

アイヌのひえ酒に関する考古民族植物学研究

アイヌ文化振興・研究推進機構助成研究（平成17年～平成18年度）
「アイヌのひえ酒に関するDNA考古植物学的研究」成果報告書

代表者 山口 裕 文
(大阪府立大学生命環境科学研究科 教授)

目 次	
はじめに	1
現世のヒエ属植物	1
アジアのヒエ属植物	1
穎果の特徴による種属の分類と同定	8
考古遺跡より発掘されるヒエ属植物	14
DNA解析	25
アイヌの現世ヒエの系譜	25
炭化種子よりのDNA抽出と分析	29
アイヌ歴史を語るヒエ	32
文 献	40

はじめに

トノトとして利用されるアイヌの酒は、「ヒエ」(ピヤパ、ヒヤハまたはビヤハ)を醸して造られる(萩中ら1992)。ヒエはアイヌ文化のなかで重要な位置を占めており、ヒエ酒はアイヌの儀式や儀礼に使われる。アイヌのヒエの来歴についてはいくつかの見解があり、北海道の在来であるとも本州からの導入であるともされ(Crowford 1983, 阪本 1993, 林 1969), 一定した見解は得られていない。北海道の古代遺跡から発掘される穀物のうちソバとヒエ属植物は縄文時代以降に、アワやキビとアズキやイネ、ムギは擦文時代以降に記録されており(吉崎 2003), ヒエは住居址の床面や盛り土や遺構からみつがっている。このヒエ属植物の炭化種子の実体の解明と変遷の考証は閉ざされた歴史の一面を開くと考えられる。

東アジアの栽培ヒエ(ニホンビエ *Echinochloa esculenta*)は、東アジアの原産である野生のイヌビエ *E. crus-galli* から栽培化されたと考えられている(Yabuno 1962, 1966)。ヒエ属植物には

世界に50種ほどが知られているが、そのほとんどは野生種か雑草種である。雑草種のほとんどは一年生であり、野生種の多くは多年生で、2倍体種の分布するアフリカが属の発生中心地とみられる(藪野・山口 2001, Michael 2003)。栽培種には中国から日本に分布するヒエのほか、インド亜大陸にあるインドビエ *E. frumentacea*, 中国雲南省にあるモソビエ *E. oryzicola* aff. (タイヌビエの栽培種で正式の学名は未記載である)の3種が知られている。これらの中には酒の利用を目的として維持されているものがある(和 1998, 山口・梅本 2003)。

本研究では、ヒエ属植物の種類を概観した後、アイヌのひえ酒に現在使われている在来品種の来歴を調べ、北海道各地の遺跡から発掘されたヒエ属植物またはヒエと推定される炭化種子について植物学および遺伝学的解析を行い、その結果からアイヌ民族のヒエの利用に関わる社会・文化について考察する。

現世のヒエ属植物

ヒエ属 *genus Echinochloa* はフランスの Palisot de Beauvois がキビ属 *Panicum* とチジミザサ属 *Oplismenus* より1812年に独立させた属である。アジアのヒエ属植物は従来キビ属 *Panicum* と扱われて記録されてきたが、ヒエ属の設立を受けていくつかの新種が発表される形で記録・整理されてきた(Bentham 1861, Nakai 1911, Honda 1930, Komarov 1934, Bor 1960, 大井 1942, 1962, 1982, Yabuno 1962, 1966, 1983, 藪野 1996, 2001, Michael 1983, 1994, 2001a,b, 長田 1989, Koyama 1987)。植物の学名を収録した Index Kewensis にはヒエ属として約210種類があるが(IPNI 2006), 多くは非合法名か合法的同物異名である。Michael (1994) はおよそ50種を全世界の実存する種類としている。属の下位群である節 sectionに種をまとめる提案もあるが(陳 1990), これは遺伝学や系統学的な研究からは全く支持されない(藪野 2001, Yamaguchi et al. 2005)。

アジアのヒエ属植物

東アジアから東南アジアに分布するヒエ属植物には野生種としてタイヌビエ *E. oryzicola* Vasinger と3変種を含むイヌビエ *E. crus-galli* およびコヒメビエ *E. colona* の一年生種とスタグニナ種 *E. stagnina* (Retz.) P. Beauv. およびピクタ種 *E. picta* (Koen.) P. W. Michael の多年生種がある。栽培種にはヒエ(ニホンビエ) *E.*

esulenta (A. Braun) H. Scholz (= *E. utilis* Ohwi et Yabuno) とモソビエ (*E. oryzicola* aff.) およびインドビエ *E. frumentacea* Link がある(表1)。アジアの野生ヒエおよび栽培ヒエは民族や地域の違いに伴って様々な名前では呼ばれている(CSIR 1952, de Wet et al. 1983, 原田ら 1993, Holm et al. 1977, Itoh 1991, 伊藤 2001, 金 2001, Saw Ler Wah 1966, 芝山・森田 1994, 山口ら 2001)。温帯アジアには水田や畑や路傍の雑草としてタイヌビエとイヌビエがあり、熱帯アジアには乾燥した天水田や畑にはコヒメビエがあり、水路や湖沼にピクタ種 *E. picta* とスタグニナ種 *E. stagnina* が広くみられる(Baki and Azumi 2001, Pancho and Soerjani 1973; Soerjani et al. 1987)。ヒエは東アジアの冷温帯にみられ、インドビエはサバンナ気候の半乾燥地で栽培利用されている。

一年生種

タイヌビエ *E. oryzicola* は、4倍体(2n=4X=36)で、温帯低地から亜熱帯高地の灌漑水田にみられ、陸稲畑や深水水田にはみられない(図1)。ロシアやヨーロッパにもあるが、稲作水田の拡大にもなると極東アジアから広がったとされ、近年はカリフォルニアをはじめとして北米各地の水田にもみられる(Komarov 1934, Manu and Barrett 1986, Ruitz-Santaella et al. 2006)。タイヌビエはイネの擬態雑草として有名で、擬態は連続し

表1 アジアにおける重要なヒエ属植物

種/分類群	異名	分布	呼称	生育地
一年生野生種 タイヌビエ <i>E. oryzicola</i> (Vasing.) Vasing.	<i>E. phyllopogon</i> (Stapf) Kossenko; <i>E. persistentia</i> Z.S.Diao	日本, 朝鮮, 中国, ロシア(導入), 欧州(導入), 北米(導入)	タイヌビエ, タビエ(J), Pi, kangpi (K), Kangpai, paizu (Ch), Sambau (M), Besamyet, myetthee, myetcho (My), Early wagter grass (E, A)	稲作水田, 灌漑または湛水田, 深水水田には無い
イヌビエ <i>E. crus-galli</i> (L.) P. Beauv. イヌビエ(狭義) var. <i>crus-galli</i>	var. <i>caudata</i> (Honda) Ohwi, <i>E. hispidula</i>	全世界の温帯から亜熱帯, 熱帯	イヌビエ, コビエ, へ, オロ (J), セタアмам(Ainu), Mulpi (K), Paizao (Ch), Bayokibok (Tag), Marapagay (Phi), Sambau (M), Padi burung, jajagoan (Indn), Jawan, Kejawan (Jav), Cotlong vu (Vet), Yaa plong lamaan (Th), Besamyet, myetthee, myetcho (My), Smao bek kbol (Camb), Marte (Cylo), Koyada, Sawank (Ind)	水田から陸畑, 空き地など広汎な攪乱地
ヒメイヌビエ var. <i>praticola</i> Ohwi	<i>E. spiralis</i> Vasing.	ユーラシア温帯, 亜熱帯	ヒメイヌビエ (J), Tulpi (K)	普通畑, 路傍, 空き地, 水田畦畔
ヒメタイヌビエ var. <i>formosensis</i> Ohwi	<i>E. glabrescense</i> Munro ex Hook. fil.	日本, 朝鮮, 中国, 東南アジア, ネパール, ブータン, シッキム	ヒメタイヌビエ (J), Taiwan pai (Ch), Sambau (M), Bayokibok (Tag), Padi burung (Indn), Kejawan (Jav), Samak (Hindi)	稲作水田, 灌漑または湛水田, 深水水田には無い
オリゾイデスイヌビエ var. <i>oryzoides</i>	<i>E. oryzoides</i> Fritsch <i>E. macrocarpa</i> Vasing.	西南中国, 東南アジア, 欧州	狭義のイヌビエと同じ	稲作水田, 天水田, 陸稲畑
コヒメビエ <i>E. colona</i> (L.) Link	<i>E. colonum</i> (L.) Link	全世界の熱帯から亜熱帯	コヒメビエ, ワサビエ (J), Kwando Bai (Ch), Mangji (Taiw), Padi brung (M), Dakayan, gunga (Phi), Rumpit kusa kusa (Indn), Pulag puit, bulang (Tag), Yaa khaa nok (Thai), Wunbesamyet (My), Umpoet bebek, tuyon (Jav), Shama (Beng), Sawank (Hin), Wundu, othagaddi (Tel), Karumyal, versanam pilu (Tam), Borur, pakud, pachushama (Bom), Sawa, jangli sawak (Puni), Ja goan leutik (Sund), Adi pil (Cylo), Janguli (Ind), Jungle rice (E)	普通畑, 天水田, 水田畦畔
多年生野生種 スタグニナ種 <i>E. stagnina</i> (Retz.) P. Beauv.	<i>E. scabra</i> (Lam.) Roem et Schultes	東南アジア, アフリカ	Yaa plong yai (Thai), Sambau merah (M), Balili (Tag), Jajagoan, wel maruk (Sund), Bangon jawan (jav), Dul (Beng), Bontha oddu (Tel), Kadu dabhai hullu (Kan), Banti (Bom)	灌漑湿地, 深水田, 水路, 湖, 浮きイネ田
ピクタ種 <i>E. picta</i> (Koen.) P.W. Michael	<i>E. stagnina</i> auct. non Retz.	南アジア, 東南アジア, ミクロネシア	Sambau merah (M), Balili (Tag), Jajagoan (Sund), Bangon jawan (Jav), Dul (Beng), Bontha oddu (Tel), Kadu dabhai hullu (Kan), Banti (Bom)	灌漑湿地, 深水田, 水田の縁, 浮きイネ田, 湖, 水路
栽培種 ヒエ <i>E. esculenta</i> (A. Braun) H.Scholz	<i>E. utilis</i> Ohwi et Yabuno	日本, 朝鮮, 中国	ヒエ (J), ピヤパ, アмам (Ainu), Pi (K), Paizu (Ch), Baa (Naxi), Japanese millet (E)	水田および普通畑
モンビエ <i>E. oryzicola</i> aff., 栽培型タイヌビエ		中国(雲南省)	Jirrut (Moso), Dapaizu (Ch)	水田
インドビエ <i>E. frumentacea</i> (Roxb.) Link		インド, 南アジア	Shyamaka, shama (Sansk), Sanwa, shamula, sawa (Hindi), Samu (Urd), Sawa (Telgo), Sawu (Tamil), Shamula, shama, sanwa, syama dhan (Beng), Samo, Sanoghs (Grj), Samul (Mar), Bavuto, shama (Bom), Sawa	普通畑

た除草圧によって進化したと考えられている (Yabuno 1966)。タイヌビエには小穂や花序の形態に多型がみられ、小穂にはC型とF型がある (Yabuno 1966)。F型が優占的に広範な地域に分布するのに対して、C型は日本列島の太平洋側、朝鮮半島および中国雲南省北西部に局在する (Yabuno 1966, 山口ら 1996, 2001)。F型タイヌビエの穂 (花序) の形は多様で (Michishita and Yamaguchi 2003) 非脱粒性と穂擬態の型がある。非脱粒性個体 (型) は中国南部雲南省、貴州省、湖南省およびベトナムの打ち付け脱穀する水田 (Masanaga et al. 1998, 山口ら 1996) にみられる。穂擬態型は、非脱粒でかつ穂の外観がイネの穂に似るもので雲南省の標高の高い暖温帯~冷温帯植生にある水田にみられる。非脱粒型は Diao (1988) によって発表された四川省と安徽省に分布する *E. persistens* Z. S. Diao の記載に合致するが (Michishita and Yamaguchi 2003, 藪野 2001), 昆明植物研究所保存の *E. persistens* のタイプ標本はタイヌビエの典型的な特徴を持っていない。タイヌビエは欧米の学者により *E. phylloporum* と扱われたり *E. oryzoides* と混同されている (Barrett 1983, de Wet et al. 1983, Hilu 1994, Weed Science Society of America <http://www.wssa.net/weednames/common.asp>)。前者は *E. oryzicola* の同物異名とされているが基本名の *Panicum phylloporum* のタイプはさく葉標本ではなく図であるため (IPNI 2006, 大井 1962), これが現在のどの分類群にあたるかを実証的に同定するのは不可能である。タイヌビエに *E. oryzoides* をあてるのは (Hilu 1994, 長田 1989), 明らかに誤用である。タイヌビエをイヌビエの種内群として *E. crus-galli* var. *oryzicola* (Vasinger) Ohwi としたり (大井 1962), subsp. *oryzicola* (Vasinger) T. Koyama とするのは (Koyama 1987), 遺伝学的研究や分子系統的研究の結果とは整合性に欠ける (Yabuno 1966, Yamaguchi et al. 2005)。

