みんぱくリポジトリ
国立民族学博物館学術情報リポジトリ National Museum of Ethnolo

植物のドメスティケーション：キビ Panicum miliaceum L. の栽培起源

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2010-03-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 木俣, 美樹男 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15021/00001147

山本紀夫編『ドメスティケーション――その民族生物学的研究』
国立民族学博物館調査報告　84:205-223(2009)

キビ *Panicum miliaceum* L. の栽培起源

木俣　美樹男
東京学芸大学　環境教育実践施設

キビ *Panicum miliaceum* L. はユーラシア大陸全域において新石器時代以来の文明を支えてきた重要な食料であり，今日も日本を含めた世界各地で栽培され，多様に利用されている。世界各地でのフィールド調査により収集されたキビの種子と腊葉標本を用いて実験・観察を行い，穂型などの形態的特性，開花までの日数などの生態的特性，交雑稔性，フェノール呈色反応，デンプンや脂肪酸などの生体成分の特性，これら特性の地理的変異の分布，言語学からの証拠，考古学からの証拠，および食文化など伝統的利用法から，キビの系統関係および植物学的・地理学的な栽培起源と伝播について総合的に考察した。キビは中部アジア，とりわけアラル海から南西の天山山脈周辺でイヌキビの野生型亜種から栽培化され，ユーラシア大陸の東西に伝播し，さらにインド亜大陸やシベリアなど南北へも伝播したといえよう。

1　はじめに
2　キビの地理学的起源
　2.1　植物分類学上の位置づけ
　2.2　地理学的な栽培起源
　2.3　言語学からの証拠
　2.4　考古学からの証拠
3　キビの地理的変異
　3.1　形態的および生態的特性
　3.2　交雑稔性
　3.3　生体成分の特性
4　キビの伝統的利用
5　植物学的起源および地理学的起源

＊キーワード：地理的変異，中部アジア，伝播，キビ，栽培起源

1　はじめに

キビはユーラシア大陸全域において，その新石器時代の文明を支えた重要な食料であった。今日でも北西インド亜大陸，ウクライナ，北中国などユーラシア各地で伝統的に広く栽培され，重要な食料や飼料となっているほか，アフリカ，北米，オーストラリアでも栽培されている。日本では50年ほど前までは北海道ほか全国各地で経済的価値をもって相当量が栽培されていたが，近年では著しく少なくなり遺存的に栽培されている。しかしながら，最近，自然食，在来品種や有機農業の見直しもあって，栽培の増加が見られる。C_4植物であるキビはすぐれた耐乾性や早熟性などのゆえに半乾燥地や丘陵地域における有力な穀物としての特性を有しているので，今後，地球規模の砂漠化の進行や人口の急増に対応する重要な食糧資源としての再評価が必要である。

栽培植物の起源と伝播を研究する材料として，キビはいくつかの点ですぐれている。

たとえば，在来性の高い品種がユーラシア各地で今日も栽培されている。祖先種あるいは逸出種と考えられる雑草性の高い種内変異群が新旧大陸で報告されている（Sholz and Mikokáš 1991）。キビ属の栽培種にはほかにサマイとサウイがあり，平行・多元的に栽培化の過程を比較できる。多くの野生種がアフリカ大陸，インド亜大陸および新大陸において食糧，飼料，薬用などに利用されている。

栽培植物の植物学的起源および地理学的起源を研究するには，植物学の研究手法を中心としながらも，民族学，考古学，言語学などのいくつかの研究手法を合わせ用いる必要がある。なぜならば，栽培植物の起源と伝播は過去１万年から未来へと続く植物と人類の共生関係への歴史であり，栽培植物は野生植物とは明らかに異なるいくつかの植物学的形質を人為選択によって獲得しているからである。また，栽培・加工・調理に関わる技術や道具などと一緒に栽培植物は一つの農耕文化複合として伝播するので（中尾 1967），文化人類学的なフィールド調査の手法も有効である。

2 キビの地理学的起源

2.1 植物分類学上の位置づけ

イネ科キビ属はアフリカ，ユーラシアから新大陸までに，約470種が分布している。キビ属植物はインド亜大陸でもアフリカでも，主にサバンナ地帯で広く野生種の利用が見られる。これらの中で栽培化されたのは３種で，キビ *Panicum miliaceum* L., インド起源のサマイ *P. sumatrense* Roth. およびメキシコ起源のサウイ *P. sonorum* Beal. である。キビは一年草本で，一般に初夏に播種し，秋に収穫する。栽培キビの形態的変異は著しいが，草丈はおおよそ１から２メートル，分げつはあまりせず，植物体全体に毛が多い。総状花序は枝梗を分岐し，小穂は第３枝梗上に互生する。小穂は不稔花と稔実花からなり，穎花は１雌ずいと３雄ずいよりなり，一般に自家受精する。内外穎は滑らかで光沢があり，その色の変異は著しい。

Scholz & Mikoláš（1991）はキビを３亜種に分類している。(1) イヌキビ subsp. *ruderale*（Kitag.）Tzvelev はキビ subsp. *miliaceum* の逸出種で，種子は小さくて，脱粒性，疎らな円錐花序をもち，世界的に広く分布する雑草（2n ＝36（4x），ca. 36）である。この雑草型はユーラシアの各地に生育が見られ，小粒の種子は全部脱落する。栽培型キビから逸出したと考えられているが，祖先型の可能性もある。(2) subsp. *agricolum* H. Scholz et Mikoláš は subsp. *miliaceum* から突然変異によってでき，栽培型とイヌキビとの中間的な特徴をもち，中央ヨーロッパに分布している（2n ＝ ca. 36，36）。除草剤耐性で中部ヨーロッパのトウモロコシ畑によく生える。(3) キビ subsp. *miliaceum* には栽培型（cultivar）と非栽培型（crop-like weedy biotype）がある（写真１）。後者はオーストラリア，スロバキア，カナダでみられている。栽培型

