (擬態雑草, <i>B. ramosa</i>) [サマイに似る] akki hullu (擬態雑草, <i>P. sumatrense</i>) [イネに似た雑草]
2.3	形態的特性を示す	ragi kaddi (雑草, <i>E. indica</i>) [杖のような穂をもつシコクビエ] bilai lange (雑草, <i>S. pumila</i>) [ネコの尾]
2.4	生態的特性を示す	samulu (<i>Panicum sumatrense</i>)/yerri arasamulu (脱粒性のある雑草) same (<i>P. sumatrense</i>)/samuru korra (<i>S. pumila</i>) [サマイ畑で育つアワ] varagu sakkalathi (<i>S. pumila</i>) [擬態雑草、コドラの第二夫人] sakkalathi same (擬態雑草, <i>B. ramosa</i>) [サマイの第二夫人]
2.5	特定する	same (<i>P. sumatrense</i>)/ pil same (<i>Brachiaria ramosa</i>) [飼料用]
IV	いくつかの在来系統に分類	marua (<i>E. coracana</i>): 3変種; agat- [早生], madhyam-[中生] および pichhat-[晩生] /maruani (<i>E. indica</i>) sama (<i>P. sumatrense</i>): 4変種; manchi-[夏], pala-[短い], ara-[高い] および varagu-[1月に播種]

8) インドにおける穀物調理の地方名

インドにおける穀物調理の地方名は表 7.28 に示した。特に南インドでは、多様な雑穀が栽培されて、たくさんの調理に使われている (Kimata 1991)。個別の調理は地方名において少し異なっている。しかしながら、雑穀やイネを用いた調理についての例外が少しあった。たとえば、飯は広域で *chawal* か *bhat* と呼ばれているが、アンドラ・プラデシュ州では *annam*、タミル・ナドゥ州では *sadam* と *soru*、カルナタカ州では *anna* として認知されている。さらに、濃い粥はオリッサ州で *onda*、アンドラ・プラデシュ州で *samkati*、タミル・ナドゥ州では *kali*、カルナタカ州では *mude* や同類の名前、およびネパールでは *dhido*、シエルパ族の *senne*、などと呼ばれている。薄い粥はウツタル・プラデシュ州で *bari*、マデ

イヤ・プラデシュ州で *peja*、マハラシュトラ州の *ambil*、オリッサ州で *jau*、アンドラ・プラデシュ州とカルナタカ州では *ganji*、タミル・ナドゥ州では *kulu*、などと呼ばれている。しとぎ *mave* は生粉食品で、タミル・ナドゥ州ではアワとイネでのみ調理し、神々に供えられた。

食物の呼称から見て (図 7.23)、イネが東インドから海岸沿いに、デカン高原を迂回して南インドに南下伝播するに伴って、飯 *chawal* の調理法が広がり、主要な食物になった。一方で、コムギが西インドから西ガーツ山脈南麓を南インドに南下伝播するに伴って、チャパティ *chapati* の調理法が広がって、主要な食物になった。おねり *mude* はアフリカから伝播したサバンナ農耕文化の雑穀料理 (たとえばシコクビエの *ugari*) の変形で、ヒマラヤ南麓ネパールと南インドで主要な調理法である。粉粥 *ganji* もおねりと類似した分布をしている。ドーサ *dosa* は南インドの主要な調理法である。

表 7.28. インド亜大陸で穀物から調理される食品の呼称

国 州	穀粒		粗挽き粉	粉/焼きパン				揚げ物		焼く	焦がす	蒸す	煮る		生粉	アルコール 飲料			
	煮る				発酵			発酵	香煎	発酵	おねり	粉粥	菓子	しとぎ					
	<i>chawal</i>	<i>pulao</i>	<i>biryani</i>	<i>upma</i>	<i>chapati</i>	<i>roti</i>	<i>paratha</i>	<i>nan</i>	<i>puri</i>	<i>samosa</i>	<i>vada</i>	<i>murukku</i>	<i>dosa</i>	<i>tsuampa</i>	<i>idli</i>	<i>mude</i>	<i>ganji</i>	<i>kheer</i>	<i>maru</i>
パキスタン																			
NWFP	<i>ghara</i> ⁶⁾					<i>shapik</i> ⁶⁾													
ギルギット	<i>chawal, ghara</i> <i>and zibek</i> ⁶⁾					<i>tathui</i> <i>and roti</i> ⁶⁾													
バルティスタン																			
パンジャブ	<i>chawli, bhat</i> ⁶⁾				<i>chapati</i>	<i>roti</i>	<i>nan</i>	<i>puri</i>	<i>samosa</i>									<i>kheer</i> ⁶⁾	
インド																			
ジャムナー・カシミール	<i>chawl</i>																		
ヒマチャル・プラデシュ	<i>chawal, bhat</i>				<i>chapati</i>	<i>roti</i>													
ウッタール・プラデシュ					<i>chapati</i>	<i>roti</i>	<i>nan</i>												
(Uttaranchal)	<i>bhat</i>				<i>chapati</i>	<i>roti</i>		<i>puri</i>					<i>bukkuna,</i> <i>bukani</i>			<i>bari</i>		<i>kheer,</i> <i>kheel,</i> <i>tasmal</i>	
パンジャブ																			
ハリヤナ	<i>chawal, bhat</i>																		
ラジャスタン																			
グジャラート																			
マディヤ・プラデシュ	<i>bhat</i>					<i>roti</i>												<i>peja, pej</i>	<i>kheer</i>
マハラシュトラ	<i>bhat, tandul</i>	<i>pilav, biriyani</i>			<i>chapati</i>	<i>bhakar,</i> <i>roti</i>	<i>nan</i>			<i>wada</i>				<i>idli</i>				<i>ambil, ambli</i>	
ビハール (Bihar)	<i>bhat</i>		<i>dara</i>		<i>chapati</i>	<i>roti</i>		<i>puri</i>										<i>kheer</i>	<i>handia,</i>
オリッサ (Orissa)	<i>bhat</i>	<i>pulao</i>	<i>biryani</i>	<i>upma</i>	<i>chapati</i>	<i>chakuli,</i> <i>roti</i>		<i>poori</i>	<i>vada</i>	<i>muruki</i>	<i>dosa</i>			<i>idly</i>	<i>onda</i>		<i>peja, jau</i>		
アンドラ・プラデシュ	<i>annamu</i>			<i>uppuma,</i> <i>uppittu</i>	<i>chapathi</i>	<i>roti</i>		<i>poori</i>	<i>vada</i>	<i>murukku</i>	<i>dosai</i>		<i>idly, idry</i>	<i>sankati, ambali</i>		<i>ganji</i>	<i>kheer</i>		
タミル・ナドゥ	<i>sadam, soru</i>		<i>biryani</i>	<i>uppuma</i>	<i>chapathi</i>	<i>roti</i>	<i>parota</i>	<i>poori</i>	<i>vada</i>	<i>murukku</i>	<i>dosai</i>		<i>idli, idly</i>	<i>kali</i>		<i>kulu</i>		<i>maru</i>	
カルナタカ	<i>anna</i>	<i>pulao</i>	<i>biryani</i>	<i>uppittu</i>	<i>chapati</i>	<i>roti</i>	<i>paratha</i>	<i>nan</i>	<i>puri,</i> <i>burugu</i>	<i>samosa</i>	<i>vada</i>		<i>dosa, dosai</i>	<i>idri</i>	<i>mude, mude,</i> <i>muddi, muddi</i>		<i>ganji</i>	<i>kheer</i>	
ケララ																			
ネパール																			
	<i>bhaat, bhat</i>					<i>roti</i>							<i>tsuampa</i>		<i>dhido, senne</i> (Sherpa)				<i>chan,</i> <i>cham,</i> <i>tompha,</i> <i>roni, roksi</i>
ブータン																			
バングラデシュ																			
スリランカ	<i>batt</i>																		

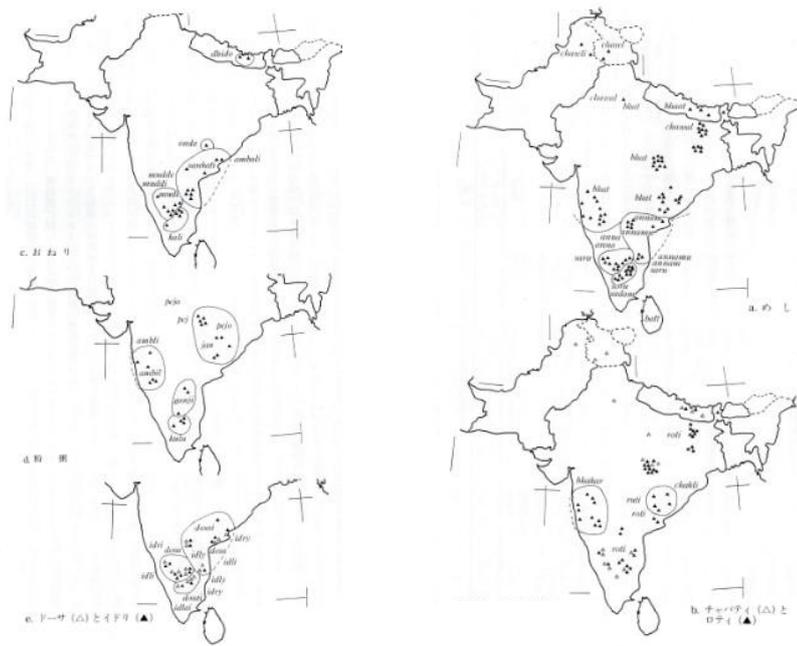


図 7.23. インド亜大陸における主な調理と呼称の分布

7.10. 考古学からの証拠

キビとアワは数少ないステップ起源の栽培植物であるとハーラン（1979）は指摘し、中国とヨーロッパでともに 6,500~5,000BC 年代に出土しているので、並行起源の可能性を示唆している。キビはドイツなどの線帯紋土器文化の遺跡（7,000~6,000BC）で、フランス西部では青銅器時代早期（1,800~1,500BC）中央ヨーロッパでは 4,400~4,000BC、ギリシャでは無土器時代（6,000~5,000BC）の遺跡から出土している。イランの遺跡では 1,550BC の層でキビがたくさん見つかった。アワは中国では 6,000~5,000BC の間に黄河高原の南部で栽培化されたとヴァヴィロフは説いており、大地湾文化（6,000~5,000BC）や仰韶文化（5,000~3,000BC）の遺跡で出土している。

アフリカ起源の雑穀類の出土事例はまだ少ないので、モロコシは 4,000BC 頃に、シコクビエは 3,000BC 頃に、およびトウジンビエは 2,000BC 頃に栽培化されたと推定されている。これらは中東の南端を経てインド亜大陸に伝播してインダス文明の一部を支えた。アフリカ起源のトウジンビエは中東を経てインドにまで伝播したのは、インダス文明が崩壊し、その残影が南インドに移った頃のようなのだ。インダス文明の遺跡ではムギ類のほかに、ユーラシア起源のキビ、アワに続いて、アフリカ起源のシコクビエ、モロコシ、およびトウジンビエが順次、インド亜大陸全域に伝播したことが分かっている (Fuller and Madella 2000 Fuller *et al.* 2001)。一方、インド亜大陸ではインダス文明の影響を受けた新石器時代の遺跡から独自に起源した多くの雑穀が最近の発掘で出土している。南アジアにおいて最初に穀物が出現した時期を表 7.30 にまとめた。この表は Fuller *et al.* (2001) に基づくが、追加情報で補足した (Fuller and Madella 2001、Fuller 私信)。