イヌビエ *E. crus-galli* は、6倍体で ($2n=6X=54$), 北緯 50° から南緯 40° までに世界的に広く分布する雑草的野生種である (Holm et al. 1977)。イヌビエには大きく4つの変種がある。アジアにはイヌビエ var. *crus-galli*, ヒメイヌビエ var. *pratensis* Ohwi, ヒメタイヌビエ var. *formosensis* Ohwi およびオリゾイデス変種 var. *oryzoides* (Ard.) Lindm. がある (表1) (大井 1962, 藪野 2001)。イヌビエは形態的に多様であるため、混乱が大きい。産地ごとのまとまりは明瞭である。変種イヌビエ var. *crus-galli* は国際植物命名規約 (Greuter 1988) で成立する自動名 “auto-

nym” であり、広義のイヌビエから典型的ないくつかの変種を除いたひとまとまりを指す。通常、狭義のイヌビエ var. *crus-galli* は長い芒をもち、やや湿った場所に生育する大形のものを示し (図1), 従来、日本で var. *caudata* (Roshev.) Kitagawa と扱われたものにあたる (Yabuno 1962, 大井 1942)。Michael (2001b) は小穂に芒のないものに対して var. *hispidula* (Retz.) Honda をあて、一時は別種として扱った。

変種イヌビエ var. *crus-galli* は形態的に多型の変種で穂の形、芒の有無、植物体の色や習性について多様で浅い池や水路空き地などに幅広く分布する (藪野 1975, 1996 Yabuno 1983)。ほかの3変種は比較的純粋な形態的まとまりを示し、生育地と併せて判断すると明瞭な群である。ヒメイヌビエ var. *pratensis* は、比較的乾燥した普通畑や攪乱の多い路傍空き地に生育する (図1)。全体に小型で葉は細く、穂も種子も小さく、溝や水路にはあまりみられない。西南日本では生育期が早く、生育期間も短く、6月下旬から7月のはじめに出穂する (Yabuno 1966)。ロシアで記録された *E. spiralis* Vasinger は本変種の異名と考えられているが (Yabuno 1985, Michael 2001b), Komarov (1934) はこれをイネ品種とともに日本から導入されたとしている。

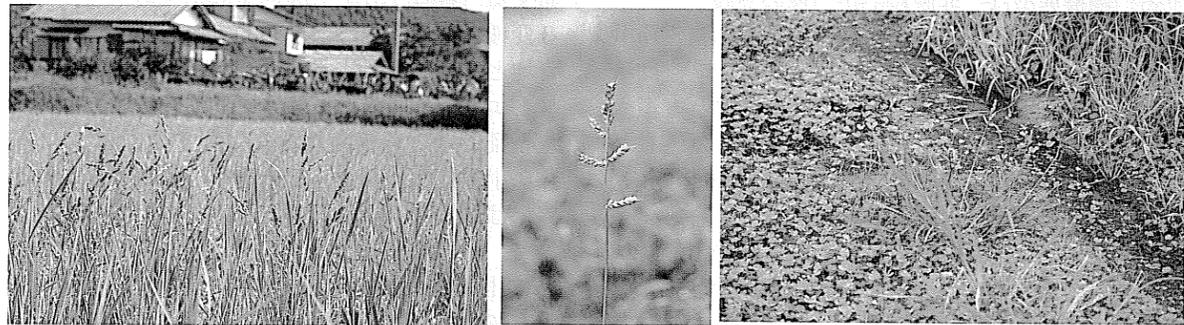
ヒメタイヌビエ var. *formosensis* は稲作水田にのみ生育する。形態的には変異に乏しいが、タイヌビエに酷似し、幼時はイネとの識別の難しい擬態雑草のひとつである (笠原 1968, Yabuno 1966)。イネの生育に同調して成長し、イネの出穂とも同時に出穂するが、種子の登熟は速く、稲の収穫直前に種子を散布する。*E. glabrescens* Munro ex Hook. fil. はヒメタイヌビエの異物同名であるが、原記載の種子の大きさは典型的なヒメタイヌビエには該当しない (Bor 1960, Michael 2001b, 長田 1989, Yabuno 1983)。

オリゾイデス変種 var. *oryzoides* は、従来 *E. oryzoides* (Ard.) Fritsch とされていたもので、天水田や低地灌漑田に生育する (Yabuno 1984)。南部中国を含む東南アジアでは陸稲畑にもみられる。これは、小穂 (種子) の脱落性を欠き、脱粒性であっても成熟の初期には脱粒しにくい (Vickery 1975, Yabuno 1984)。オリゾイデス変種は水田に生育し小穂の形態が類似するため、しばしばタイヌビエ *E. oryzicola* と混同されている。しかし、オリゾイデス変種は明らかに6倍体でイヌビエと同じゲノムを持っており、4倍体のタイヌビエとは異なりっている (Yabuno 1984)。基本名の *Panicum oryzoides* のタイプ標本は起源の不明な種子を植物園で栽培された個



A

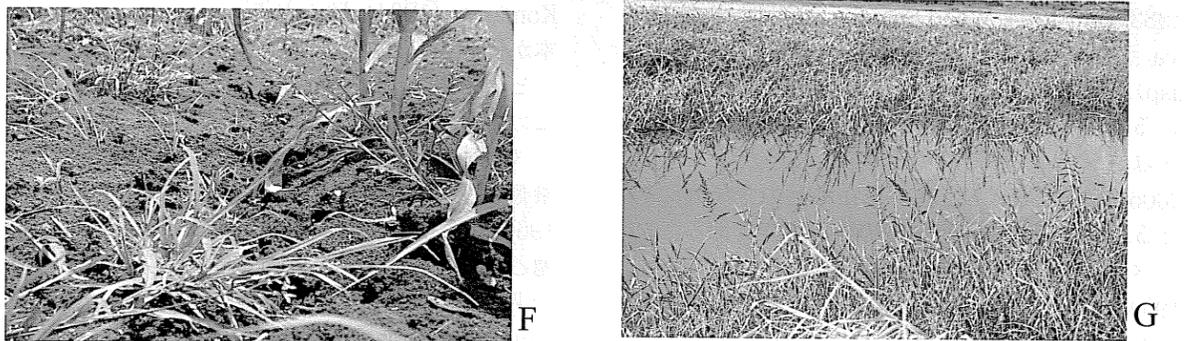
B



C

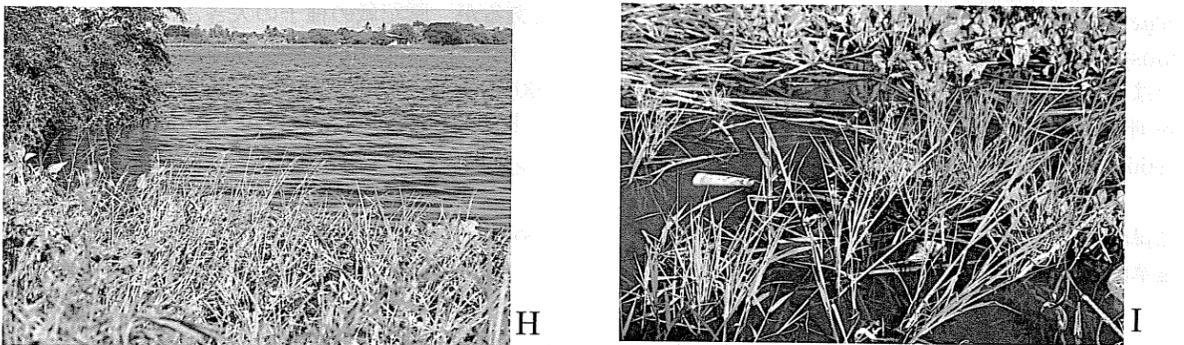
D

E



F

G

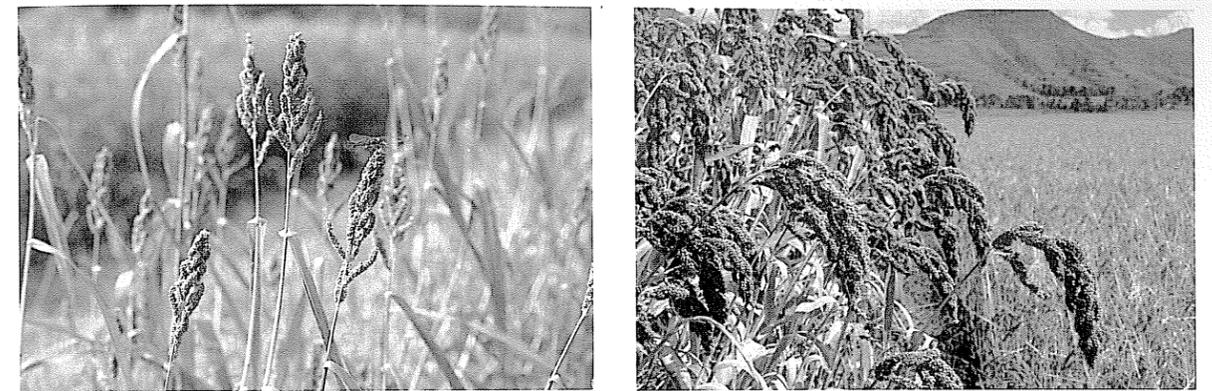


H

I

図1 東アジアの野生ヒエ属植物

A: イヌビエ(フィリピン), B: タイヌビエ(韓国), C: 稲刈りの後水田に生育するタイヌビエ, D, E: 沖縄先島の冬季の水田に生育するノゲタイヌビエ(一年生と多年生の中間の生態を示す), F: トウモロコシ畑のコヒメビエ, G: 水路の土手から茎を伸ばしているピクタ種, H, I: 湖面に浮遊して種子と茎によって繁殖するスタグニナ種



A

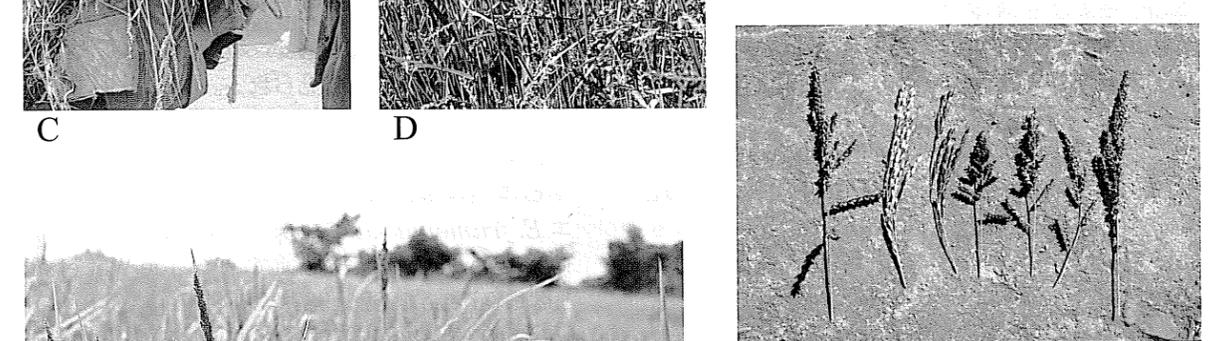
B



C

D

E



F

G

図2 東アジアの栽培のヒエ属植物

A: ヒエ(北海道平取), B: ヒエ(中国雲南省近年導入, 右は草丈の低いモソビエ), C: モソビエ(中国雲南省, ひえ酒用に運ばれている), D: モソビエ, E: プミ族のモソビエの水田, F: モソビエ(左)とイネおよび雑草と難脱粒のタイヌビエ(右), G: 飼料用に導入されたインドビエ(長崎県壱岐市)

体である (IPNI 2006, 大井 1962, 長田 1989)。Michael (2001b) はかつてこれをイヌビエの変種と扱ったが、亜種とする場合は *E. crus-galli* subsp. *oryzoides* (Ard.) A. Bolos & Masclans となる。*E. macrocarpa* Vasinger の記載はオリゾイデス変種に合致し (Komarov 1934, Yabuno 1984), *E. persistentia* との整合性も検討を要する (Michael 2001b)。