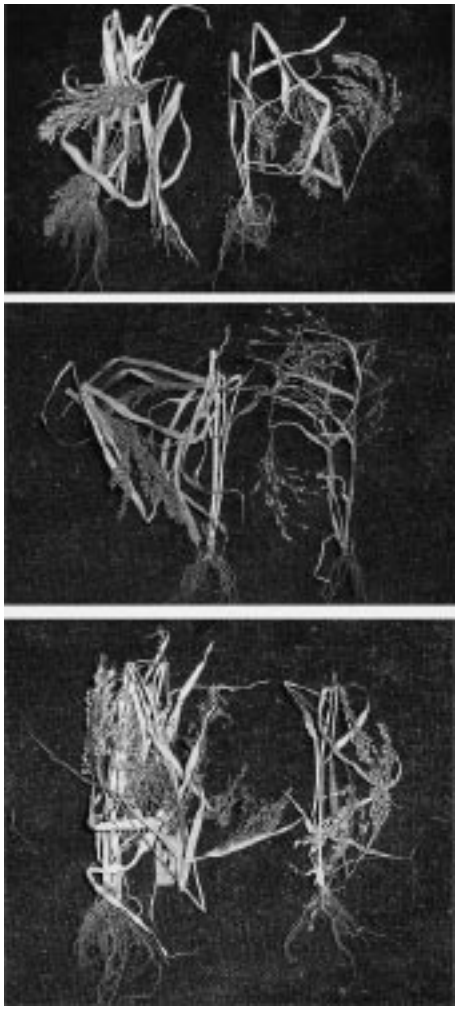

写真１　中央アジアのキビとその擬態随伴雑草
上；栽培型（左）と逸出雑草型（右），中；栽培型（左）とイヌキビ（右）ssp. *ruderale*
下；栽培型（左）と雑草型（右）ssp. *agricolum*

は倍数性が著しく，染色体数は2n＝36（4x），40，49，54（6x），72（8x）の報告がある。トウモロコシ畑などで見られる擬態随伴雑草 biotype は内外穎の大きさや種子重によって形態的にも栽培型と区別され，前者は種子脱粒性が著しい。

従来，日本では穂型で次のように３分類されてきた。穂が散開する平穂型 var. *effusum*，一方に片寄る寄穂型 var. *comtractum* および密生する密穂型 var. *compactum* であるが，穂型はユーラシア全体で比較すると連続的な変異である。日本の在来品種の穂型は大半が寄穂型，北海道の在来品種は平穂型で，密穂型はまったく見られない。Лысов（1968）および Lysov（1975）によれば旧ソビエト連邦内のキビの穂型は著しく多様な地理的変異を示し，５群に分類される。（1）miliaceum 系統は花序の形態が野生種に似ている。（2）patentissimum 系統は細長くまばらな穂型を示すが，（1）系統との区別が難しい。この２系統は東ヨーロッパから日本にまで分布している。（3）contractum 系統は密で垂れ下がる花序をもつ。（4）compactum 系統は円柱状に直立する花序をもつ。（5）ovatum 系統は密で，いくぶん湾曲した卵形の花序をもつ。しかし，この分類群は必ずしも分類学的に妥当な系統群 races とは認識されていない。キビの種内分類は穂型など単一の形質だけでは困難であるので，いくつかの形質のマトリックスとして分類群を考える必要がある。Gerarde（1597）はキビが16世紀にはヨーロッパ各地で栽培，調理されており，花序の疎密で２型があることを示している（図１）。

図１　ヨーロッパで16世紀に栽培されていたキビの２型（Gerarde 1597; カンタベリー大聖堂図書館所蔵）

2.2　地理学的な栽培起源

キビはユーラシア全域の新石器時代を支えた最も古い栽培植物の１種でありながら，未だに植物学的な起源，すなわち祖先野生種が明らかになっていない。一方，栽培化の地理学的起源については諸説がある。Vavilov（1926）はユーラシア各地のキビの詳細な分類地理学的解析から，形態的多様性はモンゴルや中国など東部アジアおよび西トルキスタン各地など中央アジアにおいて高く，また，ヨーロッパ地域では南東部に向かうほど高いことを認めて，モンゴルと中国北東部で栽培化されたと考えた（写真２）。その後，キビは遊牧民によってアジアからヨーロッパに伝播したと推測した。

Harlan（1995）は，キビは集中的に研究されてきておらず，ユーラシアにおける考古学的調査も不十分であるので，キビの地理学的な栽培起源地について次の３つの可能性を示唆した。①中国で栽培化され，新石器時代の4000BC 以前にヨーロッパに伝播した。②ヨーロッパで栽培化されて，中国に伝播した。③複数の地域で栽培化がなされた。この時代に広く伝播した栽培植物の事例はほかにないし，中国の作物は非常に遅い時代になってからしかヨーロッパに伝播していない。したがって，現在の乏しい知見では東西で独立的に栽培化されたと考えておくのが適当であろうとした。Nesbitt（2005）もトランス・コーカシアと中国における独立的な栽培化（約6000BC）を支持している。

キビは栽培型でも在来品種によっては雑草的で脱粒性が著しく，北アメリカのミシシッピー上流域で強害雑草になっている。ヨーロッパ・ロシアから東部シベリアにおいても雑草的で，帰化しており，あるいは逸出したかどこにでも生えている。非常に注意深く分析しないと，雑草的系統から野生系統を区別することは，不可能でないとしても困難である。同様に，Harlan（1992）は作物・雑草複合について興味深い指摘をし，雑草と作物はしばしば共通の祖先系統から出ていて，作物が随伴雑草をもっている所では

写真２　内モンゴルの栽培型キビ（左）および雑草型イヌキビ（右）

作物・雑草複合の状態にあると述べた。とても厄介なのは２次起源作物形成のような異種間での擬態ではなく，同種間の擬態である。実際に，キビは種内に擬態随伴雑草をもっており，祖先野生種を明らかにするためには確かに注意深い解析をせねばならない。

中尾（1967）はインド亜大陸にはキビ属植物の野生種が多く，また，近縁種のサマイがインドで栽培化されたことを考慮して，キビはインドあるいはインド北西部で起源し，地中海方面と西北方向のヨーロッパに伝播したとしている。Sakamoto（1987）は次の５点から，キビは中央アジア，アフガニスタンからインド亜大陸北西部で栽培化されて，ここから東西の両方向に，ヨーロッパと中国に伝播したとしている。すなわち，①キビは東アジア，ヨーロッパばかりでなく，中央アジアや中東の新石器時代の遺跡からも出土しており，ユーラシア中で栽培された最も古い栽培穀物である。②伝統的な調理法がユーラシア全域で今も見られる。③植物学的特徴の多様性が東アジアばかりではなく，中央アジア周辺地域でも見られる。④栽培型にごく近縁の雑草型が北中国，中央アジアおよび東ヨーロッパに広く分布しており，この雑草型が祖先種であると推測される。⑤多様性の中心は必ずしも起源地ではなく，中国は多様性の２次的中心と考えることができる（阪本 1986）。