オオムギ、コムギ属（とても多い）、およびエンバク（少ない）はハラッパー遺跡の初期（おおよそ 4,500 B.C.）で同定された。イネ（多い）とキビ（少ない）は最盛期（おおよそ 2,600 B.C.）で同定された。その後、エノコログサ属 *Setaria* sp. (とても多い)、モロコシ（多い）、およびトウジンビエ（痕跡）は後期（おおよそ 2,000 B.C.）で見つかった。シコクビエについてはまだ不明である。

南インドの早期の遺跡(2,300 から 1,800 B.C.)ではサマイ（痕跡）、コルネ（多い）、ザラツキエノコロ（多い）、およびコラティ（痕跡）が見られた。その後、後期の遺跡(1,800 から 1,200 B.C.)においてコドラ（痕跡）とコヒメビエ *Echinochloa cf colona*（多い、おそらくインドビエ）が同定された。アジア起源雑穀は次の歴史的順序で生じた。すなわち、キビ、エノコログサ属、その後、コルネ、ザラツキエノコロ、サマイ、コラティ、インドビエ、およびコドラ、ごく新しく 19 世紀になってライシヤンである。しかしながら、コルネ、ザラツキエノコロ、コラティ、およびコヒメビエは野生穀物として採集されてきた。

表 7. 29. 南アジアの穀物の考古遺跡よりの出土概要

年代	初期	最盛期	後期	南インド		-0 A. D.	1500 A. D.	1900 A. D.
				2300-1800 B. C.	1800-1200 B. C.			
種名	4500 B. C. -	-2600 B. C.	-2000 B. C.					
<i>Paspalum scrobiculatum</i>					trace			
<i>Panicum sumatrense</i>				trace	少ない			
<i>Echinochloa cf. colona</i>					多い			
<i>Brachiaria ramosa</i>			野生?	多い	多い			
<i>Setaria verticillata</i>			野生?	多い	多い			
<i>Setaria pumila</i>			野生?	痕跡	痕跡			
<i>Setaria</i> sp.			とても多い					
<i>Digitaria cruciata</i>								栽培化
<i>Digitaria sanguinalis</i>							不明、消滅	
<i>Panicum miliaceum</i>		少ない						
<i>Panicum</i> sp.			少ない					
<i>Setaria italica</i>			可能性?	可能性				
<i>Eleusine coracana</i>								
<i>Sorghum bicolor</i>			多い					
<i>Pennisetum glaucum</i>			痕跡	痕跡	痕跡			
<i>Coix lacryma-jobi</i>						可能性		
<i>Oriza sativa</i>		多い		痕跡	痕跡			
<i>Hordeum vulgare</i>	とても多い			多い	多い			
<i>Triticum dicoccum</i>				痕跡	痕跡			
<i>Triticum durum/aestivum</i>				多い	痕跡			
<i>Triticum</i> sp.	とても多い			多い	多い			
<i>Avena sativa</i>	少ない							
<i>Zea mays</i>								導入

Fuller et al. 2001, Fuller and Madella 2001, and Fuller (私信)に基づいて作成

近年になって、インド亜大陸の初期農耕に関する非常に有用な考古学研究資料が示されるようになってきた。イネ科雑穀の遺残が南インドの新石器時代にある II 期(2300-1800 cal. BC)と III 期(1800-1200 cal. BC)の考古学水準から出てきた。それらは主として 2 種、コルネとザラツキエノコロ bristly foxtail millet-grass であると同定されてきた。コラティ yellow foxtail millet が限定的に存在し、おそらく野生種の採集と考えられる (Fuller et al. 2001)。ハラッパー文明における穀物の初出は初期(2600 BC 以前)ではコムギ、オオムギ、およびエンバク、最盛期(2600-2000 BC)ではオヒシバ属 *Eleusine* sp. (不確か、シコクビエ)、エノコログサ属およびキビ属、後期(2000 BC より新しい)ではスズメ

ノヒエ属 *Paspalum* sp.、ヒエ属 *Echinochloa* sp.、モロコシ属 *Sorghum* sp. およびチカラシバ属 *Pennisetum* sp. であった (Fuller and Madella 2000; Weber 1992)。

南アジアの初期農耕文化がどのように伝播展開したかを図 7.29 によって概観する (Misra2001、Chakrabarti1999 を改変)。アフガニスタン経由でムギ (冬生一年生草本) 作を中心とする地中海農耕文化がインダス川流域に伝播してハラッパー文明を花開かせ、その後、農耕文明は西ガーツ山脈西麓に並行して西海岸を南下して南インドに、またヒマラヤの南北山麓に、向かった。いくらか遅れて、アフリカから雑穀シコクビエなど (夏生一年生草本) を中心とするサバンナ農耕文化も同様の経路をたどった。一方で、東南アジアからのイモ類を中心とした根菜農耕文化、続いて中国からイネを中心とする農耕文化が東インドに伝播して、東ガーツ山脈の東麓に並行して東海岸を南下、さらに西海岸に沿って北上した。このイネ水稻 (多年生草本) が水田から畑で栽培する陸稲に系統分化し、東インド、オリッサ州に伝播する経路で、湿地性のイネ随伴雑草ハトムギやコドラ (多年生草本)、およびインドビエやサマイ (一年生草本) がイネ陸稲の二次作物として栽培化過程に向かい、ついで南インドに伝播する経路で、コルネやコラティ (一年生草本) が二次作物インド固有雑穀に対して三次作物になったと考えられる。サバンナ農耕文化と稲作農耕が出会った東インドから南インドに向かう中で、耐乾性のある夏生一年生草本であるコルネやコラティが栽培化過程を辿るようになった。

イネの生育する地域はインド亜大陸において湿地から二次的に畑地に拡大した。順次、雑草的祖先種が水稻水田や陸稲畑に侵入した。これらの種は東インドにおいて陸稲よりも旱魃に対してさらに強い耐性を示したから、地域の農民たちは継続的に、サマイ、コドラ、インドビエを二次作物として栽培化した。この地域では次に示す数種の雑穀がさらに栽培化された。コルネ、ライシャン、コラティなどである (Chandra and Koppa 1990; de Wet *et al.* 1983a, b, c)。

こうした栽培化過程は上述した調査や実験結果から明らかである。図 7.30 には現代農業まで含めて、作物の伝播経路を描いた。コロンブスが新大陸に上陸 (1492) 以降、ヨーロッパ経由で、南北アメリカ起源のトウモロコシやジャガイモなどの作物が伝播した。

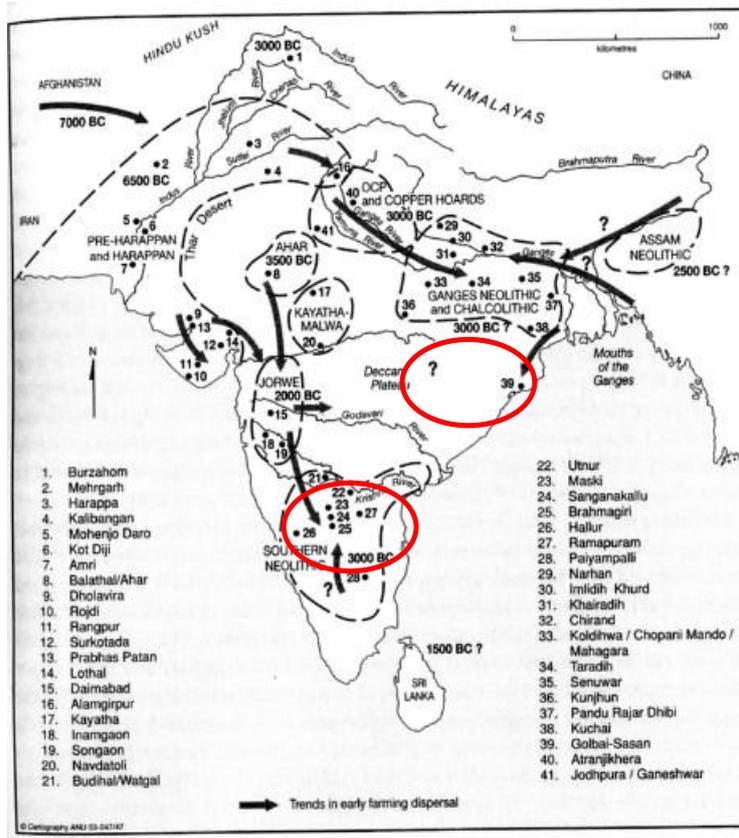


図 7.29. 南アジアの初期農耕文化 (Misra2001, Chakrabarti1999 を改変)

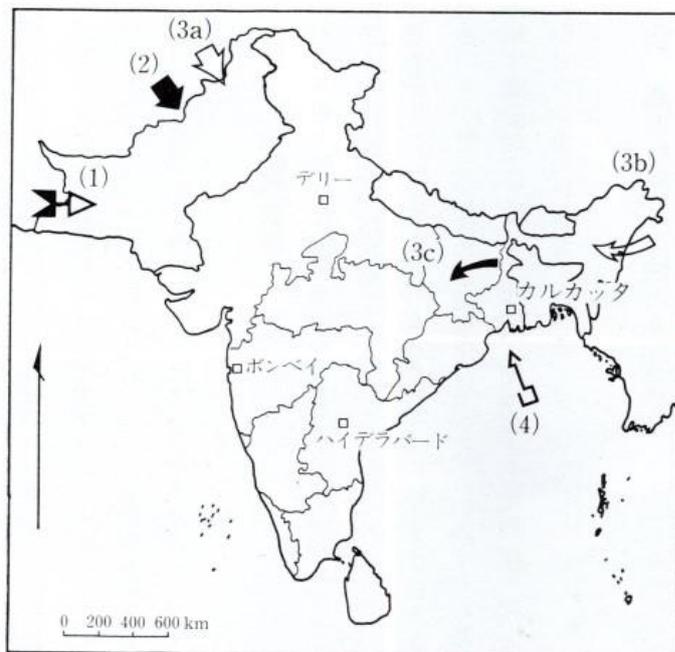


図 7.30. 作物のインド亜大陸への地理的起源と伝播

(1) アフリカ起源作物、(2) 地中海起源作物、(3a) 中央アジア起源作物、(3b) 南西中国起源作物、(3c) 東インド起源二次作物、(4) 新大陸起源作物。

7.11. インド亜大陸における雑穀の栽培化過程は栽培化過程

人間はおおよそ 12,000 年前に世界の数カ所で穀物として 30 種以上のイネ科植物を栽培化してきた (Sakamoto 1987)。古代農業文明は穀物を基盤に成立し、今日でもこの基盤が変わることはないのは、人間も動物で食物の捕食・摂食により生活を維持しているからである。世界のほんの数地域でイネ科の草本植物を穀物として栽培化したことは、とても不思議なことに思う。なぜならば、私たちの身の回りにはこれら穀物の祖先種や近縁種が今でも沢山生育しているのに、過去の限定した場所ではしか栽培化過程が始まらずに、促進されなかったからである。一元論や多元論についていうのではなく、汎存種であれば無限に地理的起源地はあり得るはずなのに、そうはなっていない。