アジアのイヌビエの種内分類群に対して使われている *zelayensis*, *mitis*, *crus-pavonis* (陳 1995, 載 1986) は明らかに新大陸のものの誤用である。ノゲタイヌビエ var. *riukiensis* とホソバイヌビエ var. *austro-japonensis* は沖縄や先島から記録されたが (大井 1942), 前者は植物体の色が赤紫を帯びず緑色で、乾燥や低温に遭わなければ継続的に分けつ枝をつけ (図 1), 多年生的な特徴を示す。後者は熱帯中国の水田付近で発見されているが、実体は良くわからない。中国には *E. crus-pavonis* と組み合わされた変種が多数報告されているが (載 1986), これは採用されるべきでない。新大陸の種のうちイヌビエとの関係で注目すべきは *E. muricata* (P. Beauv.) Fernald, *E. walteri* Nash, *E. pungens* (Poir.) Rydb. および 6 倍体の *E. crus-pavonis* (Kunth) Schult. で、イヌビエとの境界が不鮮明となっている (Manu and Barrett 1986, Gleason and Cronquist 1991)。

コヒメビエ *E. colona* は 6 倍体 ($2n=6X=54$) で亜熱帯から熱帯の普通畑や天水田の中にみられるほか、低地水田のあぜ道や畦畔などに良くみられる (図 1)。コヒメビエは北緯 30° から南緯 30° の地域に世界的に広くみられる (Holm et al. 1977)。コヒメビエは草丈 100cm を超えない華奢な雑草である (Yabuno 1983)。近年、九州北部へ分布域を拡大しており、地球温暖化との関わりが示唆されている (森田 1998)。基本名の “*colona*” (*Panicum colona* L.) はリンネの時代には派生形容詞であり、コヒメビエの種小名に *colona* を支持する見解はなくなった (Bor 1960, IPNI 2006)。

多年生野生種

多年生のヒエ属植物は世界の熱帯に分布する。アジアの主要 2 種はピクタ種 *E. picta* とスタグニナ種 *E. stagnina* である。浮きイネの重要な雑草であるアジアのスタグニナ種は 4 倍体 ($2n=2X=36$) で (Michael 1983), ピクタ種と一年生の *E. macrandra* P. W. Michael et Vickery が除外されたため比較的明瞭な群となった (Michael 1978, Michael and Vickery 1980)。ス

タグニナ種は灌漑水田、深水水田、水路、湖などに浮き性ヒエとして生育している (図 1)。通常、少数の種子を確実につける。茎は横走し、容易に芽と根を節につける (種坂 1986)。葉鞘と節間の内部にスポンジ状の組織を作り、水中や水上での生活を容易としている。ピクタ種と同様に水位の上昇にともない茎を素早く伸長させる。スタグニナ種のアフリカ系統はアジアの系統より伸長速度がはやい (種坂 1986)。アフリカ系統は 6 倍体でその正式名は *E. scabra* Roem. et Schult. とされる (藪野 2001)。

ピクタ種は 9 倍体以上の倍数体種で ($2n=9X=81$, $11X=99$, $14X=126$), 最近までスタグニナ種の一部とされていた (Michael 1978)。ピクタ種は、熱帯アジア特に東南アジアと南アジアに広くみられ、太平洋の島々にも生育する。ピクタ種は水田の縁や湖水の縁に生育しており (図 1), 横走枝により繁殖し、タイやミャンマーでは水田の雑草となっている。ピクタ種は通常葉や茎に赤紫のゼブラ状の縞がみられる。ピクタ種はスタグニナ種ほど水分を必要とせず (Michael 1983), 乾燥しやすい水路にも生育する。種子着粒性について稔性と不稔性の 2 型がある (Yabuno 1968, Tanesaka 1991)。一般的には、不稔性個体は水路や湛水しやすい場所に優占的で、稔性個体は灌漑水田の周辺の畦などによく見られる。

栽培種

ヒエ (ニホンビエ) *E. esculenta* とインドヒエ *E. frumentacea* は従来から知られていた 6 倍体の ($2n=6X=54$) 栽培種である (de Wet et al. 1983, Yabuno 1962, 1987)。モソビエ *E. oryzicola* aff. は、4 倍体の栽培ヒエで、中国雲南省で利用されている (藪野・山口 1996, 2001)。この 3 種の栽培種の祖先野生種は、それぞれイヌビエ *E. crus-galli*, ヒメイヌビエ *E. colona* およびタイヌビエ *E. oryzicola* である。栽培種を利用している人々は通常野生種よりも短い言葉で栽培種を認識している (表 1)。de Wet et al. (1983) は、ヒエをイヌビエの中に含め、インドヒエをコヒメビエの中に含めて、栽培種の種小名を消してしましたが、これはヒエ属植物の多様性を理解するのに都合悪く、様々な誤解を生む原因となっている。

ヒエは明らかに東アジアの種であり、種小名 “*frumentacea*” のヒエへの適用は、*E. utilis* Ohwi et Yabuno の発表以降には非合法である (大井 1962)。日本、朝鮮、中国には多数の品種がある (図 2)。中国で *E. frumentacea* で引用されている “湖南稗子” と *E. utilis* で引用され

ている “紫穗稗” (陳 1990) は明らかにヒエ *E. esculenta* の二つの品種群である (図 2)。後者は我々が麗江ヒエと呼んでいるもので遺伝的にはヒエに含まれる (藪野・山口 1996, 2001, Yamaguchi et al. 2005)。ヒエは、食糧資源あるいは飼料として中国、日本、朝鮮で栽培されてきた。とくにイネの栽培の不適な土地での利用が多い。オロカヒエ、ゾロヒエあるいはオンゾヒエと呼ばれる類型が時折ヒエの栽培圃場のちかくで発見される (Kobayashi and Sakamoto 1990)。この雑草のヒエは、雑草として有害なイヌビエとは異なり、雑草アワ、雑草アズキなどと同様に、de Wet and Harlan (1970) が雑草系統としたものにあたる。しかし Kobayashi and Sakamoto (1990) は、これらを栽培系統への擬態雑草としている。

インドヒエは、インド、パキスタン、ネパールなどでモロコシやトウモロコシの補完的作物とされ、ときに飼料とされて (Yabuno 1966, CSIR 1952), その早生の性質が好まれている。4 つの品種群 Robusta, Stronifera, Intermedia と Laxa が種内群として提唱されている (de Wet et al. 1983)。飼料としての用途は近年日本でも始まっている (図 2)。

モソビエ *E. oryzicola* aff. は中国雲南省のモソ族やプミ族によってスーリマ酒や家畜の飼料に使われている (藪野 1996, 山口ら 1996, 山口・梅本 2003)。モソビエは水田のみで栽培される。雑草型はモソビエにもインドヒエにも知られていない。

アジア以外の世界のヒエ

ヒエ属植物は、アジア以外に、オーストラリア、アフリカ、新世界にみられる。イヌビエとコヒメビエは汎世界的にみられるが、この 2 種はそれぞれの大陸にも分布し、固有の形態および生態的特徴を示す。

オーストラリアのほとんどの種は、固有種で、一年生の *E. dietrichiana* P. W. Michael, *E. elliptica* P. W. Michael et Vickery, *E. inundata* P. W. Michael et Vickery ($2n=72$), *E. kimberleyensis* P. W. Michael et Vickery, *E. lacunaria* (F. Muell.) P. W. Michael et Vickery, *E. macrandra* P. W. Michael et Vickery ($2n=108$), *E. telmatophila* P. W. Michael et Vickery ($2n=54$) および *E. turneriana* (Domin) J. M. Black ($2n=108$) がある (Michael 1994, 2001b)。ニューギニアには多年生の *E. praestans* P. W. Michael がオーストラリアとともに知られる (Michael 2001)。

アフリカには 10 種の一年生種と 5 種の多年生

種がある (Michael 1994)。一年生種は、*E. brevipedicellata* (Peter) Clayton, *E. callopus* (Pillger) Clayton, *E. jubata* Stapf, *E. obtusiflora*, *E. rostrata* (Stapf) Michael, *E. rotundiflora* Clayton, *E. senegalensis* Mez., *E. subverticillata* Piger, *E. ugandaensis* Snowden et C. E. Hubbard および *E. vercillata* Berhaut があり、多年生種には *E. holubii* (Stapf) Stapf, *E. lelievrei* (A. Chev.) Berhaut, *E. madagascariensis* Mez., 6 倍体の *E. stagnina* および *E. pyramidalis* (Lam.) Hitchc. et Chase がある。一年生 2 倍体種の *E. obtusiflora* は西アフリカのアフリカイネ *Oryza glaberrima* の水田に随伴雑草として生育する (Yabuno 1983, 藪野, 1996, 2001)。植物体は直立で、すべて部分的自家不和合性である。実生は水深 10cm でも生育可能である (Yabuno 1983)。アフリカで *E. crus-pavonis* と扱われている種は 2 倍体または 6 倍体である (藪野 2001, Danquah et al. 2002b)。*E. pyramidalis* (Lam.) Hitchc. et Chase は、根茎肥大する多年生の雑草で、熱帯アフリカで浮き性の生育を示す (Yabuno 1968)。ケニアの 2 倍体 *E. pyramidalis* は (Yabuno 1988) おそらく別の種であろう (藪野 2001)。近年、この *E. pyramidalis* はオーストラリアやメキシコの湿地に侵入野生化して問題となっている (Michael 1994, Rosas et al. 2006)。この種はおおよそ自家不和合で他家受粉である (Yabuno 1970b)。*E. haploclada* は 2 倍体で球茎によって無性繁殖する。アフリカの *E. stagnina* は 6 倍体で、横走枝で殖え、種子はブルグとして収穫利用されている (藪野 2001, 三浦 2003)。

新世界には 5 種の一年生固有種と 2 種の多年生固有種がある。一年生種には *E. crus-pavonis* (Kunth) Schult., *E. holciformis* (H.B.K) Chase, *E. jakiscana* Mc Vaugh, *E. macra* (Wieg.) P.W. Michael (= *E. pungens*), *E. microstacha* (Wieg.) Rydb., *E. muricata*, *E. oplismenoides*, *E. paludigena* Wieg., *E. walteri*, *E. zelayensis*, *E. helodes* があり、多年生種には *E. polystacha* (H. B. K.) Hitchc. var. *polystacha* と var. *spectabilis* がある。南米産の *E. crus-pavonis* ($2n=54$) はしばしば北米南部やアフリカ、オーストラリア、ニュージーランドなどで拡散が報告されている (Michael 2001b, 2003)。*E. polystacha* はパプアニューギニアやオーストラリアに侵入している (PIER 2006)。*E. muricata* は潜在的侵入生物として日本で注目されている。

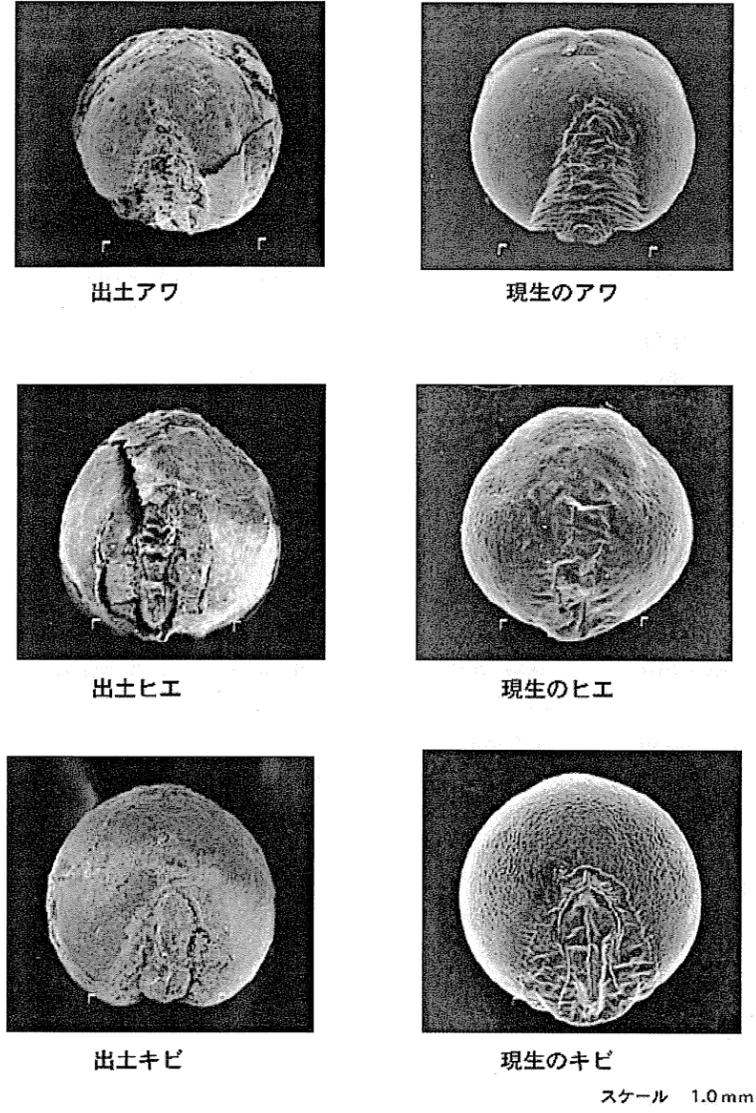


図3 アワ、ヒエ、キビの穎果（出土品と現世品）（椿坂 1993）

穎果の特徴による種属の分類と同定

一般に、考古遺跡より発掘される種子は、炭化した状態で検出される。微細な植物遺体を比較的容易に検出するフローテーション法で得られる検体の形態的情報には限りがあり、種や分類群の特定には困難を伴うが、保存状態が良ければ判断できる。その際にはヒエとアワ *Setaria italica*、キビ *Panicum miliaceum* の識別とヒエ属植物においては種の同定が重要となる。後者は分類学における種内群の取り扱いの混乱もあって、その特定は、極めて困難である。正確に同定するためには基準となる情報を準備しておく必要がある。まず、種子とくに穎果の特徴をアワやキビと比較した後、現在のヒエ属植物についてその特徴を述べる。