2.3　言語学からの証拠

de Candolle（1883）は，キビはヨーロッパ各地でも野生に近い状態で見られ，この特性はほかの地域では疑わしく，また，エジプトには dokhn，アラビアには kosjaejb という呼称があり，歴史学および言語学的な比較からエジプトからアラビア半島にかけての地域で栽培化されたと考えた。

初期の農耕集団の拡散が語族の拡散と関連しているかもしれないという仮説は近年，多くの論議を巻き起こした。Bellwood and Renfrew（2002）はこの方法論によってオーストロネシアとインド・ヨーロッパ語族の広がりを説明しようと試みて，数年来，世界規模での農耕集団と語族に対して仮説を適用しようと企ててきた。これらの企図は，農耕地帯の主な語族の故郷と伝播史，および初期の食料生産様式の起源地と伝播史の間

の明瞭な相互関係を映し出すことである。農耕／言語伝播仮説は現在では考古学，言語学や遺伝学の学問領域を超えて共同し，比較して検証が進められている。

農耕／言語伝播仮説に沿って東アジアの新石器時代の拡散を見ると，Gansu からの Bodic グループの拡散は3000BC のヒマラヤ地域へと，Majiayao（3900～1800BC）と Yangshao 新石器文化（5550～2700BC）の波及によって，キビとアワ *Setaria italica* P.Beauv.（最初に華北高原で栽培化された）が伝播したことを意味している。Sino-Botic はこの時期以前に Sinitic と Bodic に分かれていたのかもしれない。この伝播は

表１　キビの地方名

地　域	国名（地域）	現　　代　　名	古　　名
東アジア	中国	chi, shu, shuzi, nianmi, huangmi	shu
	内モンゴル	horei bata	
	朝鮮	kijan	
	日本	kibi, inakibi, kokibi	kimi, shipshi-kepp
中央アジア	カザフスタン	psheno	
	アフガニスタン	arzan	
南アジア	パキスタン		
	北部	olean, chiena, cheena, bau, onu	
	南部	tzetze	
	インド		
	北部	charai, china, sawan, cheena, chin, cheena, worga	vreelib-heda, unoo, vreehib-heda
	南部	wari, tane, cheena, baragu, pani baragu, variga, varagu, katacuny	
	ネパール	china	
	スリランカ	mene’ri	
西アジア	アラビア	kosjaejb, kosaejb, dokhn	
	トルコ	dari,　kundari	
	イスラエル	dokhan	
アフリカ	エジプト	dokhn	
ヨーロッパ	ギリシア		kegchros
	ハンガリー	ko”les	
	ロシア	proso	
	ポーランド	proso	
	クロアチア	proso	
	リトアニア		sora
	オランダ	gierst	
	ドイツ	rispen hirse	
	イタリア	milium	miglio
	スペイン	mijo comun	
	フランス	millet commun	
	イギリス	common millet	mill

河瀬 1991，阪本 1986ほか。

２つのルートをとった。Majiayao 新石器文化は，主要な古内陸アジア交易ルートに沿って西方に広がり，ヒマラヤを越えてカシミールとスワットにおける北方ないしカシミール新石器文化（2500～1700BC）を確立した。同じ時期に，Majiayao 文化集団は Gansu から東チベットを経由して南進し，南東チベット，ブータンおよびシッキムに至り，Chab-mdo および北シッキムの新石器文化を確立した。この両文化は Majiayao 新石器文化の植民的な象徴と見なせよう（van Driem 2002）。

キビの呼称について文献（阪本 1986; 河瀬 1991; Austin 2006ほか）や各国語の辞書などで調べてまとめてみた（表１）。地域によって独自の呼称がある一方で，南欧のように「mi-」，中東のように「dok-」で始まる呼称，旧ソビエト連邦の東欧では「proso」という呼称でまとまりが認められる。南アジアでは独自の呼称のほかに「chin-」に近い呼称が多い。これは中国の王朝秦「Qin」（778-206BC）から中国が China と呼称されるようになったので，これがキビの呼称にもなったとすれば，中国から伝播したことを示唆している。一方，多様な独自の呼称は栽培が古くからなされていたことを示していると考えることができる。

2.4　考古学からの証拠

キビは Dadiwan 大地湾文化（6000～5000BC），Yangshao 仰韶文化（5000～3000 BC）の２つの遺跡で記録されている（An 1989）。Chun ら（2004）はキビとアワが 8000～7000aBP の間に黄河高原の南部で栽培化された。しかし，この地の北部では天水による穀物栽培は衰退し，遊牧または遊牧優先文化が ca. 3600aBP から起こってきたと述べている。

Cohen（1998）によれば，４倍体のキビ（2n = 4x = 36）の祖先種はまだ分かっていない。キビが中央アジアで最初に栽培化されたとすると，中国は第２次多様性中心である。キビはアワとタイマ *Cannabis sativa* L. とともに数少ないステップ起源の栽培植物である（Harlan 1992）。乾燥に強く，肥沃でないアルカリ土壌でも粗放な栽培が可能である。キビは Dadiwan 文化（6000BC 初期）などの10ヶ所の遺跡から少量しか発見されておらず，このことは相対的に伝播が遅いことを示唆し，中央アジアから北中国へと伝播した可能性をうかがわせている。

ベルギーの鉄器時代の遺跡から出土したキビは量的に多いので，主要な穀物であったようだ（de Ceunynck 1991）。北ドイツの新石器時代の遺跡からも見つかっている（Hopf 1982）。フランスの西部では青銅器時代早期（1800-1500BC）に，地中海地域ではおおよそ3000BC に，南部では青銅器時代終期（1100-700BC）と鉄器時代に出土している。キビの祖先野生種はまだ不明確ではあるが，野生型（*P. miliaceum* subsp. *ruderale*（Kitag.）Tzvelev = *P. spontaneum* Lyssov ex Zhuk）は中央アジアからモンゴル・中国に広く生えている。ギリシアの d'Argissa では無土器時代（6000-5000BC）に，