しかしながら、これら穀物の数 10 種は危急状態にあり、本来の生育地では変わることなく利用価値があるにもかかわらず、頻りに栽培されないばかりか、最悪の場合は絶滅寸前の状態にある。有価値な食料でありながら、なぜ栽培されなくなってきたのか。人口増加に重ねて肉食の拡大により主要な 3 穀物であるイネ、コムギ、トウモロコシの改良計画における大改革が急速に促進されてきた一方で、他の穀物（特に雑穀）はその在来品種の遺伝浸食の結果によって 20 世紀中に次第に減少してきた。この原因は人間の主食料あるいは家畜の濃厚飼料であるコムギ、イネ、トウモロコシが穀物改良計画による技術革新によって急速に収量と生産量を増加したことにある。

厳しい環境ストレスに対する適応性を示し、現在も継承栽培され、利用されているにもかかわらず、遺伝資源としてこれらの等閑視されている雑穀の価値を再認識することが今こそ必要である。雑穀に焦点を当てるのは、これらの種がほとんど C_4 植物で、成熟が早く、厳しい早魃や強い日射条件の下でも栽培できるからである。今日も栽培され、利用されている遺伝資源の価値を、今日の気候変動による環境圧の下での適応性の故に認識する必要がある。 C_4 植物は厳しい乾燥下でも強い耐乾性によって栽培ができる。21 世紀中において、全人口は多分 100 億人を凌駕すると予測され、温暖化、砂漠化、海面上昇、森林乱伐や耕地土壌の浸食が著しく進むだろう。今後、サバンナ気候の範囲が拡大する状況は雑穀、特に丘陵地や半乾燥地で栽培されてきたアワやキビなど雑穀の重要性を再認識、是認するだろう。インドではすでに人口約 13 億 6641 万人 (2021 年) に達し、緑の革命がどれほど進んでも、地域の小規模家族農家は今でさえも、少しの有用な雑穀在来品種を栽培し続けている。インド政府提案で、2023 年を FAO 国際雑穀年としたのはこの状況判断からであろう。

また、これら雑穀の地域固有系統は作物進化、とりわけ栽培植物の起原と伝播経路の研究にとって優れた研究素材である。インド亜大陸では少数の雑穀が今でも栽培化の過程にあり、調査研究の成果が期待できる地域である。

栽培植物は通常、栽培法、加工法、調理法、農耕儀礼や信仰などを含む農耕文化基本複合を伴っている (Kimata and Sakamoto 1992; Nakao 1967)。作物の進化は主に植物学的データによって再構築されるが、地理的起原と伝播は農耕文化基本複合や民族文化に関わる情報から明瞭にされる。コルネとコラティは栽培化に向けて順化されてきた一方で、農家が新しい商品作物を採用し、食習慣を変化させたので、非常に深刻な絶滅に瀕する遺伝浸食に曝されている。

ヴァヴィロフ (Vavilov 1926) はコムギに随伴する雑草から、カラスムギ属 *Avena* とライムギ属 *Secale* における二次作物への栽培化過程を描いている。たとえば、ライムギ *Secale cereale* L. は高い標高と緯度において低温に対する強い耐性が必要であった。また、ライムギはコムギが生育できるよりもさらに厳しい寒冷条件下で継続して生育できた (第 5 章

参照)。Kobayashi (1987, 1989)は、イネへの擬態随伴雑草からの二次作物として、インドの雑穀（たとえば、サマイ、インドビエ）の栽培化の統合的モデルを提案した。農民たちは望ましい生育、外観、嗜好性（たとえば収量、早熟性、色彩、糖含量）に対して人為選択をして栽培化過程を操作してきた。しかし、自然選択と雑種形成は栽培化過程において近縁雑草との間で生じてきた。

インド亜大陸固有の雑穀は上述したようにおおよそ 3,500 年の間に、今日の栽培範囲にわたって栽培化されてきた。コドラ、インドビエおよびサマイの 3 種は東インドで、イネの天水田および陸稲畑の擬態随伴雑草型を経て、二次的に起原したと思われる。コルネとコラティの 2 種は南インドで、擬態随伴雑草型を経て他の雑穀に伴い二次作物として栽培化（すなわち三次作物）された (Chandra and Koppa 1990、de Wet *et al.* 1983a, b, c、Fuller 2002、Kimata *et al.* 2000、Kimata 2015a, 2015b、Kobayashi 1987, 1989、Pokharia 2008)。ライシヤンはメガラヤ州のカーシ族によって 19 世紀後半に栽培化され、カーシー丘陵でのみ栽培されている (Singh and Arara 1972)。残念なことに、マナグラス *Digitaria sanguinalis* はすでに消滅していて、その起源は定かではない (Netolitsky 1914)。東ヨーロッパに伝播し、今日でも東ヨーロッパでごく限定的に栽培されているようだ。

湿潤な東インドで栽培化された雑穀と比べて、コルネとコラティは半乾燥熱帯の乾いた気候に適応してきた。コルネは南インドの暑くて、乾いた赤土地帯で栽培され、一方、コラティは南インドの赤色ローム土壌で暑い半乾燥エコリージョン *ecoregion* と同様に、オリッサ州の赤色ラテライト土壌で暑い亜湿潤エコリージョンで栽培されてきた (Sehgal *et al.* 1992)。

コルネはコラティよりも良く旱魃に耐え、乾燥地域に特別に適応してきた。また、コルネはほぼ栽培化の第三段階に達している (Kimata *et al.* 2000)。これに対して、コラティの在来系統はオリッサ州よりも南インドのさらに乾燥した畑に適応してきた。コラティは通常サマイとともに栽培されてきたが、サマイは酷い旱魃時には生育できないので、こうした状況下において単作で生育するようだ。このことは旱魃が酷かった 1987 年の野外調査時に直接観察した。このことはコラティが独立した作物になることを可能性として示唆している。コルネはカルナタカ州とアンドラ・プラデシュ州の Tumkur 地区と Anantapur 地区の両州境の乾燥地帯で今も限定的に栽培されている。コルネは単独の三次作物として単作されているが、コラティは少ない栽培植物としてサマイや他の穀物と混作されているままである。三次作物とは、陸稲の二次作物であるサマイや他の穀物に対する二重の二次作物ということである。コルネは南インドで単独に栽培され、伝統的には少なくとも 9 種類の調理に使用されている。コラティはサマイやコドラなどと混作されており、単独で栽培されることはない。オリッサ州と南インドでは伝統的には少なくとも 6 種類の調理に補助材料として使用されている。

1) インド亜大陸における雑穀の栽培化過程

これらの雑草型は畑作イネ（陸稲）や他の雑穀とともに多様な農耕生態的地位において生育しており、地域の農民はいろいろな地歩名によって区別をしている。野外調査ではこれらの希少な食用穀物の進化傾向、栽培化、および民族植物に関する情報を収集するために行った。こうして見いだされたことは栽培化過程が次の 4 段階を経ているということを実証している。(i) 湿地の野草からイネ水田の雑草、(ii) オカボや他の雑穀の擬態随伴雑草、(iii) 二次作物であるサマイやコドラに混入する擬態随伴雑草、(iv) 混作されない独立した三

次作物。また、この過程は湿潤気候の地域から乾燥気候の地域に伝播する中での適応によって促進され、順に農耕文化基本複合の多様化に関連していった。

雑穀の栽培化過程を述べる前に、雑草とはなにかを示しておかなければならない。雑草とは、一般には栽培植物に対して邪魔な植物という認識であろう（第2章参照）。しかし、一方的に邪魔なのではなく、栽培化の過程で祖先種、近縁の随伴雑草などとして重要な役割をもっており、また、救荒時には飢餓を癒す植物でもある。根絶やしにするのではなく、適度な距離をもって制御しながら付き合うのが良い。

多種多様な雑草を簡潔に定義することはむずかしいが、山口（1997）は「人為環境下に良く生育し、かつ人間活動に干渉する植物群」（Holzner1982）を引用している。尊敬する植物学者 H. G. ベーカー（Baker1965、1976）は雑草を比較研究して12点の詳細な特性をあげている。たとえば、生長が早い、自家和合性、種子生産が多いなどで、自殖性の一年生植物も多く、栽培植物と共通した特徴が見られる。熱帯ではC₄植物の強害雑草もある。私は栽培化の重要な生物学的特性である、多年生から一年生への進化の生態遺伝学的研究を博士論文の課題としていたので、ベーカーの考えに共感した。ちなみに、彼が東京女子大学で講演された時に録音もさせていただき、講義プレゼンテーションの丁寧な仕方を学んだ。カリフォルニア大学バークレー校教授であったので師事したくて手紙を書いたが、残念ながらもう高齢なのでできないと丁寧な返信があった。

インド起源のイネ科雑穀は、イネ（陸稻を含む）が東から南へ、湿潤地から乾燥地へと伝播する過程で、イネ自体に耐乾性を求めることが困難であったので、これに随伴した雑草のうちから新しい雑穀が二次作物として栽培化されてきたといえよう。これを助長したのは間作や混作で、この栽培方法は異種の栽培植物を同じ畑で栽培する一方で、多様な雑草の侵入と存在を許すことにもなる。インドにおいて雑草から雑穀へと栽培化されていく過程には重複する2期間に明瞭な4段階があると考えられる。

第1期の第1段階は湿地に生育するイネ科野生植物がイネ水田に侵入して雑草となる。第2段階は陸稻畑に随伴雑草として生育する。第3段階は人為選択圧を避ける方向で陸稻の擬態雑草となり、飼料としても利用される。第4段階は陸稻より強い耐乾性故に保険作物となる。この第3から第4段階を半栽培の段階と考えることができよう。第4段階はついに二次作物（サマイ、コドラ、インドピエおよびライシャン）として栽培化されることになる。第2期の第1段階は、第1期の第1段階における陸稻畑の雑草から引き続き、さらに二次作物になったコドラおよびサマイが栽培化された第1期の第4段階にこれらの畑にも侵入する。第2段階はコドラおよびサマイに対して擬態随伴雑草となり、飼料として利用される。第3段階の保険作物としての利用を経て、コルネとコラティはほぼ三次作物として栽培化される第4段階に至りつつある（図7.31）。

インド起源の雑穀の祖先野生種は池の周辺や川沿いのような湿地で生育していた。それらはまたイネ水田に侵入した。パキスタン、ネパールとインドにおいては、多くのイネ科草本が水田や畦畔に生育していた。そのうち、これらの雑草は同所的生育地であるイネ水田や陸稻畑と一緒に生育し、随伴雑草になった。いくらかの随伴雑草がイネの形態的、生態的特性に擬態し、擬態随伴雑草になった。この植物と農民たちの間の関係は次第に、無意識、敵対的から友好的へと変化した。農民たちは共生状況による半栽培段階の下で、こうした雑草を飼料や保険・救荒作物として利用し始めた。最終的にこれらの植物は栽培段階で、食用穀物として独立的に栽培された。それ故に、この進化過程は植物と農民たちの間の共生関係を確立したのである（Kimata 2015a, 2015b）。この過程における擬態には2類