北海道や東アジアに分布する雑穀のうち（岸本 1941）、ヒエとアワ、キビは、現在異なる属に

分類されているが、かつてアワ属 *Panicum* に含まれていたように種子の形状は極めてよく似ている。また、ヒエには野生祖先種のイヌビエ *E. crus-galli*、アワには野生祖先種のエノコログサ *S. viridis* があり、これらの野生種は攪乱環境に自生し、住居周りなどにしばしば大きな群落をつくる。近縁の野生種ではヒエには水田雑草のタイヌビエがあり、アワにはエノコログサと混同されていたアキノエノコログサ *S. faberii* がある。イネ科植物の器官名は農学分野と植物学分野とで異なって使用されるので、種属の分類にあたっては基準となる植物器官も十分に理解する必要がある。

通常、イネ科の分類では小穂の形態が用いられる。ヒエ、アワ、キビの3種は、小穂を構成する穎（苞穎＝護穎、外穎、内穎）の形状と表面構造などに拠っても識別できるが、穎が考古遺跡より出土するのは希なため、同定にもっとも有効なのは穎果（種子）と胚の形状である（図3）（椿坂 1993）。ふつう、ヒエやアワでは一つの小穂に2つの小花があり、下位の花は不稔で、上位の花が稔る。上位の花では胚は受精後、肥大して穎果となる。穎果は、長軸、短軸、厚みの順で成長し、その大きさが決まる。成熟すると上位の花の穎（外穎と内穎）は

硬化して穎果をしっかりと抱き、俗に「果皮」とか「外皮」と呼ばれる構造をつくる（植物学では果皮と外皮は全く異なる別の器官である）。外穎や内穎には走査電子顕微鏡などで観察できる長細胞や石英細胞があり、この表面構造の特徴でもヒエ、アワ、キビを識別できる（椿坂 1993）。遺跡より発掘される種子では、胚の形状が分類にもっとも有効である（図3）。アワとヒエの胚は粒長（穎果の長軸）の2/3ほどあり、キビの1/2と識別される。また、腹面にはへそがあり、へそはアワではA字型で、ヒエとキビではへら状である。この胚とへその形の違いは穎果で属を識別する重要な違いである。

ヒエ類の同定では、ヒエ（ニホンビエ）とインドビエおよび雲南省のナシ族が酒に使っているレイコウヒエとモソ族の栽培するモソビエ（藪野・山口 2001）を識別する必要がある。アワやキビ

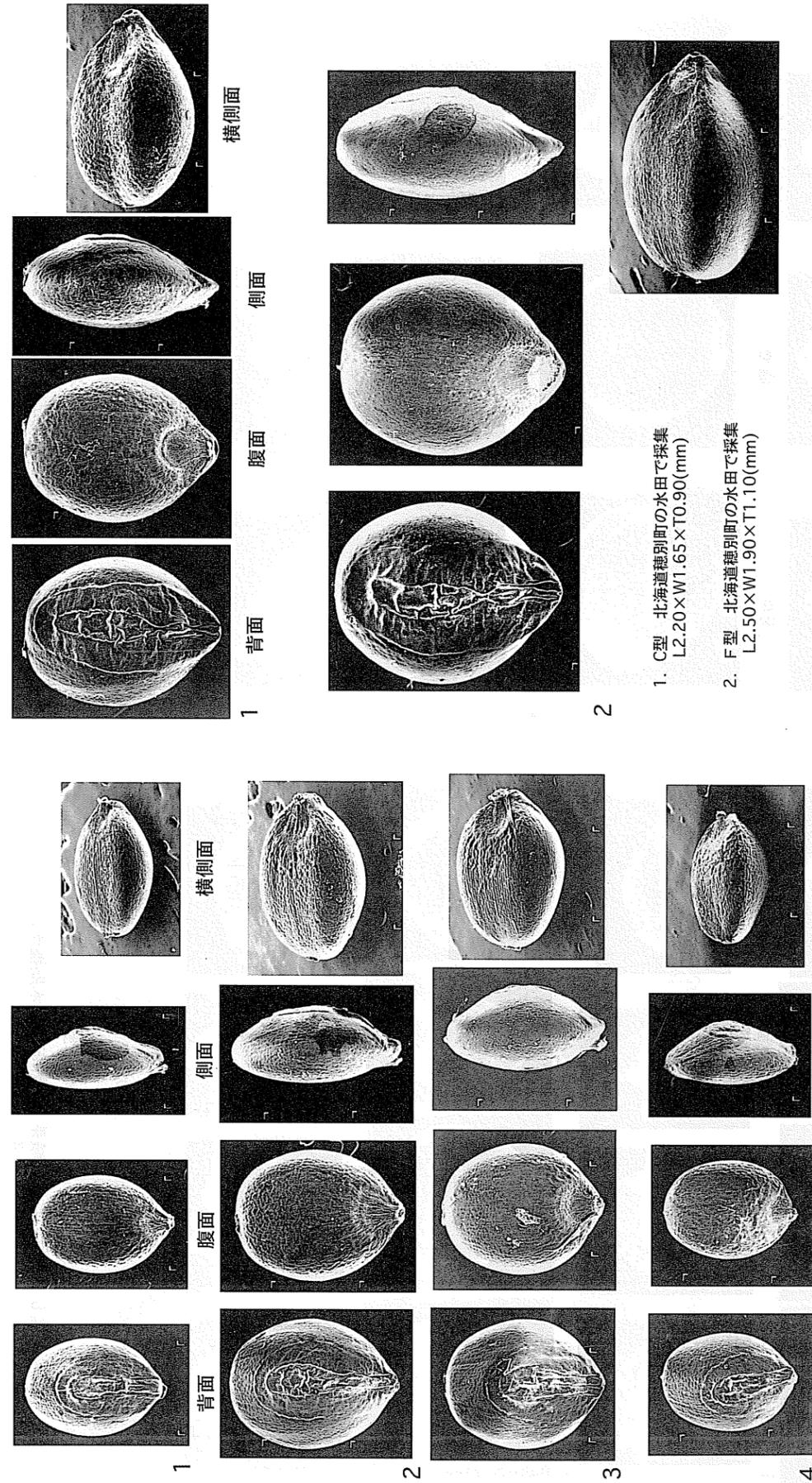
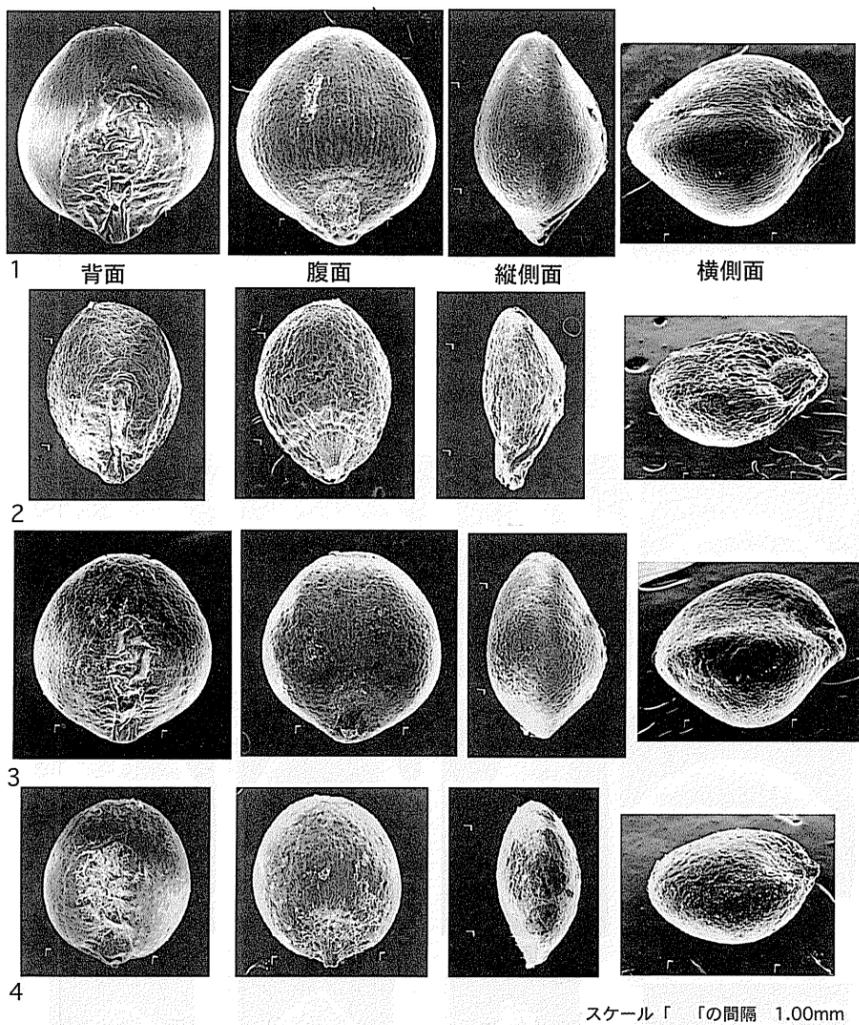


図4 現世のイヌビエの穎果（北海道胆振管内産）

図5 現世のタイヌビエの穎果



1. 完熟ヒエ L2.10×W1.75×T1.10(mm), 2. 未熟のヒエ L1.70×W1.25×T0.650(mm)
 3. 完熟ヒエ L1.80×W1.60×T1.00(mm), 4. 未熟のヒエ L1.60×W1.25×T0.70(mm)

図6 現世のヒエの穎果 (完熟および未熟種子)
 (1, 2: 吾妻在来, 3, 4: 二風谷在来)

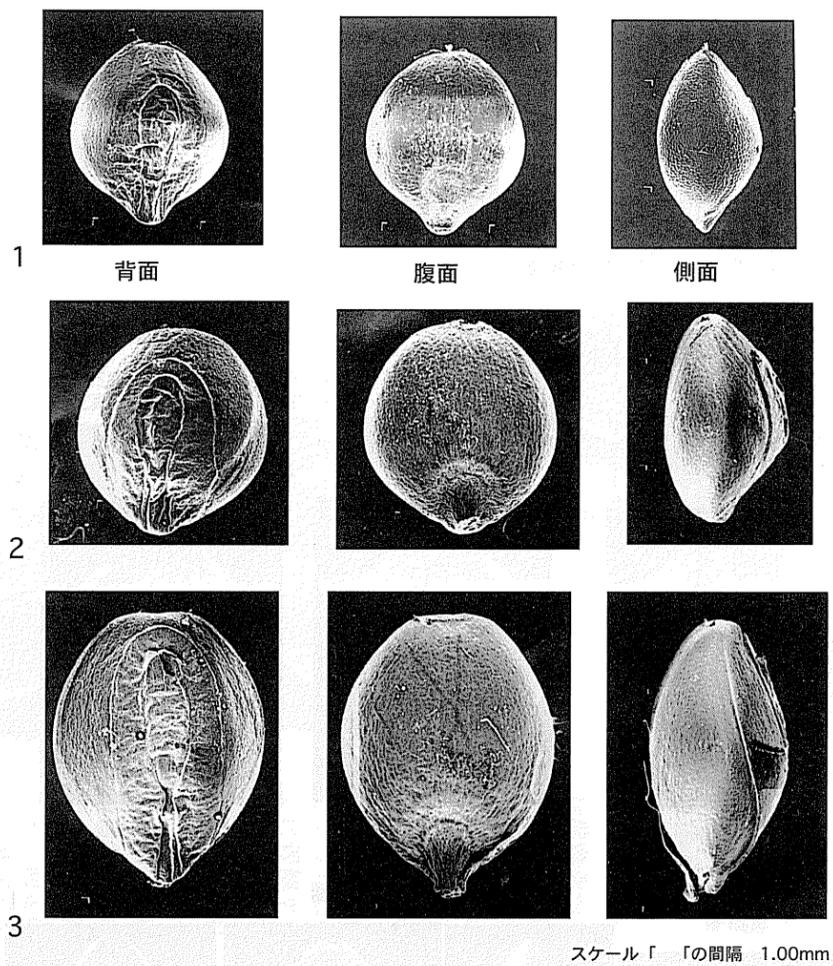


図7 現世の栽培ヒエの穎果

(1. ヒエ(ニホンビエ) L1.75×W1.40×T0.90(mm)
 2. レイコウビエ L1.95×W1.70×T1.00(mm)
 3. モソビエ L2.60×W1.80×T1.20(mm))