中央ヨーロッパでは4400-4000BC の遺跡で見つかっている（Marinval 1991; 1995）。

北西イランの Haftavan で1550BC の層でたくさんのキビが見つかった。キビは北方からイラクとトルコに伝播したと考えられる（Nesbitt and Summers 1988）。中央アジアの農耕社会は6000BC 初頭までに興って，野生的な特性を残した栽培植物がインド亜大陸に伝播したと考えられる。北アフガニスタンの Shortughai とパキスタンの Pirak では2000BC の層から出ている。キビは早熟で，乾燥に強いので，旱魃でオオムギやコムギが実らなかった時に有用であったと考えられる（Willcox 1991; 1992）。Indo-Greek 期（遅い1000BC）にはカシミールからキビが出ている（Lone *et al.* 1993）。de Wet（1995）は伝播の時代とルートはまだ不明瞭であるが，キビは中央アジアかアフガニスタンからインドに伝わったと考えている。なぜなら，インドのキビはアフガニスタン，中国および旧ソビエト連邦で生じた race patentissimum に分類できるからである。

初期のハラッパーの新石器時代遺跡（4000～2550BC）からは中心地域でオオムギとコムギ，辺縁地域からキビが出土している。この時代は冬作物にとって土壌や気候が不適となり，夏作物が栽培されるようになったようだ。隆盛期になるとキビは広く出土が見られるようになる（Weber 1996; Fuller 2002）。

Zohary and Hopf（2000）はキビがもっとも強い穀物であり，暑熱，痩せた土壌，度重なる旱魃に耐え抜き，早熟ゆえに短い雨季があれば十分に生育するので，キビこそ古典的な雑穀であるとしている。祖先野生型は明らかではないが，キビの雑草型（*P. miliaceum* subsp. *ruderale*）は，西ではアラル－カスピ海盆地から，東ではシンチャン・ウイグルとモンゴルまで，中央アジアに広く分布している。最近では，脱粒性をもった雑草型が中部ヨーロッパと北アメリカに広がっている。おそらく，中央アジアの広大な半乾燥地帯に雑草型ばかりでなく，本物の野生型が残っていると思われる。しかし，中央アジアでは早い時期の考古学的証拠がいまだにないが，不十分な考古学資料でも，中央アジアで栽培化されただろうという考えは捨てきれない。

Jones（2004）の見解では，キビの発掘を伴う遺跡で最も早い時期は，中国の Dadiwang，Peiligan 裴李崗，Xinle などで7000cal BC，他方，ヨーロッパの Thessaly（ギリシャ）や，ポーランド，ドイツなどの線帯紋土器文化 LBK 遺跡でも7000～6000 cal BC である。キビは詳細な遺伝的研究について関心を払われてこなかったが，その考古植物学資料はとても興味深い。キビの祖先野生種は限られた地域にしか存在しない。Zohary and Hopf（2000）はアラル―カスピ海盆地から LBK 遺跡のある地域にまで祖先野生種の分布の可能性を広げている。この広大な地域でキビの栽培化が起ったのは特異な事例で，これを説明するには３つの方法がある。第１に，農耕の伝播速度に関しては，重要さの順で Bellwood（2001）の解釈は恐らく誤っており，大概の報告された事例では新石器時代の雑穀栽培者が大陸を横断する展開速度と比べて極端に遅かったの

かもしれない。第 2 に，Bellwood の伝播速度は正当な順序であるが，キビの栽培化は余りにも早く起り，中国は西の肥沃な三日月地帯よりも何千年紀も古い農耕の揺籃の地であったのかもしれない。第 3 に，ヨーロッパと中国でのとりわけ集中的な考古学研究が数次にわたる栽培化の両極端のみを取り上げているのかもしれない。キビもアワと同様に祖先野生種が分布する広い範囲で数次にわたる栽培化が行われたのであろう。したがって，農耕／言語伝播仮説はキビの栽培化のような，あまりにも早く起こった生態的移行過程とは切り離す必要があるだろう。

日本の北海道に近い地域では，3000BC 以降のアムール流域から沿海州にかけての遺跡からキビが出土している（加藤 1988）。北海道では少なくとも擦文期の遺跡から確実にキビが出土しており，アイヌ民族の遺跡（900AD）からフローティング法によって 2 番目に多く出土している（松谷 1984; Crawford and Yoshizaki 1987）。

3　キビの地理的変異

3.1　形態的および生態的特性

ユーラシアにおけるキビの地理的変異の特徴を概観してみよう（木俣ら 1986）。日本の品種群をみると，北海道の在来品種では中国北部，モンゴルの品種と穂型や開花までの日数などに類似がみられる。一方，日本の本州以南の品種は柱頭の色や穂型などに関して韓国からネパールの品種と著しく類似していた。旧ソビエト連邦とヨーロッパの品種では穎果の色の高い変異性，穂型などの変異の傾向が類似していた。インド，西アジアの品種は多くの形質において幅広い変異性を示していた。キビでは多分げつ性で疎らな穂をもち，種子脱粒性の高い品種がより祖先種に近いと考えられるが，インドやパキスタンから中央アジアの品種にはこのような形質が認められた。キビの随伴擬態雑草の報告は少ないが，種子脱粒性の高い品種がパキスタンやウズベキスタンにおいて認められている（写真 3）。

全ユーラシアから収集した在来品種の，7 つの形態的と生態的特性について計測して，比較した。日本の北海道に居住している先住民アイヌの人々が栽培している在来品種は日本の他地域のものと異なった特性を示した。パキスタン，インド，中央アジアから収集した在来品種は，まばらな花序，多分げつなどの形質で大きな変異があった。日本への伝播と全ユーラシアへの伝播および栽培化過程を再構成するために，これらの特性の地理的分布は有用な情報である。中部アジア各地から収集した在来品種の，7 つの形態的と生態的特性について計測して，比較した。北パキスタンからカザフスタンまでの在来品種はまばらな花序，早生などにおいて著しい多様性を示した。これらの地理的変異はキビの起源地を明確にし，中部アジア周辺での栽培化過程を再構成するのに，有用な情報を与えている。栽培型に混じって 3 つの雑草型がカザフスタン，ウズベキスタン，