型がある。一つの型は随伴雑草型の状態において異なった種との種間擬態であり、他の型は栽培型とごく近縁の雑草型との間の雑種形成の結果として、同種に対する種内擬態である。

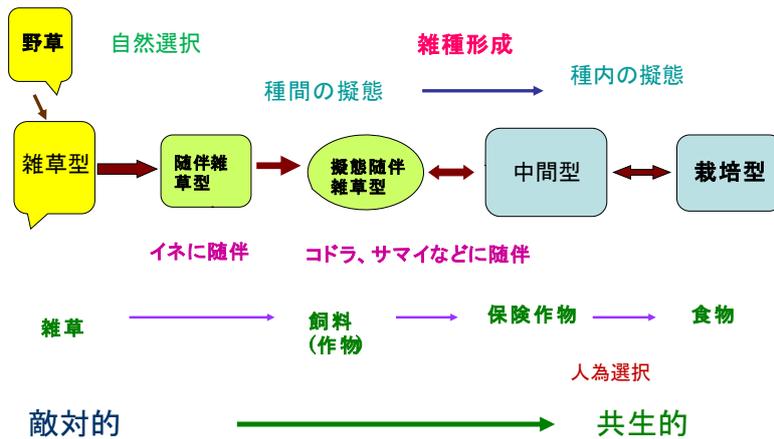


図 7.31. 雑草・作物複合における植物と栽培者との関係

栽培化過程は、農民たちによる多様な生物型への言語的認識によっても支持されている。これらの生物型とはコルネとコラティの地方名における、雑草型、随伴雑草型、擬態随伴雑草型、半栽培型、および栽培型である。言語的分化は栽培化過程と密接に関係していることを示している。たとえば、アンドラ・プラデシュ州の Jalaripalli 村において、サマイと混作されているコラティはサマイに似たアワの意味で *kora samuru*、サマイに混った穀粒の意味で *tela samuru*、などと呼ばれ、地域の市場で販売されている。この言語認識はサマイに対する二次作物としての、コラティの農業生態的地位を明瞭に示唆している (Kimata *et al.* 2000)。

サマイとコドラの地方名は栽培化過程において 3 型に区別できる。擬態随伴雑草型の呼称は、たとえば、陸稲畑においてイネに似た雑草という意味で *akki hullu* (サマイ)、コドラに似た雑草という意味で *kodoghas* 呼ばれている (Kobayashi 1991)。言語的分化は、両種が同じように陸稲畑の中の擬態随伴雑草を経た二次作物であったことを示している。このことは畑でなされた観察にまったく一致する。

イ 図 7.31. コラティの雑草・作物複合における栽培者と植物との関係 こ区
別されている。たとえば、オリッサ州ではインドビエは *jhari*、コヒメビエは *dhela*、と呼ばれる。時には、農民たちはサマイとインドビエに対して同じ呼称 *same* と *sawan* を用いていたが、しかし、呼称は同じ場所と時期で使用されることはなかった。

同様の手順で、シコクビエの地方名は近縁雑草のオヒシバ *Eleusine indica* やその雑種と区別されている。しかしながら、他の雑穀や穀物と関連する雑草は呼称がない。興味深いことに、キビとアワにはパキスタンの NWFP (北西辺境州) とギルギット Gilgit で多様な呼称があった (Kawase 1991)。

この過程をみると、作物・雑草複合が二次作物の栽培化にいかに重要であるかが明瞭である。この際に擬態随伴雑草は大きな役割を果たしているが、この現象は異種 (属) 間での擬態と同種内および近縁種間での擬態に区別する必要がある。異種間の擬態においては、

人為選択圧は主に除草の手を和らげる方向で栄養成長段階に働くが、サマイに対するコラティの種子の形と色における類似のように生殖生長段階にまで及ぶ場合すらある。他方、遺伝子交流が可能な同種内および近縁種間の擬態は穂型や種子の脱粒性が主要な区別点になるが、人為選択圧は生長の最終段階に働かせることになる。人間の側から見れば、栽培管理において除草の手を和らげるばかりでなく、収穫時の選抜を厳密にしない、その結果として擬態随伴雑草の種子を混合したまま加工、調理し、さらに翌栽培期には同じく混合したまま播種する。すなわち、雑草を栽培化の方向へと誘導したかのようにも見える。雑草の側からすれば、栽培型と野生型が交雑してできた雑草型と、栽培型から逸出してできた雑草型も含めて、人間の目をくらませてその種集団の存続をもたらしたと見える。擬態は、人間と植物の共生への過程としての植物の栽培化過程において、相互の駆け引きを植物学的に検証する興味深い現象である。

上述したように、1) 畑地や気象条件によって、サマイとコラティの個体数構成比が変化、2) 擬態ないし混作相手に協調的なコラティの形態、初期生育、3) 擬態ないし混作相手に協調的な、コラティの植物体色、4) コドラなどに混作されるコラティと、サマイと混作されるコラティの大きな形態差、5) 擬態、混作相手により種内または種分化、これらが順次連続的に起こって、適応的に多様性が高まるとともに、栽培化が進行していく (Kimata ed. 2016)。

2) 雑草・作物複合に関連したコラティの栽培化過程

コラティの栽培化過程は複雑な4段階を通過したと考えられる。詳細に再構成してみよう。第一段階は路傍や陸稲畑に侵入していく他の不安定な生育地に生育する雑草で構成されている。第2段階は、陸稲や雑穀畑の中で随伴雑草型の地位を獲得するために、飼料としての利用のような農業生態的地位を得る進化的過程であった (図 7.32)。

第3段階は、擬態随伴雑草の地位から、飢饉時における保険・救荒作物としてコドラ、シコクビエおよびサマイとの混作下での半栽培救荒作物に進む過程であった。陸稲や雑穀畑に侵入後、農民による厳しい雑草制御の下で、雑草は特別の穀物に擬態し、密接な雑草・作物複合を形成するように進化した。このために第3段階において農民はそれらの雑草制御の手を緩めた。

第4段階で、擬態随伴雑草は家畜の飼料および主穀物の補助穀物として利用された。コラティの場合には、デカン高原における極端な旱魃の年に作物保険として過度に厳密な除草をすることが避けられた。こうしてコラティは脱粒性の弱い、より長い穂をもち、草丈も高く生育するようになり、次第に栽培化に向かって進んできたようだ。コラティはサマイの畑で、長い葉、少ない分けつ数、高い草丈のような擬態の特性を獲得してきた。アントシアニンによる葉や葉鞘の帯色は穀物とごく近縁の雑草間の擬態を混作畑で形成している (Kimata 2015a, Kimata *et al.* 2000)。コラティの栽培化過程は、他の穀物種に混合する三次作物であり、同所的集団において自然選択と人為選択による種間および種内に特異な擬態から促進された。

植物種における栽培化過程は個別の繁殖様式、自然選択、人為選択、雑種形成、擬態などの生活史における複雑な組み合わせで形成されてきた。アフリカやインド亜大陸の乾燥地サバンナでは今日でも野生穀物の採集が続いている。開拓農耕民は植物にいろいろな程度で、低温、旱魃、厳しい日射などの環境条件への耐性を求めてきた。たとえば、ライムギは高い海拔や高い緯度の地域における強い低温耐性を求められたし、農耕民は厳しい条件

下の随伴雑草からコムギに混作する二次作物としてライムギを栽培化してきた (Vavilov 1926、第5章参照)。Kobayashi (1987, 1989)は、インド亜大陸においてイネに随伴した雑草の擬態によって雑草型から二次起源作物が由来したという、数種の雑穀の栽培化過程の統合モデルを提案した。栽培化過程で重要な要因である。種子の大きさと脱粒性を制御を説明する編相関分析では農耕民の人為選択の結果として、種子の大きさの増加と非脱粒性は円筒状の穂がより長くなり、主稈の穂首直径が太くなり、効果的な光合成のために止葉の広くなることを合わせて説明している。

分けつ数と他の特性との相関係数が低いことは、コラティ栽培型 Dk の分けつ数がコドラへの擬態の過程で栽培化中に減少したこと、他方でコラティ栽培型 Ds の分けつ数がサマイへの擬態で増加したことを明瞭に示している。分離選択の過程は分けつ数の増加と減少の2方向に機能した。

開花までの日数に対する止葉長、および止葉の長／幅の比に対する低い相関係数は、栽培化過程での止葉の縮小と早熟を起こしながら、人為選択が止葉に機能してきたことを示している。コラティ栽培型 Ds における、草丈に対する止葉の長／幅の比の負相関は止葉が長細くなり、草丈が増加することを示している。コラティ栽培型 Ds は人為選択によって早熟で、比較的長細い止葉をもち、開花までの日数に関係して、止葉長と止葉の長／幅の比の間の有意な負相関を反映してきた。加えるに、コラティ栽培型 Ds は草丈と止葉長の長／幅の比との間の有意な負相関に見られるように、より高い草丈の結果として、相対的に長細い止葉を求められてきた。随伴雑草から二次作物へと向かう進化過程の中で、それは他種 (Mo) の形態的擬態を巻き込み、コラティ栽培型 Ds はサマイにおいてのように細長い葉をもつ細い草姿の擬態となり、他方で、コラティ栽培型 Do はコドラや他種においてのように太い草姿の擬態となった。

Panton Formula Guide に基づいて、コラティの葉、葉鞘、稈および穎が種間で擬態的帯色を示し、また、HPLC 分析によって明らかになったアントシアニン組成でサマイとコドラの種間で植物色擬態を示すことが明瞭になった (Kimata 2015a)。

クラスター分析からは、コラティの I 群が、コラティの栽培化過程はデカン高原周辺でサマイと他の穀物の畑で連続的に起こったことを明示した。II 群は次の2亜群で構成されており、IIa 亜群はオリッサ州の Ds1、Ms2、Mk4、Ws3 と W3、カルナタカ州の Dk2、マハラシュトラ州の Ws2 ; IIb 亜群はオリッサ州の Ms1 と Ws1、を含んでいた。II 群は擬態による栽培化過程の一事例を与えており、コラティはサマイとコドラの畑で混作され Dsk になっている。III 群はキンエノコロ雑草型 W が汎存種雑草としてインド亜大陸中に分布していることを明らかにした。

コラティ Dsk の栽培化過程は雑草型から随伴雑草型、その後、オリッサ州でイネ、サマイ、コドラの擬態随伴雑草型へと経路を取ってきた。それ故、コラティの栽培化過程は次のように進行してきた。第一に、主にオリッサ州の擬態随伴雑草型 Mks、第二に、コラティ栽培型 Do が進化し、アンドラ・プラデシュ州を経てデカン高原を南下した。その後、栽培型はカルナタカ州とタミル・ナドゥ州でコラティ栽培型 Dk からコラティ栽培型 Ds へと進んだ。

コラティは南インドで主にサマイとの混作で栽培されているのみであるが、もう一つの前駆的な型と近縁雑草は同様に、オリッサ州周辺の多様な農業生態的地位で、コドラ、シコクビエ、および陸稲と同所的に生育している。三次作物コラティの栽培化過程を他の穀物種への擬態として説明するために、多くの地域固有系統、近縁雑草をデカン高原を巡る