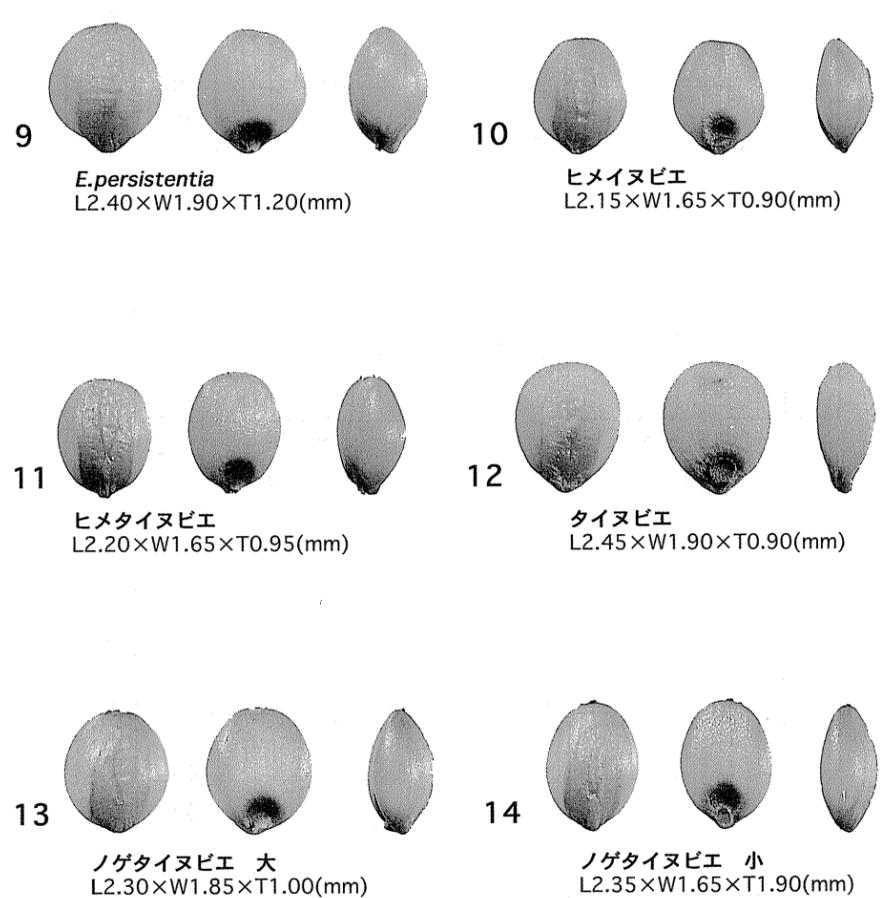
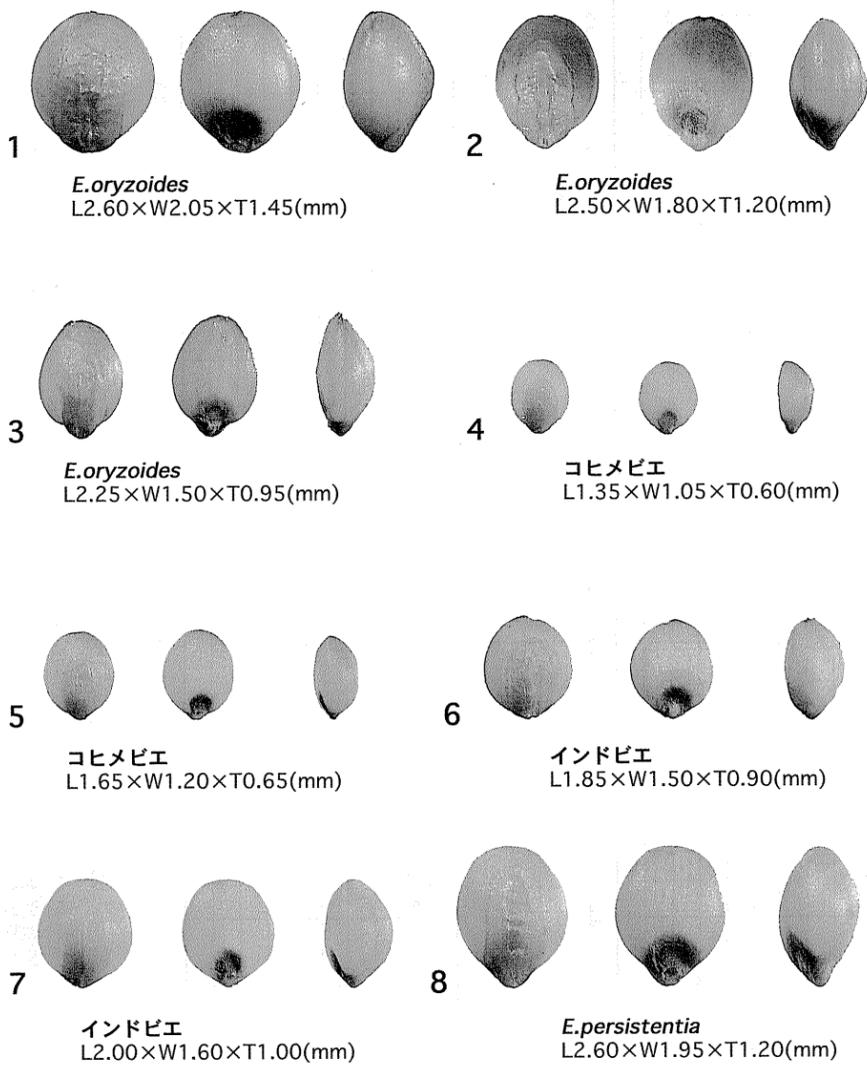


図8 現世のヒエ属植物の穎果

(*E. oryzoides* はイヌビエの変種, *E. persistentia* はタイヌビエの難脱粒系統, 11のヒメタイヌビエはDNAと胚の特徴からタイヌビエである。)

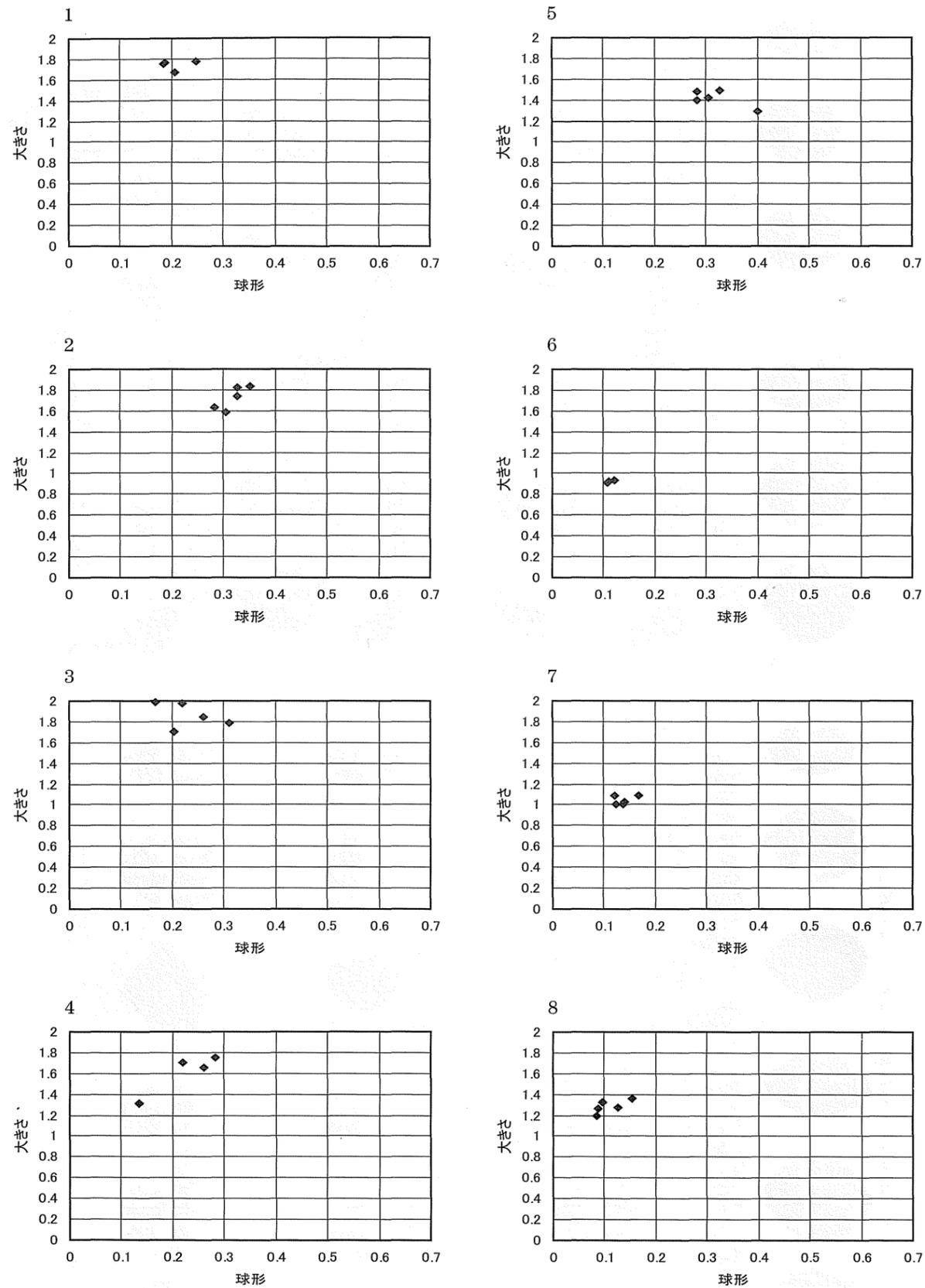


図9 ヒエ属植物の穎果の大きさ(サイズ)と球形指数の変異(1)

- 1) *E. persistentia* EC97c58; 2) *E. persistentia* EC97c19; 3) *E. oryzoides* EC95F01;
 4) *E. oryzoides* EC99T27; 5) *E. oryzoides* EC96C041; 6) コヒメビエ EC00V01;
 7) コヒメビエ EC97Pr01; 8) インドビエ PI183332

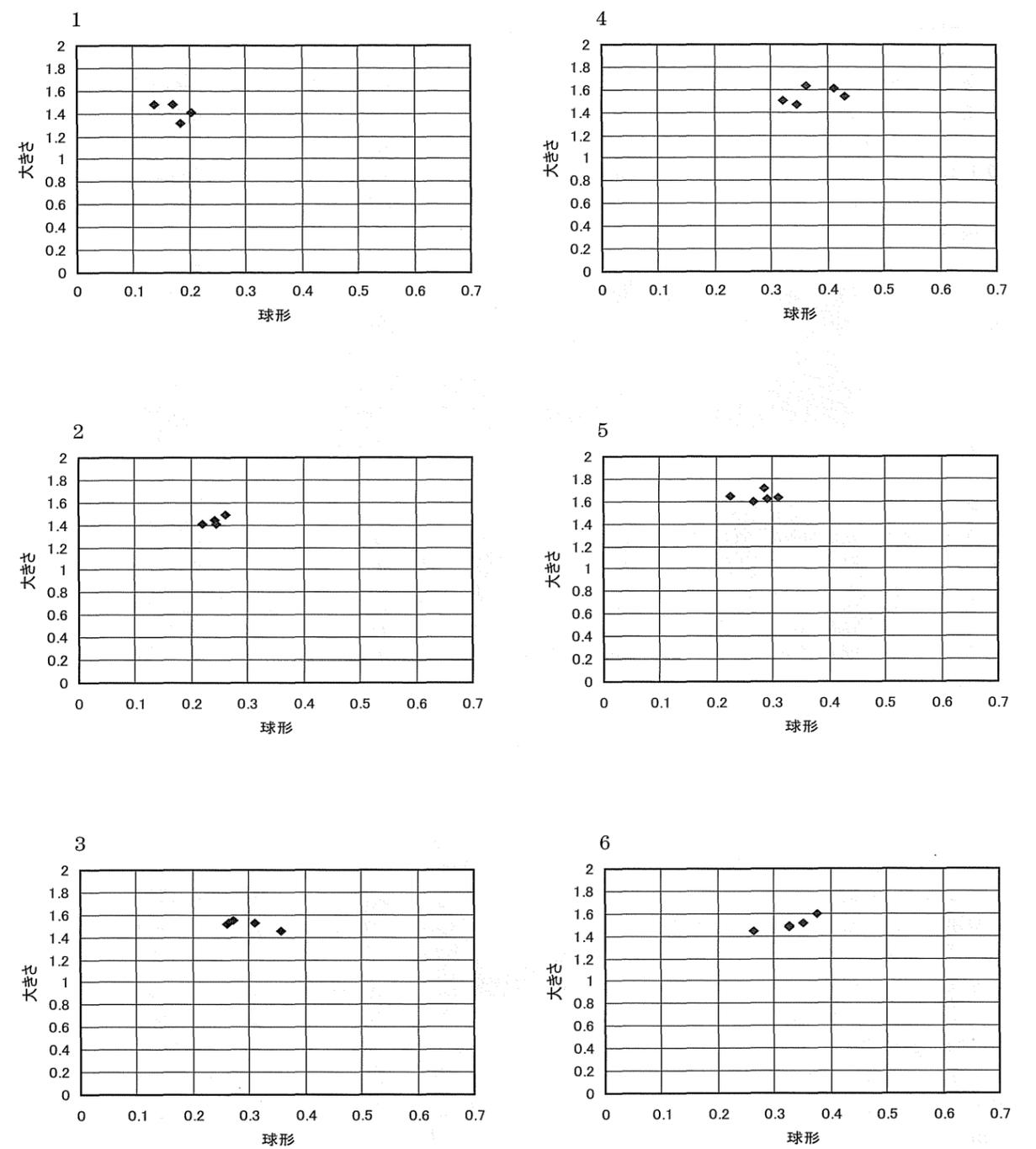


図10 ヒエ属植物の穎果の大きさ(サイズ)と球形指数の変異(2)