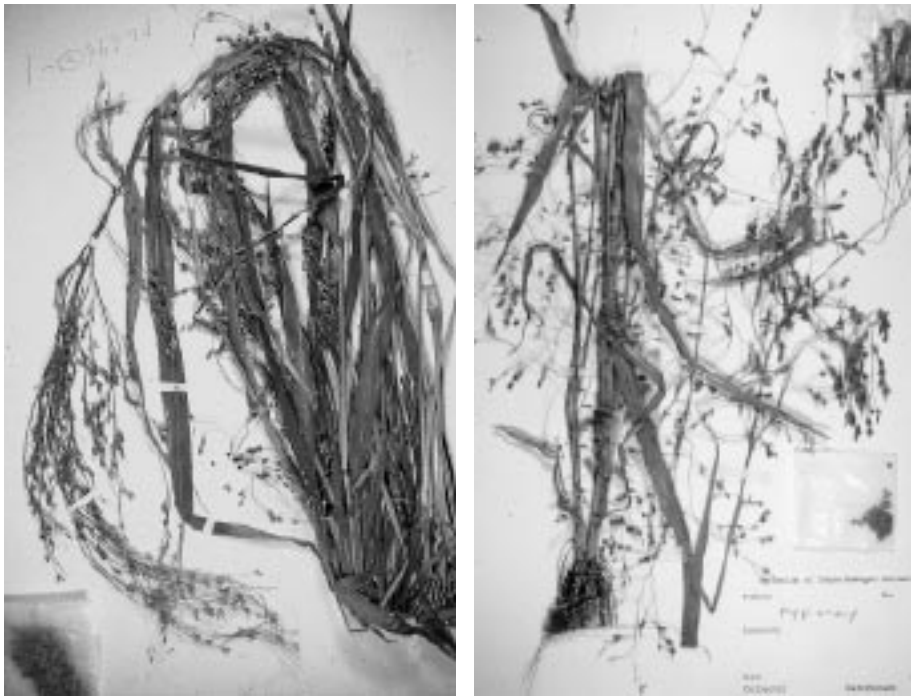

写真 3　パキスタンのキビ雑草 biotype, ssp. *miliaceum*（左）および栽培型とイヌキビとの雑種第 1 代 PCF1-2（右）。両腊葉標本ともに花序が疎らで穀粒の脱落が目立つ

パキスタンで見られた。これらは，1）栽培型 subsp. *miliaceum* に似た雑草 biotype，2）短い花序と暗褐色の内外穎をもった subsp. *agricolum*，3）およびイヌキビ subsp. *ruderale* に同定できる。どの雑草型も種子の脱粒性が著しい。これらの事例は，キビが中部アジアで栽培化され，イヌキビの変種が祖先野生型であることを示唆している（木俣 未発表）。

アフガニスタンからインド亜大陸にかけて分布する品種の特徴を詳細に検討したところ，多様な変異が認められるとともに，アフガニスタンからネパールにかけて非分げつ性の品種が連続的に分布し，インドのビハール州やバングラデシュでは多分げつ性の品種が多く，ヒンドスタン平原への伝播はヒマラヤ南麓ルートとは異なるものと考えられる。このため筆者らはキビの日本への伝播についてシベリア経由の北方ルートおよびヒマラヤ南麓経由の南方ルートを想定し，フィールド調査を行ってきた。北海道のキビの顕著な特徴は第一節間の多毛，護穎などの紫色，雌しべの赤紫色，早生などであるが，これらの特徴は日本本州からネパールの品種にはあまりみられない特徴で，むしろ西アジアからヨーロッパの品種につながるものである（木俣ら 1986）。

3.2 交雑稔性

ユーラシア全域で収集した70在来品種間の交雑能力を検定した。花粉親テスターには，フランス，中央アジア，インド，中国，日本の5在来品種とルーマニアのイヌキビ subsp. *ruderale* を用いて，相互交雑により得た雑種後代の形質分析を行った（木俣 未発表）。花粉親との交雑稔性からみてユーラシアの東西端に位置する日本とフランスの品種の間ではもっとも生殖的な隔離ができているが，中国の品種はヨーロッパの品種と，インドの品種は東アジアの品種と，中央アジアの品種も東アジアの品種と交雑が容易であることが明らかになった（表2）。

表2　キビの在来品種間の交雑稔性（%）

地　域	母親品種数	花粉親					
		フランス	雑草型	中央アジア	インド	中国	日本
東アジア	21	23.5	16.7	58.8	33.3	45	45
中央アジア	8	16.7	28.6	20	0	0	37.6
南アジア	19	26.7	35.7	29.4	30.8	25	38.9
ヨーロッパ	20	41.2	16.7	17.6	17.6	45	21.1
カナダ	1	0	0	+	0	0	0
雑草型	1	0	0	0	0	0	0
交雑組合せ合計	70	56	58	47	65	67	58

木俣（未発表）。

3.3 生体成分の特性

1）フェノール呈色反応

キビの内外穎が褐色である品種は少なくないので，着色前の若い穀粒の内外穎を用いて，フェノール呈色反応を検査した（Kimata and Negishi 2002）。全般的に見てフェノール着色性の在来品種が多かったが（65.9%），一方で，中国，日本の北海道と南西諸島においては非着色性の在来品種が多かった（60%以上）。アワはイネと類似したフェノール着色性の地理的分布を示すが（Kawase and Sakamoto 1982; 河瀬 1986），キビはこれらとは異なった分布を示している。

2）ヨード呈色反応

種子の内乳でんぷんはアワと同様に（阪本 1982），キビでもモチ性在来品種が東アジア（47%以上）に局在して分布している。モンゴルおよび南アジア以西はほとんどの在来品種がウルチ性を示している。また，北海道を中心に東アジアの在来品種ではモチ・ウルチ性の中間性が多く認められた（Kimata and Negishi 2002）。もち性の品種は7種のイネ科穀物で知られているが，キビ以外はすべて2倍体であるので，キビに限って中間性が多いのは倍数性（2n = 6x など）と関わりがあると推測されるが，実際に北海道の在来品種においてこの関係が明らかになった（渡辺 未発表）。