野外調査（1983～2001年）で収集してきた。現地調査と栽培試験によれば、コラティは現在でも二方向に種分化を行っていると考えられる。一つは、オリッサ州の山地域において主にイネ（陸稻）、シコクビエ、コドラなどの畑に侵入し、擬態随伴雑草となり、さらに栽培化に向かっている系統であり、これは食料の他、家畜の飼料としても利用されている。もう一つは、サマイの畑に侵入して擬態随伴雑草となり、さらにカルナタカ州とタミル・ナドゥ州の州境の乾燥地域においてサマイと混作され、ほぼ栽培化の段階に達している系統である。この種の雑草型系統と比較すると、栽培型系統は穂が長く、種子脱粒性が低下しており、早晩生・穎の色などで品種の分化が進んでいる。これはサマイと混合栽培され、コラティの穀粒はサマイに対して補助的な食材として飯、おねり、粗挽き粥、ウプマ、キールおよびロティなど少なくとも6種類の伝統的な食品に加工・調理されている。栽培化の過程は食品などへの利用の多様化を伴っている。また、コルネとコラティを含む、これらの雑穀は各地の農民によって多彩な地方名によって呼称されている。農民が雑草型を栽培型と適確に区別して認識していることはこの地方名によっても明らかである。

栽培化過程において、コラティは草丈長く、穂や種子も大きくなり、次第に種子脱粒性を弱めて行った。実際に、コラティはサマイの畑で、長い葉、少ない分けつ数、高い草丈、と言った擬態の特性を獲得していた。コラティの形態的・生態的特性は変異に富んでいる。栽培型は雑草型より草丈は高くなる傾向にあり、分けつ数は2系統の例外はあったが、雑草型よりも栽培型の方が若干少なくなっていた。穂長は雑草型よりも栽培型の方が明らかに長くなっていた。開花までの日数は早生と晩生の2方向に分化していた。早生の栽培型は雑草型に類似し、他方で、晩生の栽培型は他の穀物に混入する擬態随伴雑草型に類似していた。止葉の長さ／幅の比も、広いと狭いの2傾向にあり、穂首の直径は栽培型の方が雑草型よりも明らかに太くなっており、サマイに混作される栽培型は、中間的な比率をもつ他の系統よりも高い比率を示した。栽培化過程において、穂が長くなり、穂首が太くなることは形態的に明瞭である。

耕作者が同所的生育地内において初期生育期間に擬態随伴雑草型と栽培型の差異を見つけることは、あまりによく似ているのでとても難しい。栽培化された一年生植物の種子発芽は通常素早く、斉一であるが、コドラやハトムギなどの多年生植物および雑草は若干遅くて不規則である（第5章も参照）。

同時に、コラティは厳しい乾燥環境のなかでの自然選択と人為選択の下で、雑種形成により、全体的にその諸形質を多様化した。擬態随伴雑草は他の穀類と一緒に収穫されて、心ならずも次の栽培期に再び一緒に播種されるのである。第3段階において耕作者は敵対的な雑草制御を好意的な制御に変化させた。さらに、第4段階において、この状態は混作に進むことになった。そこで、コラティは、イネへの二次作物サマイやコドラに対して、その二次作物ということで、つまり三次作物ということになる。

個別の混作畑での種構成比は夏の降雨量のような畑の条件次第で年ごとに変動する。早い生育段階では、同じ混作畑から収集した一群の植物種の中で互いの形態的差異を認識することはとても難しかった。種間と種内の特別な擬態変異は、草丈、葉の大きさ、分けつ数などの形態的形質に生じただけでなく、種子発芽パターン、種子の色、葉鞘の色などの生態的形質にも生じていたのである。サマイとコドラの葉鞘の色はコラティの葉鞘の色と関わる擬態であった。コラティの内外穎の色は同様にサマイの内外穎の色に関わる擬態であった。コラティの栽培化過程と伝播は他の穀物のいくつかの特性において精巧な擬態の手段で自ずから促進してきたのである。

コドラは多年生草本であるので、種子発芽、分けつ、草丈などは通常ゆっくりと進んでいく。それゆえ、コドラは他の種とは区別される。一方、他種間では、こうした諸特性は相互に同調していたので、これら、特に草丈や主稈の葉数は初期生育段階で区別することは非常に難しかった。

コラティの栽培型は今日も南インドではおおかたサマイとともに混作畑で栽培されており、一方で、オリッサ州の多様な農業生態的地位で、半栽培作物と擬態随伴雑草型はサマイとともに栽培されているばかりではなく、主にコドラ、シコクビエ、陸稲とも栽培されていた。キンエノコロ（コラティの雑草型）はインド亜大陸中だけではなく、北半球の熱帯や温帯に広く生育している。多様な型が、インド亜大陸の東部湿潤地域から南部乾燥地域(Sehgal et al. 1992)へと伝播する中で、デカン高原において乾燥条件と農業生態的地位に適応してきた。コラティの栽培型は他の穀物に擬態することで、生物文化多様性を幅広く促進してきた。

コラティの栽培型はいつも播種、収穫、そしてサマイとともに調理されてきた。栽培者は混合穀物をテルグ語で *tela samuru*（白いサマイを意味する）と呼んでいた。地方市場で1997年に購入した穀粒の混合率はそれぞれ、サマイ70%、コラティ27%であった(Kimata et al. 2000)。厳しい乾燥時に、サマイがまったく収穫できなくても、コラティはそれなりの収穫を与える。このような状況が乾燥気候に対して、他の穀物畑における二次作物の栽培化過程を進めるのである。

これらの穀物は6種類の伝統的食物を調理するために用いられる(Kimata and Sakamoto 1992, Kimata et al. 2000)。さらに、栽培化過程は栽培者による多様な地方名の言語認識によっても支持された。たとえば、コドラで生じる擬態随伴雑草や半栽培植物は *varagu korali* と呼ばれ、意味はコドラとまさに同じということである。一方で、サマイとともにある擬態随伴雑草や半栽培植物は *samuru korali* と呼ばれ、意味はサマイとまさに同じということである。栽培型は個別の地方言語や地域において多様な地方名(たとえば *korati*, *kora samuru*, *korin*)で呼ばれていた。言語的分化は栽培化過程に密接な関係を示している(Chandra and Koppa 1990; Kawase 1987; Kimata et al. 2000, Kimata unpublished; Kobayashi 1987, 1989)

コルネは独立した三次作物として単作されているが、コラティは現在も限定的な栽培植物としてサマイと混作されている。コルネはコラティよりも耐乾性に勝り、乾燥地域に特別適応してきており、おおよそ三次作物の段階に達している。他方、コラティの在来系統はオリッサ州よりも南インドの乾燥畑に適応してきた。コラティはほとんどいつもサマイと一緒に栽培されているが、1987年に観察されたように、サマイが厳しい旱魃で生育できないときには単作されているように見えた。こうしていずれコラティは独立した作物になるのだろう。コラティのこの三次作物としての栽培化過程は同所的な畑で、自然雑種形成、自然選択および人為選択によって種間および種内擬態から進行してきたと言えよう。

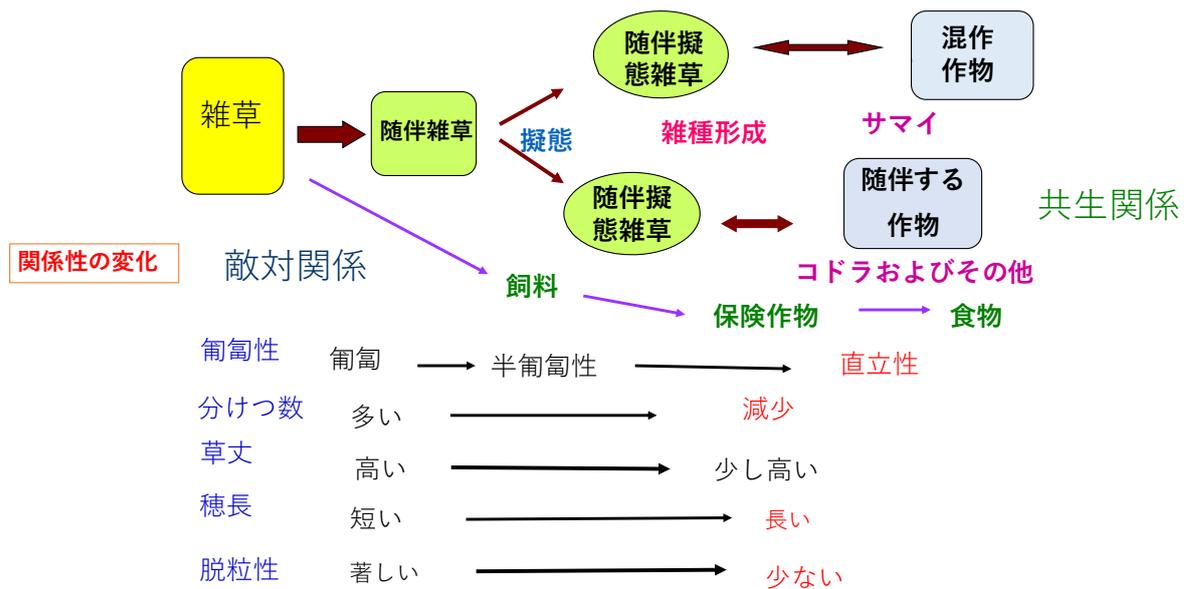


図 7.32. コラティにおける雑草から二次作物への栽培化過程

3) インド亜大陸での伝播経路

私たちの雑穀研究グループは、畏友小林央往の遺志を受け継ぎ、インド起源の雑穀の栽培化過程と伝播経路を調査研究してきた。私は主にコルネとコラティの栽培化過程の研究をしていたので、学部卒業論文や修士論文ではコドラ、サマイおよびインドビエを課題にした。このため、研究は学会での口頭発表に留まり、未発表のままであるので、要約を記しておく。

コドラはインドでおおよそ 2,000BC に栽培化されて、インド亜大陸中、主にマディヤ・プラデシュ州で栽培されている。生態的、形態的形質は雑草型を含めて 32 系統を用いて比較した。さらに、植物の帯色とイネへの擬態の間に関係は陸稲畑で収集した 6 系統を含む 16 系統で観察した。陸稲への二次作物としての栽培化過程を考察した。コドラはイネ栽培に関連して作物類似の特性を獲得して多年生から一年生へと生態的に変化した（石川、未発表）。その後、Ishikawa (2007) はさらに研究を進めて次のように述べている。AFLP 分析およびクロロプラスト *trnK/matK* region のヌクレオチド・シーケンスはともに栽培系統を南北の 2 グループに区分した。北の栽培系統は遺伝的にオリッサ州の陸稲畑から収集した雑草系統に関係していた。しかし、南の栽培系統はオリッサ州の陸稲畑の系統および南インドの雑草型の両方と緊密な関係を示した。さらに、コドラの起原に対する 2 つの代替仮説は次のように要約できる。(1) コドラはオリッサ州で栽培化され、その後、内陸や南インドに拡散した。(2) コドラはオリッサ州および南インドのどこかで独立的に栽培化された。