- 1) インドビエ EC95PA01; 2) ヒメイヌビエ EC95J28; 3) ヒメタイヌビエ EC95J27;
 4) タイヌビエ EC97C61; 5) ノゲタイヌビエ 大; 6) ノゲタイヌビエ 小

との識別と同様に穎果の特徴をみると(図4~7), ヒエとレイコウビエにはサイズの差がみられるものの胚やへそなどに大きな変化は無く, これはイヌビエの穎果と同じ特徴である。一方, モソビエは胚が極めて大きく, タイヌビエと同じ特徴を示す。栽培種では果実全体が丸みを帯び, 胚が大きくなる傾向にあるため, 穎果の長径に対する胚の長さの比(胚穎果長比)は幾分変化するが, イヌビエ・ヒエとタイヌビエ・モソビエは胚穎果長比で識別できる。前者では胚穎果長比が80%以下であるのに対し, 後者では90%以上となる。コヒメビエ・インドビエでは胚-穎果長比はおよそ65%程度である(図4~7)。現世の種子には, 穎果の形と大きさのほか, 色調にも特徴がある(図8)。イヌビエ(種内変種を含む), タイヌビエ, ヒエ, レイコウビエでは穎果は褐色がかかるのに対し, コヒメビエとインドビエでは白色である。図8の試料6は, 褐色がかっているがインドビエである。イヌビエとヒエ(レイコウビエ), タイヌビエとモソビエ, コヒメビエとインドビエはそれぞれ胚の形状と穎果の色に共通性を示すが, これは同じゲノムを持つ同じ生物学的種に対応している。

考古遺跡より発掘されるヒエ属植物

フローテーション法による遺跡からの種子の発掘遺跡から発掘される植物遺体はさまざまな変化を受けているため, 種や群を決めるには困難を伴う。一般に植物遺体は, 発掘品の形態的特徴とサイズに基づいて鑑定されるが, これまでの方法では幸運に得られた完全品による質的データしか得られず, 古代の生活や文化を量的に把握して考察できなかった。遺跡の土壌を水中で攪拌して浮遊してくる多孔質の植物遺体をメッシュサイズの異なる篩で選り分けるフローテーション法は, 乾燥した立地でも炭化物を含む土壌から目的の遺物を検出できるので, 低湿地のような保存状態の良い遺跡からだけでなく, 丘陵や河岸段丘上などの乾燥した遺跡からの植物遺体も分析できる(椿坂・1992, Pearsall 1989)。フローテーション法は, 従来のウォーターフロー法による種子の選別より手間がかかる反面, メッシュサイズを変えることによって目的とする試料を効率的に選別できるので, 先史や古代の食生活の復原には, 極めて有効である。ヒエ属植物の研究では, 最小メッシュサイズを0.5mmに設定して微小な植物種子を検出する。また, 地質調査などの考古学的な方法で遺跡の年代を推定するだけでなく, 放射性炭素年代測定法(AMS法)などでも年代測定されている(吉崎 1997)。

種子の形状(サイズや丸み)の数量化は難しいが, 便宜的にサイズを $\sqrt{\text{縦} \times \text{幅} \times \text{厚み}}$ とし, 形状を球形指数 $= ((\text{縦}-\text{平均})^2 + (\text{幅}-\text{平均})^2 + (\text{厚み}-\text{平均})^2) / 3$ とすると(平均: 縦幅厚みの平均, 球形指数は球状=0, 杯状=0.2), 抽象化して穎果の形状が把握できる(図9, 10)。イヌビエではサイズは1.0~1.3程度, 球形指数は0.16から0.2程度, ヒエの仲間ではサイズは1.3~1.6球形指数は0.12~0.17程度(時に0.05で極球形)であり, タイヌビエ・モソビエの仲間ではサイズは1.5以上, 球形指数0.25以上が多くなり, コヒメビエでは1.0以下, 約0.1程度, インドビエではサイズが1.3で, 球形指数は0.15程度である。調査した試料には, 変種や種の識別の困難なサンプルがあるが, 図8の試料1~3はイヌビエの仲間, 試料4, 5はコヒメビエ, 試料8, 9, 11, 12はタイヌビエの仲間と判断される。試料13と14のノゲタイヌビエはイヌビエの仲間に近い形状を呈している。典型的な系統では種の識別は容易であるが, 境界域の変異を示すものもあり, 種の同定にあたっては十分な量のサンプルについて形状と大きさおよび胚の形状と位置を検証する必要がある。

古代遺跡のヒエ属植物

これまでに遺跡より発掘されたヒエと推定される炭化種子を年代を追って示し(図11~20), そのサイズと形状の変異を図21~24に示す。函館市中野遺跡では縄文時代早期末の層から貝殻紋先底土器群に伴ってヒエ属種子が住居址から検出されたほか(吉崎 1997), 七飯町, 余市町, 南茅部町の遺跡住居址床面や焼土からヒエ属の炭化種子が発掘されている(図11)(吉崎 1991, 1992a, 1993, 椿坂 1991, 吉崎・椿坂 1993b, 1993c, 1995c, 1997a)。縄文時代後期後葉の千歳市キウス遺跡からは盛り土遺構から多数の穎果が検出されている(吉崎・椿坂 1993d, 2000a)(図12)。続縄文時代には奥尻町, 茂別町, 札幌市などの遺跡の住居址や屋外の焼土からヒエ属植物の種子が検出され(吉崎・椿坂 1995b, 1997a, 1998a), 茂別遺跡の穎果の年代は1850年前(Bp, 補正2110年前)と推定されている(図13)。擦文時代になると9世紀から12世紀の札幌市サクシュコトニ遺跡, K431, 441, H317遺跡の炭化物マウンドや住居址や屋外炉(図14)や札幌市K39遺跡の屋外炉や焼土(図15)からやや小粒のヒエ属植物の種子が安定的に発掘されるようになる(吉崎 1989a, b, 吉崎・椿坂 1990b, 1993a, 1995b, 1997c, 2001)。擦文文化後半から中世の大川遺跡(余市町)の住

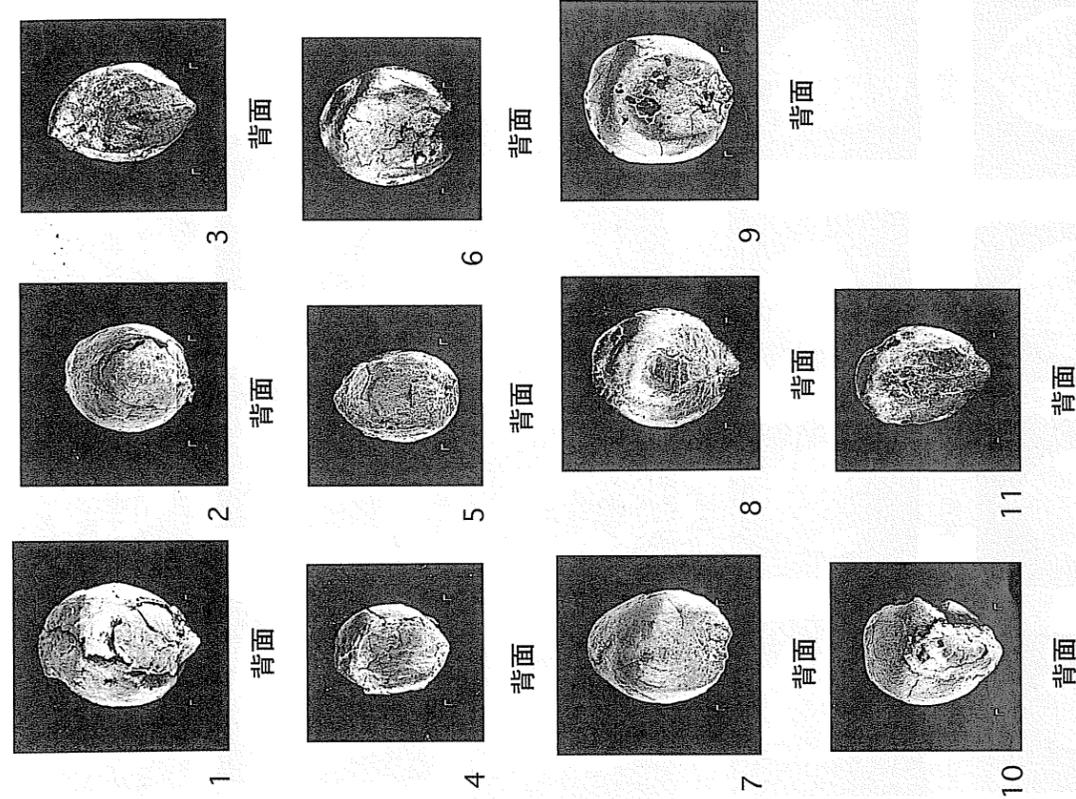


図12 縄文時代後期の遺跡(千歳市キウス4遺跡)から検出されたヒエ属植物の炭化種子(吉崎・椿坂 1993d, 2000a)