3）脂肪酸組成

Kimata *et al*.（2007）はキビ47在来品種の種子内に含まれる中性脂肪の脂肪酸組成をガスクロマトグラフィにより定量分析した（表３）。穀粒に対する総脂質含量は3.2～6.7重量％，総脂質に対する中性脂質含量は72.2～94.7重量％の変異幅を示した。総脂質はモチ性品種（平均５％），中性脂質はウルチ性品種（平均89.4％）においてそれぞれ若干高い傾向が認められたが，統計的有意差はなかった。中性脂質の脂肪酸組成は，最も含量の多いリノール酸はモチ性品種（平均62.7％）で，次に含量が多いオレイン酸はウルチ性品種（平均22.8％）で高い傾向が示され，パルミチン酸は中間性品種（平均12.5％）で高い含量と幅広い変異を示したが，これらにも統計的有意差はなかった。一方，微量の脂肪酸であるアラキジン酸，エイコセン酸およびベヘン酸の有無によって，供試品種は４タイプ（AB・AE・ABE・O 型）に分類でき，これらの地理的分布には明瞭な偏りが認められ，AB 型はヨーロッパから中央アジアに，AE 型（雑草型を含む）はユーラシア全域に分布，ABE と O 型は極東に多く，この点ではキビの中部アジア起源と東西両方向への伝播を示唆している。

表３　キビ穀粒中の微量脂肪酸の組成による4型と地理的分布

収集地域	AB	AE	ABE	O	合計
ヨーロッパからアフガニスタン	10	1（雑草）			11
インド亜大陸		4			4
中国と韓国	3	2	1		6
日本	2	4	7	13	26
合計（在来品種数）	15	11	8	13	47

AB は型アラキジン酸とベヘン酸，AE 型はアラキジン酸とエイコセン酸，ABE 型は３脂肪酸，O 型はどれも含まない（Kimata *et al*. 2007）。

4　キビの伝統的利用

伝統的な穀物の調理法は，粒食，粗挽粉食，粉食および飲物に大きく４分類できる（阪本 1986; Kimata and Sakamoto 1992; 木俣 1994; 1997）。「めし」や「粒粥」のような粒食は主に東および南アジアにみられる。キビの「粗挽粥」や「パン」は中央アジアおよびヨーロッパで調理されている。中央アジアからモンゴルにおいて炒ったキビはミルク茶に入れるか（写真４），粒粥として飲食されるが（Абдрахманович 1990），極東ではミルクを飲む食文化はなかったので（Sauer 1969），水で煮た粥を食べる（ウー 2000）。モチ性品種を加工・調理する「もち」や「おこわ」は東アジアに特徴的な食べ物である。調理法の地理的分布とキビの植物学的な特徴の分化が相関していることは伝播と品種分化を探る上で有効である。北海道に居住するアイヌの人々の伝統的なキビの調理法の中で特徴的な「しと」は「しとぎ」と基本的には同じもので，精白した穀粒を

写真 4　雑穀の加工・調理
上段左から右へ：アイヌ民族のしと，熊祭りの供物（北海道平取町 貝沢ハギ氏提供），雑穀の湿式製粉法（インド，アンドラプラデシュ州）。中上段左から右へ：ヒエの黒蒸法，パーボイル加工後の天日乾燥（群馬県六合村）。中下段左から右へ：ミルクティーの中に炒ったキビを入れて食べる（中国内モンゴル自治区），バザールで販売しているキビの炒った粒・精白粒・粉（カザフスタン）。下段：保育園の昼食キビのミルク粥（ウズベキスタン）。

一夜水に浸し，その後，竪臼などで湿式製粉し，生粉食品が熊祭りに供される（木俣ら 1986）。「しとぎ」と同様の湿式製粉法が南インドからスリランカ，ミャンマーを経て

台湾や日本にまでおよんでいることがインド亜大陸での調査によって明らかになった（写真４）。南インドではアワとイネのしとぎに油を浸み込ませて，神々に供する燈明にしている。また，穀粒のパーボイル加工は東インドで多くの事例がみられる（木俣1991）。イネやインド起源の雑穀類はパーボイルされることが多いが，アフリカのサバンナ起源の雑穀類やムギ類，トウモロコシはパーボイル加工されない。また，アワもパーボイルされないが，キビはまれにパーボイルされる事例が認められた。日本ではヒエが伝統的な黒蒸法・白蒸法というパーボイル加工技術を伴ってきた（写真４）。すなわち，イネおよびインド起源の雑穀類とアワおよびキビはパーボイル加工法の施用において明瞭な差異があり，これらの起源と伝播の様相が異なることを示唆している。極東ではキビからアルコール飲料を醸造するが，ヨーロッパでは非アルコール飲料のみである。

5　植物学的起源および地理学的起源

新石器革命は生物との間の共生関係，植物と人々の共進化を確立した（Harris 1989）。生育適期が短い乾燥した草原に生育するキビの祖先野生種は早生，著しい種子脱粒性，まばらな花序，小さな種子，多分げつ性，薄茶色の内外穎，無毛の第１節間をもっていたと推定できるので，類似の特徴をもつイヌキビのうちの野生型変種が植物学的起源を与えたと考えられる。氷河期後の温暖・乾燥化によるユーラシア中緯度における草原の発達にともない，イネ科草本を食物として求める草食動物を追う狩猟・採集の民が中部アジアにいた。彼らは食料・飼料としてイヌキビが利用できることに気づいた。その後，狩猟・採集しつつ，栽培・遊牧を生業として行うようになった彼らが比較的移動しない夏季にイヌキビの種子を播き，栽培化の初期過程に進んだ。北東ヨーロッパには，中央アジアの人びとが直接にキビを持ちこみ，遊牧文化の有用な食料兼飼料とした。南東ヨーロッパには，西アジア経由で伝播したと考えられる。また，東に向かっては中国へと伝播し，農耕文化複合の穀物として洗練され，中国は２次的な多様性中心となった。その後，たとえば，フビライの軍勢はキビを主要な兵糧としていたので（ルブルク1255），中国からも新たなヨーロッパ方向への伝播が重ねてあったのではなかろうか（図２）。中部アジア周辺の在来品種は今日でも著しい多様性を示し，イヌキビも生育している。いまだに古い年代の発掘事例がない点は弱みであるが，半栽培・半遊牧の段階の遺跡を発見し，キビを発掘することはとても困難であると推察される。総合的に考えると，キビは中部アジアでイヌキビの野生型亜種から栽培化されたのではないかと考えられる。中部アジアとはトルキスタン，アフガニスタン，東イラン，北西インドおよびパキスタンを含む地域である（Filatenko ら 1997）。今のところ，Sakamoto（1987）および Zohary and Hopf（2000）の中央アジア起源説を支持するが，さらにアラル海から南西の天山山脈周辺へと地理的には焦点を絞っておきたい。