インドビエ *jangora* はインド、ネパール、パキスタンで穀物、飼料、あるいは救荒作物として栽培されている。この祖先種コヒメビエ *Echinochloa colona* はイネ水田の雑草である。形態的特性と AFLP 分析の結果を、コヒメビエ (7 系統) およびインドビエ (42 系統) で比較したところ、地理的栽培起源地はビハール州周辺で、その後、カルナタカ州を経てタミル・ナドゥ州へと伝播したと考えられる（加賀美、未発表）。

サマイはインド、ネパール、スリランカ、ミャンマーで食用と飼料として栽培されている。この祖先亜種 *Panicum sumatrense* subsp. *psilopodium* はイネ水田の雑草である。形態的特性と AFLP 分析の結果を、38 系統および腊葉標本 281 点で比較したところ、地理的起源は東インドと推定され、その後、南インドに伝播した（大塚、未発表）。

コルネはインドだけで、食用として粗放に栽培されており、その祖先種はやはりイネ水田の雑草である。形態的特性と AFLP 分析の結果を、パキスタンとインドで収集した雑草型と栽培型を含む 70 系統で比較したところ、地理的起源はオリッサ州の南部と推定され、タミル・ナドゥ州を経て、デカン高原に伝播したと考えられる（大坪、未発表）。

コルネはコラティよりも旱魃に強く、乾燥地に特異に適応してきており、ほぼ三次作物の段階に達している。キンエノコロは汎存種雑草であるが、この栽培型コラティはほとんどサマイかコドラの混作によって栽培されている (Kimata *et al.* 2000)。コラティは南インドではサマイとともに生育する二次作物として、およびオリッサ州では陸稲に対する二次作物として分離的に進化してきたようである (Kobayashi 1987, 1989)。コラティの在来系統はオリッサ州よりも南インドの乾燥した畑に適応してきた。コラティはほとんどいつもサマイとともに生育しているが、調査時 (1987) に観察したように厳しい旱魃の際に、サマイが生育できないときには単一で生育しているように思われる。このことはコラティが独立した作物になり得る可能性を示唆している。

4) まとめ

図 7.31 および図 7.32 に示したように、イネに随伴する擬態雑草から 2 次作物になったコドラ、サマイに、さらに随伴擬態して、いわば 3 次作物の混作栽培型としてコラティは栽培化過程にあると考えられる。随伴雑草型の擬態相手はオリッサ州ではイネからコドラ、サマイ、シコクビエであった。アンドラ・プラデシュ州からタミル・ナドゥ州、アンドラ・プラデシュ州、カルナタカ州、およびマハラシュトラ州に向かうにつれて、随伴する擬態相手はコドラから主にサマイへと移行していった。擬態随伴雑草型は随伴雑草型と混作栽培型の中間的型であり、栽培型の前段階または栽培型と随伴雑草型との雑種と考えられる。自然雑種形成と人為選択、およびこれらの結果による形態的変異と葉身色・葉鞘色変異による多様で複雑な栽培化過程は AFLP (DNA 断片長多型) の変異によっても支持された。イネがインド亜大陸に伝播し、半乾燥地であるデカン高原へと南下するにしたがって、天水田での陸稲栽培となり、イネに付随していた雑草のうち、ハトムギ、インドビエ、サマイ、コドラがイネより乾燥に耐え二次作物となった (de Wet *et al.* 1983a, b, c)。デカン高原の乾燥にさらに耐えうるコルネとコラティは二次作物・雑穀の二次作物、言い換えれば三次作物として栽培化が進んできた (Fuler *et al.* 2000, 2001, 2002)。東インドからオリッサ州に至って、随伴雑草型が、サマイとコドラに対する擬態随伴雑草型へと分化し、アンドラ・プラデシュ州、タミル・ナドゥ州、カルナタカ州へと伝播するなかでサマイ擬態随伴雑草から、サマイ混作栽培型へと栽培化過程が進んだと考えられる。

コラティは混作栽培から独立した栽培型にはなっていない。カルナタカ州では常にサマイと混播され、ともに収穫され、加工・調整して、3 種類の調理が作られていた。雨水が少ない条件ではコラティの収量比が多く、多ければサマイの収量比が多い。これによって生産物の内容が変化するが、地域の商店では混合した産品を *tela samuru* と呼び、地域の商店で販売していた。畑では雑草・作物複合が有効に働いて、双方で自然交雑が起こり、農

民からの人為選択も加わり、その過程で複雑な生物文化多様性を保ちながら、厳しい乾燥条件での混作栽培型が維持されていると言える。

多倍数性のキンエノコロの栽培型コラティの場合に、自然選択と人為選択の下で、主に擬態と、種間および種内の雑種形成によって多様性を増進してきたことを示した。この栽培化過程は乾燥気候に対する適応を付加することで促進し、同様に雑草、他の作物、および栽培者との間の対立関係から離れて、共生関係を形成してきた。コラティの栽培化過程は雑草・作物複合および植物・人間共生としての生物文化多様性の重要性を示している。コラティと近縁種の多様性は研究施設 *in situ* と農耕地 *ex situ* の両方で保全すべきである。

コルネとコラティの栽培化過程は植物と人間の共生による雑草・作物複合および農耕文化基本複合の重要性を示している。コルネ、コラティ、およびこれらの近縁種の生物多様性は施設でも現場 (*in situ* と *ex situ*) でも保全せねばならない。農民の畑で利用可能な多様性を示している集団種子標本は全インド調整雑穀改良計画 All India Coordinated Small Millet Improvement Project (バンガロール) および国立植物遺伝資源局 (ニューデリー) の保存施設で系統保存されてきたが、同様に、適当な農耕地の保全地が保護のために、現在も利用されているコルネとコラティの可能な生殖質の保全と提携する必要があると思う。

結論として、野外観察 (Kimata *et al.* 2000)、実験結果 (Kimata 2015a, 2015b) およびこれらの民族資料や言語資料に基づく雑穀の栽培化過程は非常に複雑であり、第 8 章で統合仮説を詳述する。雑穀の栽培化センターは東ガーツ山脈と南部デカン高原に及んでいる。この栽培化過程は雑穀と近縁種の間でまことに複雑であるけれども、雑草型と擬態随伴雑草型を経て二次起源による栽培化を理解するためにはとても有効である。エンバクとライムギは耐寒性を発達させたコムギに対する二次作物 (Vavilov 1926) であるが、インド起源雑穀は耐寒性を発達させた陸稲への二次作物であった。コルネはコラティよりも早魃に耐え、独立した作物になった。コラティはほとんど常にサマイと一緒に栽培されるが、しかし、厳しい早魃時にサマイが生育し損なった時には単一で生育することを観察した。これら 2 種はともにいわゆる三次作物で、言い換えれば、これらは他の雑穀と陸稲に対して二重の二次作物である。雑穀の栽培化過程は雑草・作物複合および植物・人間共生としての農耕文化基本複合の重要性を示している。

関連文献

石川裕子：東京学芸大学卒業論文 (1999)、東京学芸大学修士論文 (2001)：インド起源の雑穀コドラ *Paspalum scrobiculatum* L. の栽培化過程。

加賀美啓：東京学芸大学卒業論文 (2012)、インド亜大陸におけるインドビエ (*Echinochloa furumentacea*) の起源と伝播 — 形態的形質の比較と DNA 断片長多形 (AFLP 法) から

大坪礼乃：東京学芸大学卒業論文 2006：南インドの栽培植物コルネにおける種分化 PCR=RFLP 法による分析。東京学芸大学修士論文 2008：南インドの雑穀コルネ *Brachiaria ramosa* (L.) Stapf. の栽培化過程

大塚啓太：東京学芸大学卒業論文 (2011)：サマイの起源と大陸伝播 — 形態的形質と DNA 多型による種内比較調査。東京学芸大学修士論文 (2013) サマイのインド亜大陸における伝播。

- Fukuda, I. and M. Kimata. 1983. III-3. Legumes in Nepal. In ed. by I. Fukuda, Scientific Research on the Cultivation and Utilization of Major Crops in Nepal. pp.40-58. The Japanese Expedition of Nepalese Agricultural Research, Tokyo.
- 石川裕子・木俣美樹男 2001、コドラ (*Paspalum scrobiculatum*) の栽培化過程における形態的特徴、育種学研究 3 (別 1) : 154。
- Kimata, M. 1983. Characteristics of some grain crops, garden crops and weeds, and methods of cooking grain crops in Nepal. In ed. by I. Fukuda, Scientific Research on the Cultivation and Utilization of Major Crops in Nepal. pp.40-58. The Japanese Expedition of Nepalese Agricultural Research, Tokyo.
- Kimata, M. 1987. Grain crop cookery in South India, Research Team for the Studies on Millet Cultivation and its Agro-pastoral Culture Complex in the Indian Subcontinent, Kyoto University, pp.41-55.
- 木俣美樹男 1988、雑穀の栽培と調理 (分担執筆)、佐々木高明・松山利夫編『畑作文化の誕生 縄文農耕論へのアプローチ』、pp.189-211、日本放送出版協会。
- 木俣美樹男 1988、南インドにおける雑穀の栽培と調理について、生活学 第 13 冊 : 127-149。
- 木俣美樹男 1989、雑穀のルーツをもとめて、健康医学 437 : 43-48。
- Kimata, M. 1989. Grain crop cookery on the Deccan Plateau, Research Team for the Studies on Millet Cultivation and its Agro-pastoral Culture Complex in the Indian Subcontinent, Kyoto University, pp.33-50.
- 木俣美樹男 1990、インドの穀物料理、教室の窓 中学社会 新しい社会、No.343:6-8、東京書籍。
- 木俣美樹男 1991、インドにおける雑穀の食文化 (分担執筆)、『インド亜大陸の雑穀農牧文化』、pp.173-222、学会出版センター。
- 木俣美樹男 1995、シコクビエの酒・チャン (分担執筆)、山本紀夫・吉田集而編著『酒づくりの民族誌』 pp.219-226、八坂書房。
- 木俣美樹男 2000a. インド亜大陸北部における雑穀類の伝播 (Cultivation and utilization of small millets in north India)。MILLET NEWSLETTER 12:18-20.
- Kimata, M. 2000b. 南インドにおける 2 種の雑穀コルネ *Brachiaria ramosa* とキンエノコ *Setaria glauca* の栽培化過程、Domestication of *Brachiaria ramosa* and *Setaria glauca* in South India. MILLET NEWSLETTER 12:23-25.
- 木俣美樹男 2000c. 南インドにおけるイネ科雑穀のコルネおよびコラティの栽培化過程とその利用 (Domestication and utilization of two small millets, *korne* (*Brachiaria ramosa*) and *koralii* (*Setaria glauca*), Poaceae in South India)、育種学研究 2 (別 1) ; 245。
- 木俣美樹男 2002、世界の雑穀類と栽培状況、農林水産技術ジャーナル 25 (11) : 11-16。
- 木俣美樹男 2003、第 11 章雑穀の亜大陸インド、山口裕文・河瀬真琴編『雑穀の自然史—その起源と文化を求めて』、pp.145-162、北海道大学図書刊行会。
- 木俣美樹男、2008、シコクビエの酒・チャン (分担執筆)、山本紀夫編『酒づくりの民族誌』、pp.219-226、八坂書房。
- Kimata, M. and S. Sakamoto. 1992. Utilization of several species of millet in Eurasia. Bull. Field Studies Inst., Tokyo Gakugei University, 3:1-12.