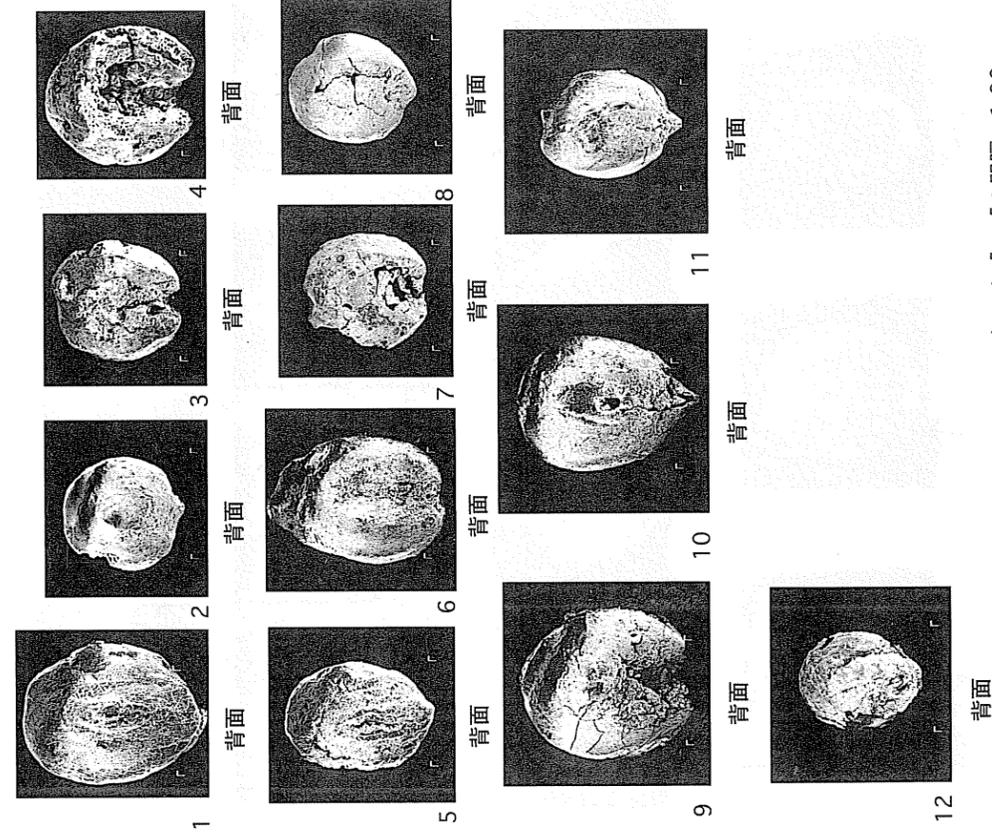
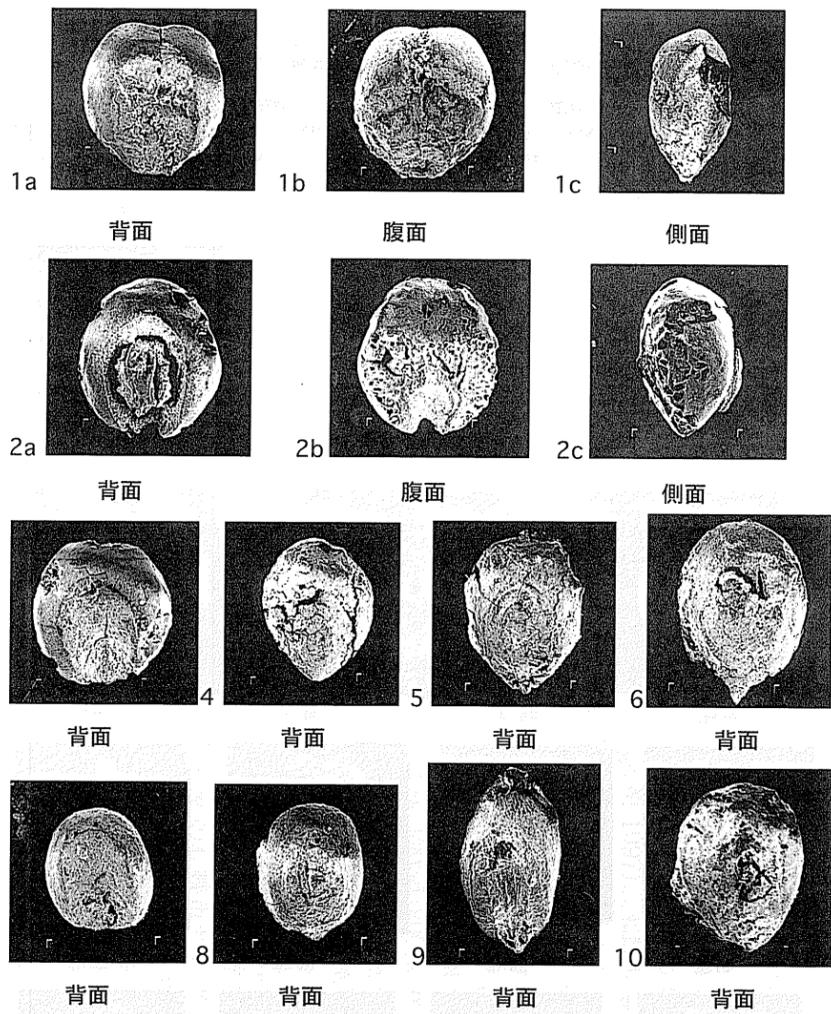


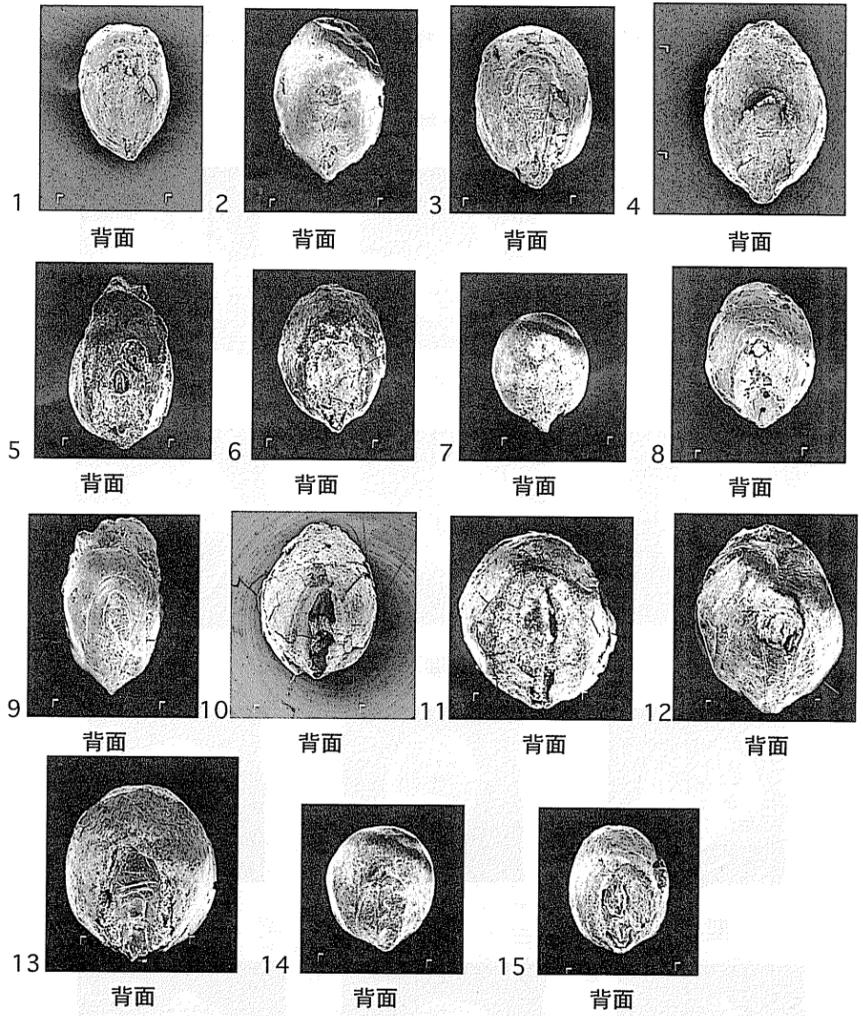
図11 縄文時代の遺構から検出されたヒエ属植物の炭化種子(吉崎 1991, 1992a, 1993, 椿坂 1991, 吉崎・椿坂 1993b, 1993c, 1995c, 1997a)

スケール「」の間隔 1.00mm
 1~4 函館市 中野B遺跡, 5 函館市 石倉貝塚遺跡, 6 七飯町 鳴川右岸遺跡, 7・8 余市町 フゴッベ遺跡, 9・10 南茅部町 大船C遺跡, 11 南茅部町 ハマナス野遺跡, 14 南茅部町 八木B遺跡



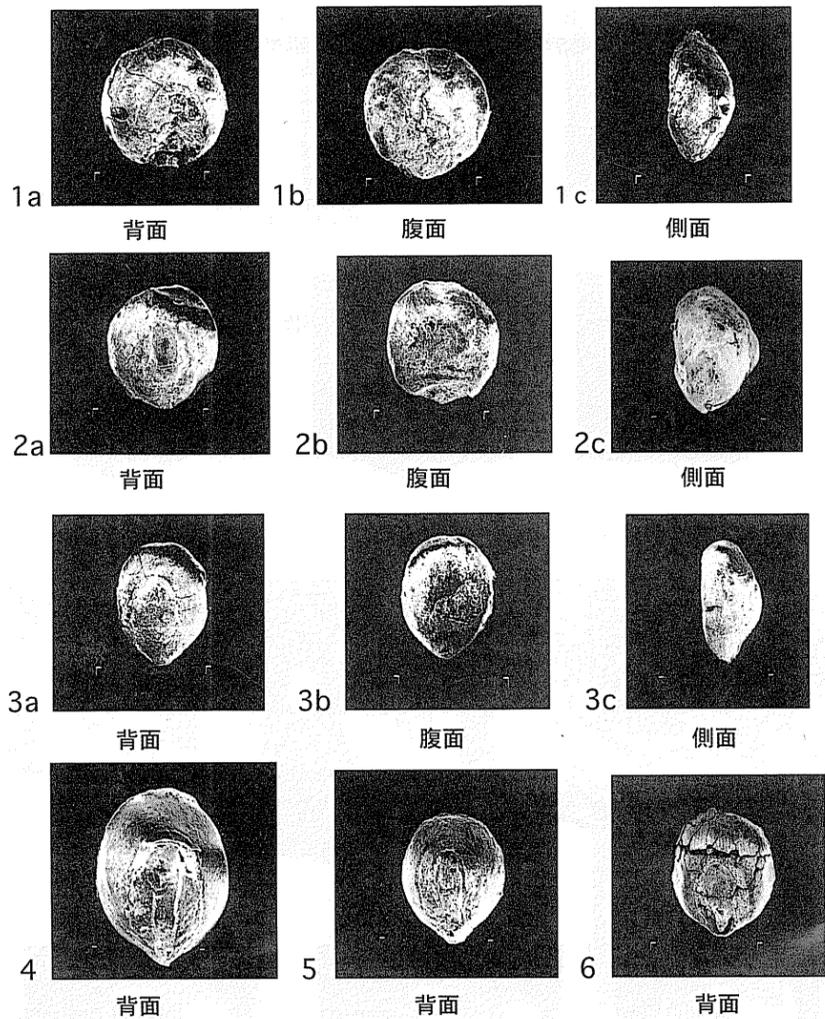
1a 奥尻町 青苗B遺跡, 2a~6 茂別町 茂別遺跡,
7~10 札幌市 H317遺跡

図13 続縄文時代の遺構から検出されたヒエ属植物の炭化種子
(吉崎・椿坂 1995, 1997, 1998) スケールの間隔 1.00mm



1~4 札幌市 サクシュコトニ川遺跡, 5~7 札幌市 K435遺跡
8・9札幌市 K441遺跡北34条地点, 10 札幌市 K441遺跡北33条地点
11~15 札幌市 H317遺跡

図14 擦文文化の遺構から検出されたヒエ属植物の炭化種子 (1)
(吉崎 1989a, 1989b, 吉崎・椿坂 1990b, 1993a, 1995b)