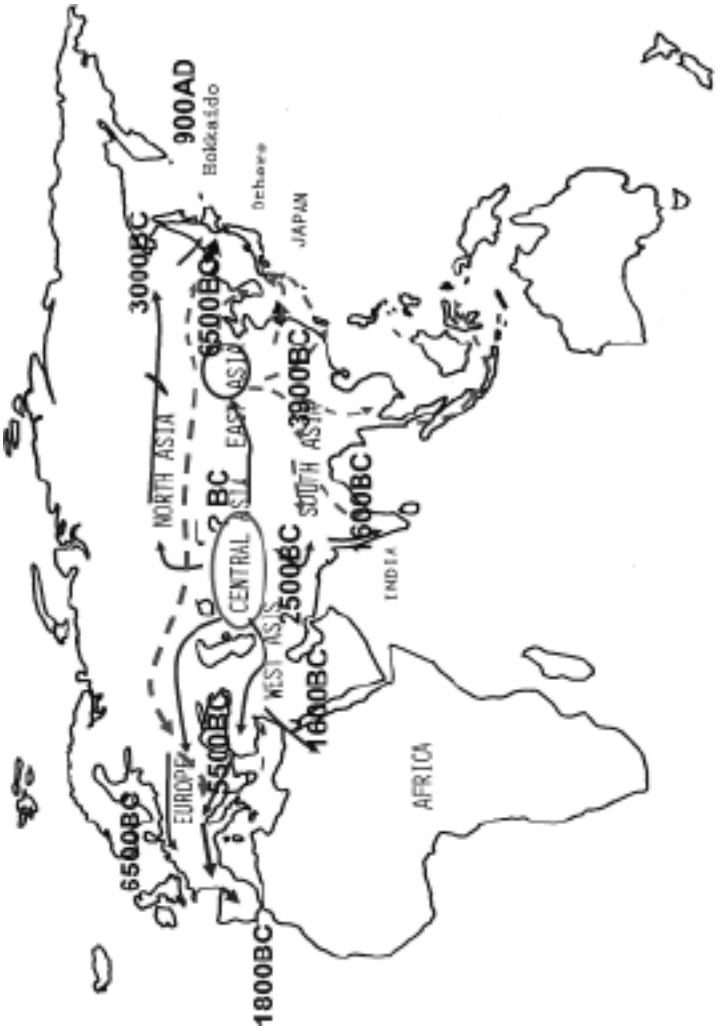

図 2　ユーラシアにおけるキビ出土遺跡の年代と伝播ルート
中部アジアで栽培化され，ほぼ同時期6500BC に中国とヨーロッパに伝播した。中国の第 2 次多様性センターからは数次にわたってヨーロッパや東アジア各地に伝播した。

謝　辞

本論をまとめるにあたり，考古学などに関する多くの文献をご教示くださった王立キュー植物園の Dr. M. Nesbitt およびケント大学の Prof. R. Ellen，雑穀の起源と伝播についてご助言くださったケンブリッジ大学の Prof. M. Jones およびロンドン大学の Dr. D. Fuller に感謝の意を表する。

文　献

Абдрахманович, Т. Х.

1990　Национальная Кухня Каэахов. Кайнар, Алмаата, Каэахстан.

An Zhimin

1989　Prehistric agriculture in China. In D. R. Harris and G. C. Hillman（eds.）*Foraging and Farming: The Evolution of Plant Exploitation*, pp. 643-649. London: Unwin Hyman.

Austin, D. F.

2006　Fox-tail millets（*Setaria*: Poaceae）: abandoned food in two hemispheres. *Economic Botany* 60(2): 143-158.

Bellwood, P.

2001　Early agricultural diasporas? Farming, languages, and genes. *Annual Review of Anthropology* 30: 181-207.

Bellwood, P. and C. Renfrew

2002　Foreword. In P. Bellwood and C. Renfrew（eds.）*Examining the Farming/Language Dispersal Hypothesis,* pp. xiii-xiv. McDonald Institute for Archaeological Research, University of Cambridge.

Chun Chang Huang, Jiangli, Qunying Zhou and Shu'e Chen

2004　Holocene pedogenic change and the emergence and decline of rain-fed cereal agriculture on the Chinese Loess Plateau. *Quaternary Science Reviews* 23: 2525-2535.

Cohen, D. J.

1998　The origins of domesticated cereals and the Preistocen-Holocene Transition in East Asia. *The Review of Archaeology* 19(2): 22-29.

Crawford, G. W. and M. Yoshizaki

1987　Ainu ancestors and prehistoric Asian agriculture. *Journal of Archaeological Science* 14: 201-213.

de Candolle, A.

1883　『栽培植物の起源』（加茂儀一訳 1978）東京：岩波書店。

de Ceunynck, R.

1991　A find of charred acorns in Evergem-Ralingen near Ghent（Belgian Iron Age）. In J. M. Renfrew（ed.）*New Light on Early Farming*, pp. 289-294. Edinburg University Press.

de Wet, J. M.

1995　Minor cereals. In J. Smartt and N. W. Simmonds（eds.）*Evolution of Crop Plants,* pp. 202-207. Essex: Longman Scientific and Technical.

Filatenko, A. A., A. Diederichsen and K. Hammer
1997 Vavilov's Theories of Crop Domestication in the Ancient Mediterranean Area. In A. B. Damania, J. Valkoun, G. Willcox and C. O. Qualset（eds.）*The Origins of Agriculture and Crop Domestication*, pp. 9-24. ICARDA, IPGRI, FAO and UC/GRCP.

Fuller, D.
2002 Fifty years of archaeobotanical studies in India: laying a solid foundation. In S. Setler and Ravi Korisettar（eds.）*Indian Archaeology in Retrospect*. Vol.III. *Archaeology and Interactive Disciplines*, pp. 247-361. New Delhi: Indian Council of Historical Research, Monohar.

Gerarde, J.
1597 Of Millet. *The Herball or Generall Historie of Plantes*. pp. 73-81. London: John Norton.