- Kimata, M. and A. Seetharam. 1997. Processing and utilization of small millets in Eurasia. pp.112-114. National Seminar on Small Millets, Indian Council of Agricultural Research and Tamil Nadu Agricultural University.
- Kimata, M., S.G. Mantur and A. Seetharam. 1997. Cultivation and utilization of small millets in hill regions, Uttar Pradesh and Himachal Pradesh, India. Environmental Education Research, Tokyo Gakugei University. 7:33-43.
- Kimata, M., M. Kanoda and A. Seetharam. 1998. Traditional and modern utilizations of millets in Japan. Environmental Education Studies, Tokyo Gakugei University 8:21-29.
- Kimata, M., S. Fuke and A. Seetharam. 1999. The physical and nutritional effects of the parboiling process on the grains in small millets. Environmental Education Studies, Tokyo Gakugei University 9:25-40.
- Kimata, M., E.G. Ashok and A. Seetharam. 2000. Domestication, cultivation and utilization of two small millets, *Brachiaria ramosa* and *Setaria glauca* (Poaceae), in South India. Economic Botany 54(2):217-227 .
- Kobayashi, H. and M. Kimata. 1989. Millets in Maharashtra and Orissa in India. Research Team for the Studies on Millet Cultivation and its Agro-pastoral Culture Complex in the Indian Subcontinent, Kyoto University, pp.1-9.
- <口頭発表>
- 木俣美樹男 1987、インド亜大陸における雑穀の栽培と調理、生活学会 第13回秋季研究発表会。
- 木俣美樹男 1991、南アジアのキビの変異、第5回雑穀研究会シンポジウム。
- 木俣美樹男 1993、雑穀の利用、アジア民族文化フォーラム「南アジアの食文化」シンポジウム、アジア民族造形文化研究所。
- 木俣美樹男 1997、*Brachiaria ramosa* と *Setaria glauca* の栽培化と利用、第11回雑穀研究会シンポジウム。
- Kimata, M., E.G. Ashok and A. Seetharam. 1998. Domestication, cultivation and utilization of two small millets, *Brachiaria ramosa* (L.) Stapf. and *Setaria glauca* (L.) P. Beauv. in South India. p.25. VIIth International Symposium, International Organization of Plant Biosystematists.
- Kimata, M. 1999. Domestication of *Brachiaria ramosa* and *Setaria glauca*. XVI International Botanical Congress - Abstracts.
- Kimata, M. 2000. Domestication process of koralali, *Setaria glauca* (Poaceae). 41st Annual Conference, Society for Economic Botany. Abstracts pp. 14-15.
- 木俣美樹男・石川裕子 2002、南インドにおけるコラティ *Setaria glauca* のサマイ *Panicum sumatrense* およびコドラ *Paspalum scrobiculatum* への擬態と混作、第16回雑穀研究会シンポジウム
- 木俣美樹男・石川裕子 2004、コラティ *Setaria glauca* のサマイまたはコドに対する擬態と混作、第19回雑穀研究会シンポジウム。
- Kimata, M. and Y. Ishikawa. 2004. Mimicry and mixed cropping of *Setaria glauca* with *Panicum sumatrense* or *Paspalum scrobiculatum*, Ninth International Congress of Ethnobiology. A58.

Kimata Mikio, 2013, Domestication process of *Setaria pumila* (Poaceae) related to the weed-crop complex in Indian subcontinent, Conference Handbook p.86, 54th Annual Meeting of the Society for Economic Botany, Plymouth, UK.

引用文献

- Acharyar, R. B. K. R. 1921. A handbook of some South Indian grasses. Government Press, Madras, India, pp 109-113.
- Ambasta, S.P. 1986. The Useful Plants of India. Publications & Information Directorate, Council of Scientific & Industrial Research, New Delhi.
- Applied Biosystems. 2005. AFLP Plant Mapping Protocol. Foster City, CA, USA.
- Austin, D.F. 2006. Fox-tail millets (*Setaria*: Poaceae) - Abandoned food in two hemispheres. *Economic Botany* 60(2): 143-158.
- Aziz, K. 1983. Indian Cooking, Publishing Group, New York.
- Fuller, D. Q. 2002. Fifty Years of Archaeobotanical Studies in India: Laying a solid foundation. In S. Setter and Ravi Korisetter (eds.). *Indian Archaeology in Retrospect. Vol. III. Archaeology and Interactive Discipline.* pp.247-361. Indian Council of Historical Research, Manohar.
- Bai G, M. Ayele, H. Tefera, H. T. Nguyen. 1999. Amplified Fragment Length Polymorphism Analysis of Tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. *Crop Sci* 39: 819-824.
- Bellwood, P. and C. Renfrew. 2002. Foreword. pp.xiii-xiv. in P. Bellwood and C. Renfrew eds., *Examining the Farming/Language Dispersal Hypothesis*, McDonald Institute for Archaeology Research, Cambridge.
- Benabdelmouna, A., M. Abrirached-Darmency, and H. Darmency. 2001. Phylogenetic and genomic relationships in *Setaria italica* and its close relatives based on the molecular diversity and chromosomal organization of 5S and 18S-5.8S-25S rDNA genes. *Theor Appl Genet* 103: 668-677.
- Chandra, U., and M. N. Koppa. 1990. Diversity and domestication of minor millet species in Indian sub-continent. *Indian Journal of Plant Genetic Resources* 3(2):47-58.
- Chiba, Y., Y. Yamaguchi, K. Hiramoto, S. Yanagi, Y. Saito and T. Hamana. 2010. Studies on qualitative analysis of natural food colors in foods. *Annual Report of Center for Health and Environment, Miyagi Prefecture* 28:50-54.
- Cho, Y.G., M. W. Blair, O. Panaud, and S. R. McCouch. 1996. Cloning and mapping of variety-specific rice genomic DNA sequences; amplified fragment length polymorphisms (AFLP) from silver stained polyacrylamide gels. *Genome* 39:373-378.
- Church, A.H. 1886. *Food-grains of India.* The Committee of Council on Education, London.

- d' Ennequin, M. L. T., O. Panaud, B. Toupance and A. Sarr. 2000. Assessment of genetic relationships between *Setaria italica* and its wild relative *S. viridis* using AFLP markers. *Theor Appl Genet* 100: 1061-1066.
- de Wet, J.M.J., K.E. Prasada Rao KE, M. H. Mengesha and D. E. Brink. 1983a. Diversity in kodo millet, *Paspalum scrobiculatum*. *Economic Botany* 37:159-163.
- de Wet, J. M. J., K. E. Prasada Rao, M. H. Mengesha and D. E. Brink. 1983b. Domestication of sawa millet (*Echinochloa colona*). *Economic Botany* 37:283-291.
- de Wet, J. M. J., K. E. Prasada Rao, M. H. Mengesha and D. E. Brink. 1983c. Systematics and domestication of *Panicum sumatrense* (Gramineae), *Journal d' Agriculture Traditionnel et Botanique Applique* 30:159-168.
- Fukunaga, K., Z. Wang, K. Kato, and M. Kawase. 2002. Geographical variation of nuclear genome RFLPs and genetic differentiation in foxtail millet, *Setaria italica* (L.) P. Beauv. *Genetic Resources and Crop Evolution* 49: 95-101.
- Fuller, D. Q. and M Madella. 2000. Issues in Harappan achaeobotany: Retrospect and prospect. in *Indian Archaeology in Retrospect, Vol. II. Protohistory*. S. Settar and Ravi Korisettar (eds). Publications of the Indian Council for Historical Research, Manohar, New Delhi, pp317-390.
- Fuller, D. Q., R. Korisettar, and P. C. Venkatasubbaiah. 2001. Southern Neolithic cultivation systems: A reconstruction based on achaeobotanical evidence. *South Asian Studies* 17: 171-187.
- Fuller, D. 2002. An agricultural perspective on Dravidian historical linguistics: Archaeological crop packages, livestock and Dravidian crop vocabulary. Pp.191-213. in P. Bellwood and C. Renfrew eds., *Examining the Farming/Language Dispersal Hypothesis*, McDonald Institute for Archaeology Research, Cambridge.
- Ishikawa, Y. 2007. Domestication of kodo millet (*Paspalum scrobiculatum* L.) in India. Doctoral thesis for Kyoto University.
- Kawase, M. 1987. Variation and distribution of millets in South India. Pages 5-14 *in* S. Sakamoto, ed., *A preliminary report of studies on millet cultivation and its agro-postal culture complex in Indian sub-continent, I* (1985). Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Kawase, M. 1991. Millet and their phylogeny in Indian Subcontinent. pp.33-98. *in* Sakamoto, S. ed., *Agro-pastoral Culture Complex of Millets in Indian Subcontinent*, Gakkai-Shuppan Center, Tokyo (in Japanese).
- Kimata, M. 1983. Characteristics of some grain crops, garden crops and weeds, and methods of cooking grain crops in Nepal. Pages 40-58 *in* I. Fukuda, ed., *Scientific Research on the Cultivation and Utilization of Major Crops in Nepal. The Japanese Expedition of Nepalese Agricultural Research*, Tokyo, Japan.
- Kimata, M. 1987. Grain crop cookery in South India. Pages 41-55 *in* S. Sakamoto, ed., *A Preliminary Report of Studies on Millet Cultivation and its Agro-postal Cultre Complex in Indian Sub-continent, I* (1985). Kyoto University, Kyoto, Japan.

- Kimata, M. 1989. Grain crop cookery on the Deccan Plateau. Pages 33-50 in S. Sakamoto, ed., A Preliminary Report of Studies on Millet Cultivation and its Agro-postal Culture Complex in Indian Sub-continent, II (1987). Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Kimata, M. 1991. Food culture of millet in Indian Subcontinent. pp. 173-222. in Sakamoto, S. ed., Agro-pastoral Culture Complex of Millets in Indian Subcontinent, Gakkai-Shuppan Center, Tokyo (in Japanese).
- Kimata, M. and S. Sakamoto. 1992. Utilization of several species of millet in Eurasia. Bulletin of Field Studies Institute, Tokyo Gakugei University 3:1-12.
- Kimata, M., E. G. Ashok and A. Seetharam. 2000. Domestication, cultivation and utilization of two small millets, *Brachiaria ramosa* and *Setaria glauca* (Poaceae), in South India. Economic Botany 54(2):217-227.
- Kimata, M. 2016a. Tertiary domestication process of *korati*, *Setaria pumila* (Poaceae) through the mimicry to other grain crops in the Indian Subcontinent. Ethnobotanical Note 9:25-38.
- Kimata, M. 2016b. Domestication process of *korati*, *Setaria pumila* (Poaceae), in the Indian subcontinent on the basis of cluster analysis of morphological characteristics and AFLP markers. Ethnobotanical Note 9: 39-51.
- Kimata, M. 2016c. Domestication process and linguistic differentiation of millets in the Indian subcontinent. Ethnobotanical Note 9: 12-24.
- Kimata, M. 2016d. Domestication and dispersal of *Panicum milliaceum* L. (Poaceae) in Eurasia. Ethnobotanical Note 9:52-65.
- Kimata, M., E. G. Ashok and A. Seetharam. 2000. Domestication, cultivation and utilization of two small millets, *Brachiaria ramosa* and *Setaria glauca* (Poaceae), in South India. Economic Botany 54(2):217-227.
- Kobayashi, H. 1987. Mimic and associated weeds with millets and cultivation methods of millets in the Indian subcontinent. In: S. Sakamoto (ed.) A preliminary report of studies on millet cultivation and its agro-postal culture complex in Indian sub-continent, I (1985). Kyoto University, Kyoto, Japan, pp 15-40.
- Kobayashi, H. 1989. Mimic and associated weeds with millet and rice cultivation in Orissa and Maharashtra in India. In: S. Sakamoto S (ed.) A preliminary report of studies on millet cultivation and its agro-postal culture complex in Indian sub-continent, II (1987). Kyoto University, Kyoto, Japan, pp. 11-32.
- Kobayashi, H. 1991. The origin of secondary crops of millet in India. pp. 99-140 in Sakamoto, S. ed., Agro-pastoral Culture Complex of Millets in Indian Subcontinent, Gakkai-Shuppan Center, Tokyo (in Japanese).
- Lakshmi, M., M. Parani, S. Rajalakshmi and A. Parida. 2002. Analysis of species relationship among seven small millets using molecular markers, J. Plant Biochemistry & Biotechnology 11: 85-91.

- Lin, H., G. Liao, C. Chang, C. Kuoh and S. Chang. 2012. Genetic diversity in the foxtail millet (*Setaria italica*) germplasm as determined by agronomic traits and microsatellite markers. *Australian Journal of Crop Science* 6(2): 342-349.
- Machioka, R., M. Yamaguchi, S. Horiuchi, H. Matsui and H. Kurooka. 1995. Chemotaxonomic classification of native wild Japanese grapes by anthocyanins in berry skin. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64(3):463-470.
- Maeshwari, J. K. 1987. Interdisciplinary approaches in ethnobotany. ed. by Jain, S. K. In *A Manual of Ethnobotany*. Scientific Publishers, Jodhpur, India.
- Murray, M. G. and W. F. Thompson. 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Research* 8: 4321-4325.
- Nakao, S. 1967. The origin of Agriculture. pp.329-496 in M. Morishita and T. Kira, eds., *The Nature --- ecological studies*, Chuoukouronsha, Tokyo (in Japanese).
- Nei, M. and S. Kumar. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- Netolitsky, F. 1914. Die Hirse aus antiken Funden. *Sitz.-Ber. Akad. Wien. Math.-Nat.* 6.
- Ohnishi, O. 1998. Search for the wild ancestor of buckwheat III. The wild ancestor of cultivated common buckwheat, and of Tartary buckwheat. *Economic Botany* 52:123-133.
- Pokharia, A.K. 2008. Palaeoethnobotanical record of cultivated crops and associated weeds and wild taxa from Neolithic site, Tokwa, Uttar Pradesh, India. *Current Science* 94(2): 248-255.
- Sahni, J. 1986. *Classic Indian Cooking*, Dorling Kindersley, London.
- Sakamoto, S. 1987. Origin and dispersal of common millet and foxtail millet. *Japan Agricultural Research Quarterly* 21(2): 84-89.
- Sakamoto, S. 1987. A preliminary report of studies on millet cultivation and its agro-pastoral culture complex in Indian sub-continent, I (1985). Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Sakamoto, S. 1988. *Origins and Dispersals of Millets - An Eurasian Ethnobotany*. Nihonhoso-shuppan-kyokai, Tokyo, Japan (in Japanese).
- Sakamoto, S. 1989. A preliminary report of studies on millet cultivation and its agro-pastoral culture complex in Indian sub-continent, II (1987). Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Sakamoto, S. 1991. *Agro-pastoral Culture Complex of Millets in Indian Subcontinent*, Gakkai-Shuppan Center, Tokyo (in Japanese).
- Saldanha, C.J. and D.H. Nicolson. 1976. *Flora of Hassan District, Karnataka, India*. p. 713-714. Amerind Publishing Co. New Delhi.
- Sauer, J. D. 1976. Grain *Amaranthus* (*Amaranthus* sp., *Amaranthaceae*). In *Evolution of Crop Plants*, ed. Simonds, N. W., pp.4-6. Longman, London.
- Sehgal, J. L., D. K. Mandal, C. Mandal, and S. Vadivelu. 1992. *Agro-Ecological regions of India*. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India.

- Singh, H.B., and R. K. Arora. 1972. *Raishan* (*Digitaria* sp.) - a minor millet of the Kashi Hills, India. *Economic Botany* 26:376-380.
- Singh, N. P. 1988. *Flora of Eastern Karnataka*. Vol. II: 660-662, 708-710. Mittal Publications, Delhi, India.
- Southworth, F.C. 2005. *Linguistic Archaeology of South Asia*. Routledge Curzon, London.
- Suyama, Y. 2001. AFLP analysis, In: *The Society for the Study of Species Biology* (ed.), *Molecular Ecology of Woody Species* (in Japanese). Bun-ichi Sogo Shuppan Co., Tokyo, pp 251-262.
- Tsuda, T., I. Suda and T. Tsushida. 2009. *New Aspect of Anthocyanins Science - Development of Health Benefits and practical Use -*. Kenpakusha, Tokyo (in Japanese).
- Vavilov, N. I. 1926. *Studies on the origin of cultivated plants*. Bull. Appl. Bot. Plant Breed. (Leningrad), 16(2):1-248.
- Wang, Y., H. Zhi, W. Li, H. Li, Y. Wang, Z. Huang and X. Diao. 2009. A novel genome of C and the first autotetraploid species in the *Setaria* genus identified by genomic *in situ* hybridization. *Genetic Resources and Crop Evolution* 56(6): 843-850
- Weber, S. A. 1992. *South Asian Archaeobotanical Variability*. In: C. Jarrige (ed.) *South Asian Archaeology 1989*, Prehistory Press, Madison Wisconsin, pp. 283-290.
- Yabuno, T. 1962. Cytotaxonomic studies on the two cultivated species and the wild relatives in the genus *Echinochloa*. *Cytologia* 27:296-305.
- Zhao, M., H. Zhi, A. N. Doust, W. Li, Y. Wang, H. Li, G. Jia, Y. Wang, N. Zhang and X. Diao. 2013. Novel genomes and genome constitutions identified by GISH and 5s rDNA and knotted 1 genomic sequences in the genus *Setaria*. *BMC Genomics* 14:244.

参考文献

- Baker, H.G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. In "The Genetics of Colonizing Species" (eds. Baker, H.G. and G.L. Stebbins), Academic Press, New York.
- Baker, H.G. 1976. The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. System.* 5:1-24.
- Baker, H.G. 1970. *Plants and Civilization*, Wadsworth Publishing Co., Inc., California, US.
- Bellwood, P. and C. Renfrew (ed.). 2002. *Examining the farming/language dispersal hypothesis*. University of Cambridge, Cambridge.
- Board on Science and Technology for International Development. 1996. *Lost Crops of Africa*. Vol.1 Grains. National Academy Press. 383pp. Washington D.C., USA.
- Cotton, C.M. 1996. *Ethnobotany - Principles and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd., London. 木俣美樹男・石川裕子訳 2004、*民族植物学—原理と応用*、八坂書房、東京。

- de Candolle, A. 1886. *Origin of Cultivated Plants*. Kegan Paul, Trench & Co., London, p376-378.
- Fuller, D.Q. and M. Madella 2000. Issues in Harappan achaeobotany: Retrospect and prospect. in *Indian Achaeology in Retrospect, Vol. II. Protohistory*. In: Settar S, Ravi Korisettar (eds) Publications of the Indian Council for Historical Research, Manohar, New Delhi.
- Fuller, D.Q., R. Korisettar and P.C.Venkatasubbaiah 2001, Southern Neolithic cultivation systems: A reconstruction based on achaeobotanical evidence. *South Asian Studies* 17: 171-187
- ハーラン, J. R. 1979、熊田恭一・前田英三訳 1984、*作物の進化と農業・食糧*、学会出版センター、東京。
- Holzner, W. 1982. Concepts, categories and characteristics of weeds. In “Biology and Ecology of Weeds” (eds. Holzner, W. and N. Numata), Junk Publ. London.
- Johnson, M. (ed.) 1992. Research on traditional environmental knowledge: its development and its role. In: *Lore: Capturing Traditional Environmental Knowledge*. Dene Cultural Institute, Fort hay, Canada.
- ジョージ, S. 1977、小南祐一郎・谷口真里子訳 1984、*なぜ世界の半分が飢えるのか—食糧危機の構造*、朝日新聞社。
- 木俣美樹男 1988、南インドにおける雑穀の栽培と調理について、*生活学* : 13-127-149.
- 木俣美樹男 1990、インドにおける雑穀の食文化、(阪本寧男編) *インド亜大陸の雑穀農牧文化*、学会出版センター、東京。
- 木俣美樹男 1994、キビの地理的変異と民族植物学、*種生物学研究* 18 : 5-12.
- 木俣美樹男 2003a、雑穀の亜大陸インド、山口裕文・河瀬真琴編著、*雑穀の自然史—その起源と文化を求めて*、北海道大学図書刊行会、札幌。
- 木俣美樹男 2003b、森林の伝統文化と環境学習—民族植物学フィールド調査から、*グリーン・パワー*、森林文化協会。
- 木俣美樹男 2010、*雑穀の文化誌* 1~12、*グリーン・パワー*、森林文化協会。
- Kimata, M. ed. 2016. *Ethnobotanical Notes No. 9, Plants and People Museum, The Institute of Natural and Cultural History, Kosuge, Yamanashi*.
- 小林央往 1990、インドにおける雑穀二次作物の起源、(阪本寧男編) *インド亜大陸の雑穀農牧文化*、学会出版センター、東京。
- 中尾佐助 1966、*栽培植物と農耕の起原*、岩波書店、東京。
- 中尾佐助 1967、*農業起原論*、(森下正明・吉良竜夫編) *自然—生態学的研究*、中央公論社、東京。
- Nazarea, V.D., 1998. *Cultural Memory and Biodiversity*, The University of Arizona Press, Tucson, US.
- Rangarajan, S. 1996. *The Hindu Survey of Indian Agriculture 1996*. National Press. 183pp. Chennai, India.
- Riley, K.W., S.C. Gupta, A. Seetharam and J.N. Mushonga. 1993. *Advances in Small Millets*. Oxford & IBH Publishing. 557pp. New Delhi, India.
- 阪本寧男 1988、*雑穀のきた道—ユーラシア民族植物誌から*、日本放送出版協会、東京。

- Seetharam, A., K.W. Riley and G. Harinarayana. ed. 1986. *Small Millets in Global Agriculture*. Oxford & IBH Publishing. 392pp. New Delhi, India.
- Shiva, V. 1993、高橋由紀・戸田清 1997 訳、*生物の多様性の危機—精神のモノカルチャー、三一書房*。
- Smartt, J. and N.W. Simmonds ed. 1995. *Evolution of Crop Plants*. 531pp. Longman Group, UK.
- Vavilov, N. I. 1926. *Studies on the Origin of Cultivated Plants*. Inst. Bot. Appl. Amel. Plants. Breeding 16:1-245. Leningrad.
- 山口裕文編著 1997、*雑草の自然史—たくましさの生態学*、北海道大学図書刊行会、札幌。