Harlan, J. R.
1992 *Crops and Man*. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin.
1995 *The Living Fields our Agricultural Heritage*, pp. 153-154.

Harris, D. R.
1989 An evolutionary continuum of people-plant interaction. In D. R. Harris and G. C. Hillman（eds.）*Foraging and Farming: The evolution of plant exploitation*, pp. 11-26. Unwin Hyman, London.

Hopf, M.
1982 Vor- und Fruhgeschichhtliche Kulturpflanzen aus dem Mordlichen Deutschland, pp. 14-15 und Tafel 68. Mainz: Verlag des Romisch-Germanischen Zentralmuseums.

Jones, M.
2004 Between Fertile Crescents: Minor Grain Crops and Agricultural Origins. In M. Jones（ed.）*Traces of Ancestry: Studies in Honour of Colin Renfrew,* pp. 127-135. London: Oxbow Books.

加藤晋平
1988 「シベリアの先史農耕と日本への影響」佐々木高明・松山利夫編『畑作文化の誕生』東京：日本放送出版協会。

河瀬真琴
1986 「ユーラシアにおけるアワの遺伝的変異と分化」『農耕の技術』9: 111-135。
1991 「インド亜大陸の雑穀とその系譜」阪本寧男編『インド亜大陸の雑穀農牧文化』pp. 33-98, 東京：学会出版センター。

Kawase, M. and S. Sakamoto
1982 Geographical distribution and genetic analysis of phenol color reaction in foxtail millet, *Setaria italica*（L.）P. Beauv. *Theor. Appl. Genet*. 67: 529-533.

木俣美樹男
1991 「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』pp. 173-222, 東京：学会出版センター。
1994 「キビの地理的変異と民族植物学」『種生物学研究』18: 5-12。
1997 「キビの栽培化と伝播およびその利用」『育種学最近の進歩』39: 63-66。

木俣美樹男・木村幸子・河口徳明・柴田　一
1986 「北海道沙流川における雑穀の栽培と調理」『季刊人類学』17(1): 22-53。
Kimata, M. and S. Sakamoto
1992 Utilization of several species of millet in Eurasia. *Bull. Field Studies Inst., Tokyo Gakugei Univ.* 3: 1-12.
Kimata, M. and M. Negishi
2002 Geographical distribution of proso millet, *Panicum miliaceum* L. on iodostarch and phenol reactions; with special reference to a northern propagation route into Japanese Islands. *Environmental Education Studies* 12: 15-22.
Kimata M., T. Kawamura, T. Maeno and S. Endo
2007 Fatty acid composition of neutral lipids in seed grains of *Panicum miliaceum* L. *Ethnobotanical Notes* 2: 8-13.
Lone, F. A., M. Khan and G. M. Buth
1993 Palaeoethnobotany, New Delhi: Oxford and IBH Publishing.
Лысов, В. Н.
1968 Просо. Колос. Ленинград.
Lysov, V. N.
1975 Proso (*Panicum* L.). In A. S. Krotov (ed.). *Flora of cultivated plants.* Vol.III Groat crops (buckwheat, millet, rice), pp. 119-123. Leningrad: Kolos.
Marinval, P.
1991 Recent developments in Palaeocarpology in Western and Southern France. In J. M. Renfrew (ed.) *New Light on Early Farming*, pp. 247-254. Edinburgh University Press.
1995 Données carpologiques françaises sur les millets (*Panicum miliaceum* L. et *Setaria italica* (L.) Beauv.) de la Protohistorie au moyen age. In E. Horandner (ed.) Millet*Hirze*Millet: Grazer Beitrage Zur Europaischen Ethnologie. Frankfurt: Peter Lang.
松谷暁子
1984 「走査電顕像による炭化種実の識別」『古文化財に関する保存科学と人文科学　総括報告書』。
中尾佐助
1967 「農業起源論」森下正明・吉良竜夫編『自然―生態学的研究』pp. 329-494, 東京：中央公論社。
Nesbitt, M.
2005 Grains. In G. Prance (ed.) *The Cultural History of Plants*, pp. 45-60. New York: Routledge.
Nesbitt, M. and G. D. Summers
1988 Some recent discoveries of millet (*Panicum miliaceum* L. and *Setaria italica* (L.) P. Beauv.) at excavations in Turkey and Iran.
ルブルク／カルピニ
1255 『中央アジア・蒙古旅行記―遊牧民族の実情の記録』(護雅夫訳 1989), 東京：光風社出版。
阪本寧男
1982 「穀類における貯蔵澱粉のウルチ－モチ性とその地理的分布」『澱粉科学』29: 41-55。

1986 『雑穀の来た道―ユーラシア民族植物誌から』東京：日本放送出版協会。

Sakamoto, S.

1987 Origin and dispersal of common millet and foxtail millet. *JARQ* 21(2): 84-89.

Sauer, C. O.

1969 *Agricultural Origins and Dispersals*. Cambridge, Massachusetts: The M. I. T. Press.

Sholz and Mikoláš

1991 The weedy representatives of proso millet (*Panicum miliaceum,* Poaceae) in Central Europe. *Thaiszia* 1: 31-41.

van Driem, G.

2002 Tibet-Burman phylogeny and prehistory: languages, material culture and genes. In P. Bellwood and C. Renfrew (eds.) *Examining the Farming/Language Dispersal Hypothesis,* pp. 233-249. McDonald Institute for Archaeological Research, University of Cambridge.

Vavilov, N. I.

1926 『栽培植物発祥地の研究』(中村英司訳 1980) 東京：八坂書房。

Weber, S. A.

1996 Distinguishing change in the subsistence and the material records: The interplay of environment and culture. *Asian Perspectives* 35(2): 155-163.

Willcox, G.

1991 Carbonised plant remains from Shortughai, Afghanistan. In J. M. Renfew (ed.) *New Light on Early Farming*, pp. 139-153. Edingburgh University Press.

1992 Some differences between crops of Near Eastern origin and those from the tropics. *South Asian Archaeology 1989* (Monographs in World Archaeology 14), pp. 291-300. Wisconsin: Prehistory Press.

ウー，ウエン

2000 『北京のやさしいおかゆ』東京：高橋書店。

Zohary, D. and M. Hopf

2000 *Domestication of Plants in the Old World*: the origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Oxford University Press.