1a~3a 札幌市 K39遺跡第8次調査, 4・5 札幌市 K39遺跡第6次調査
6 札幌市 K39遺跡長谷工地点出土

図15 擦文文化の遺構から検出されたヒエ属植物の炭化種子 (2)
(吉崎・椿坂 1997c, 2001) スケールの間隔 1.00mm

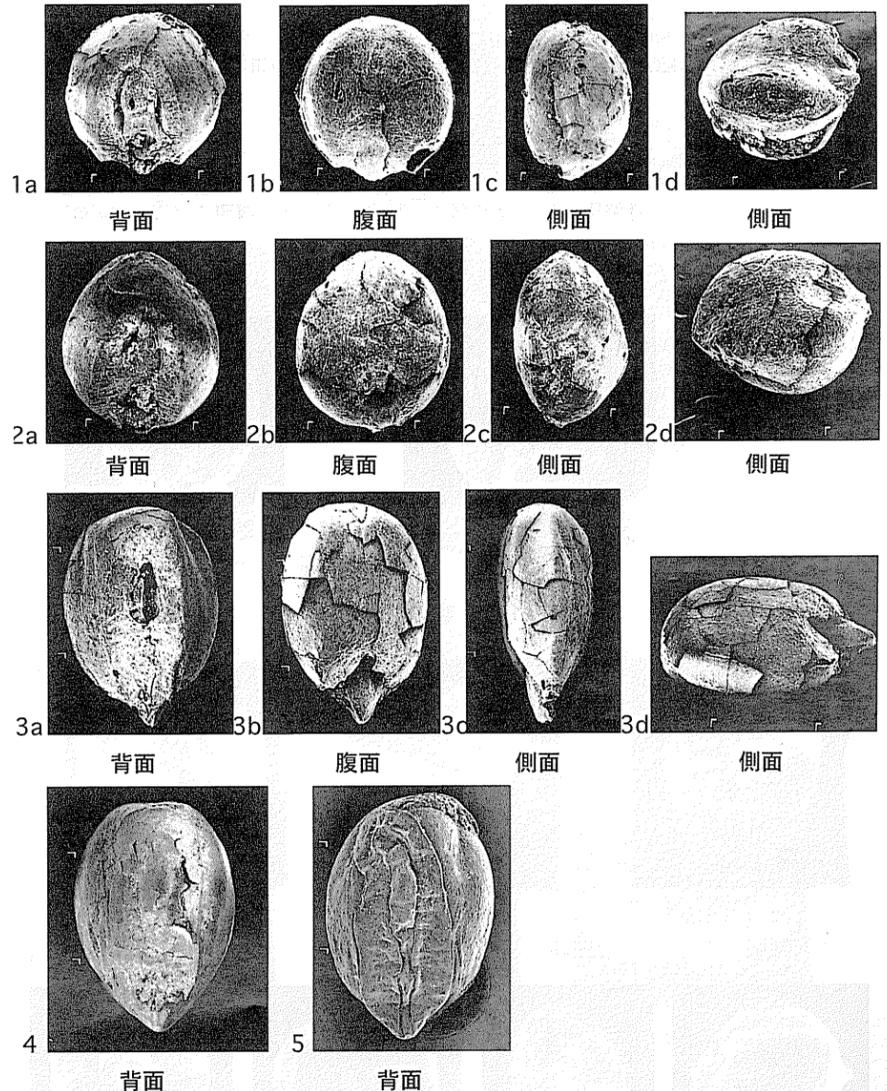
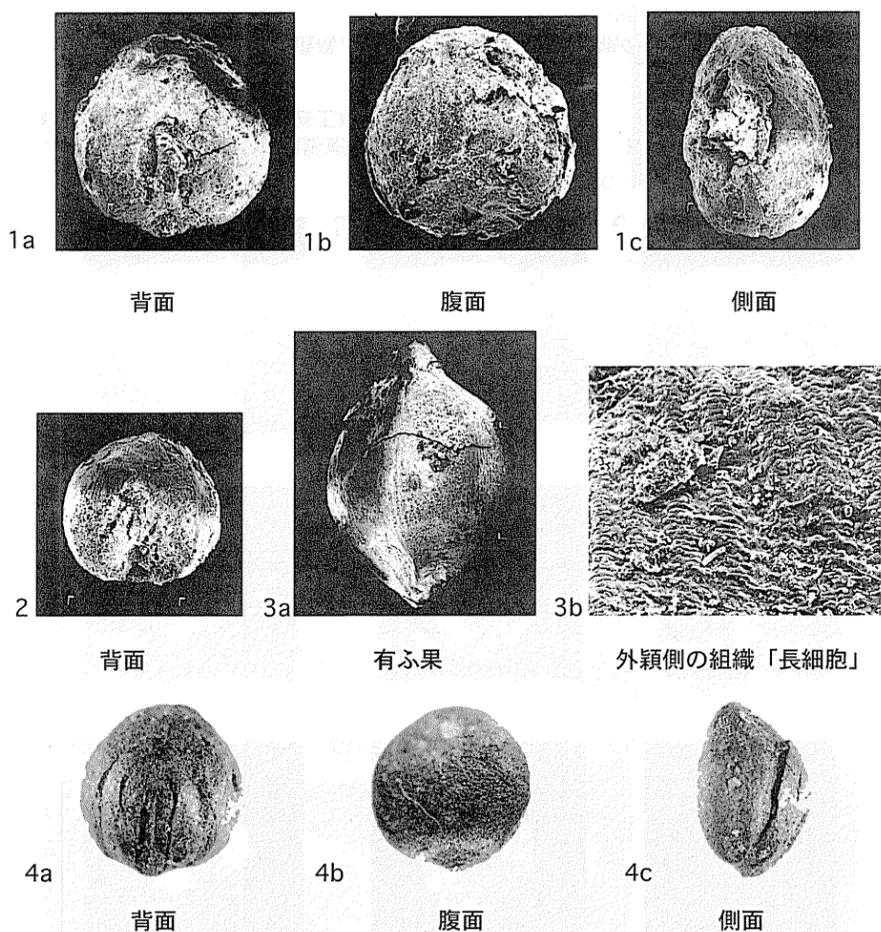
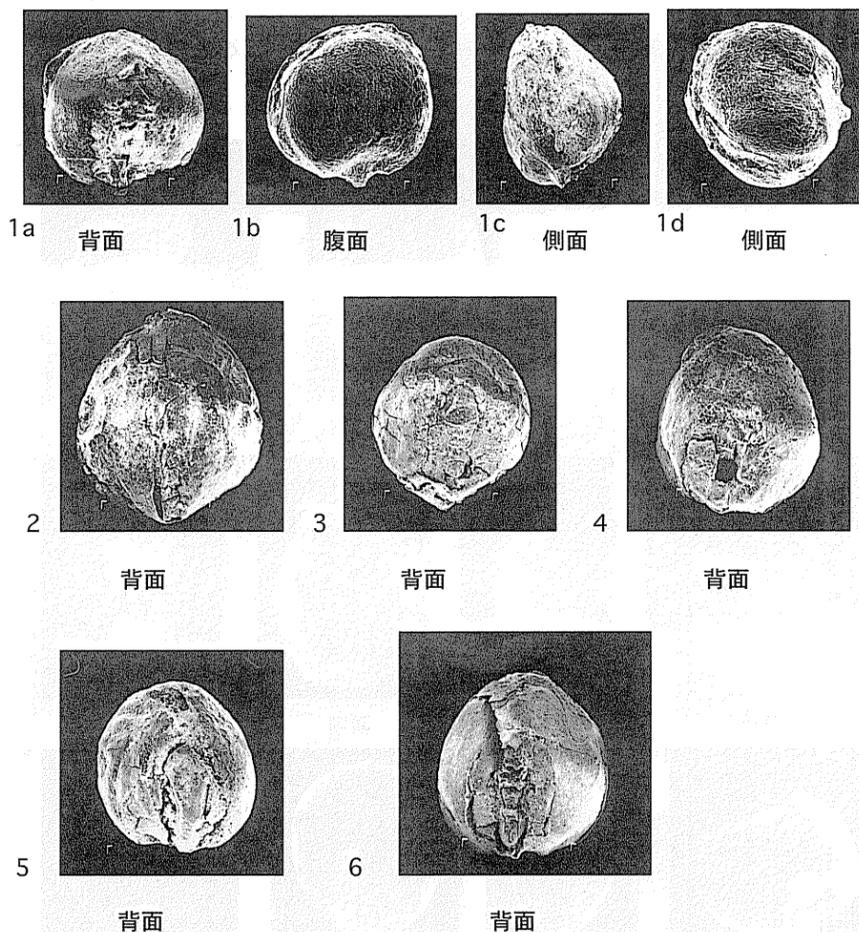


図16 擦文文化後期~中世の余市町大川遺跡から検出された
ヒエ属植物の炭化種子 (米谷・宮 2000)



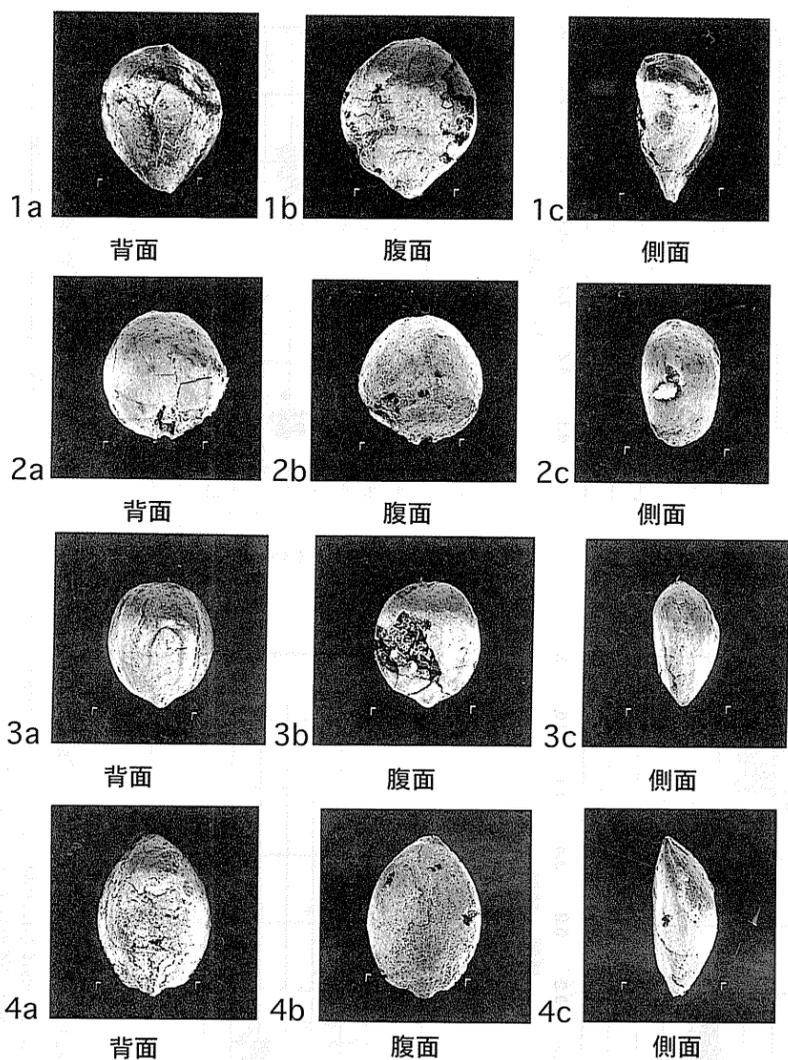
1a~3a 札幌市 K39遺跡大木地点
4a 泊村 堀株1遺跡

図17 中世の遺構から検出されたヒエ属植物の炭化種子
(吉崎・椿坂 1997b, 2004a)



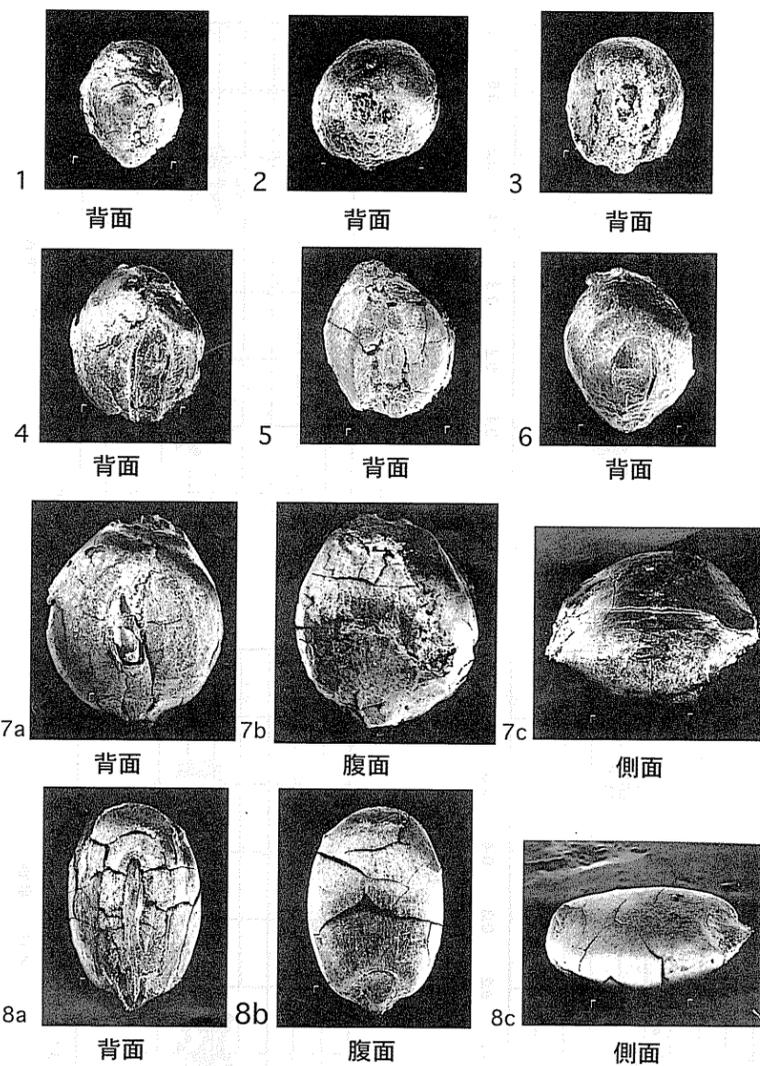
1a 札幌市 K502遺跡, 2・3 千歳市 ユカンボシC2遺跡群,
4 千歳市 末広遺跡, 5千歳市 美々8遺跡, 6 平取町 ビバウシ遺跡

図18 近世の遺構から検出されたヒエ属植物の炭化種子
(吉崎・椿坂 1995d, 1996, 1999, 2002, 1988~1991
年調査, 山田・椿坂 1990 調査未発表)



スケール 「」の間隔1.00mm

図19 青森の縄文時代中期の遺構（青森県富ノ沢（2）遺跡IV）
から検出されたヒエ属植物の炭化種子（吉崎 1992b）



スケール 「」の間隔1.00mm

図20 本州の平安時代の遺構から検出されたヒエ属植物の炭化種子
(吉崎 1992c, 吉崎・椿坂 1990a, 1994, 1995a, 1998b, 2000b, 2000c)

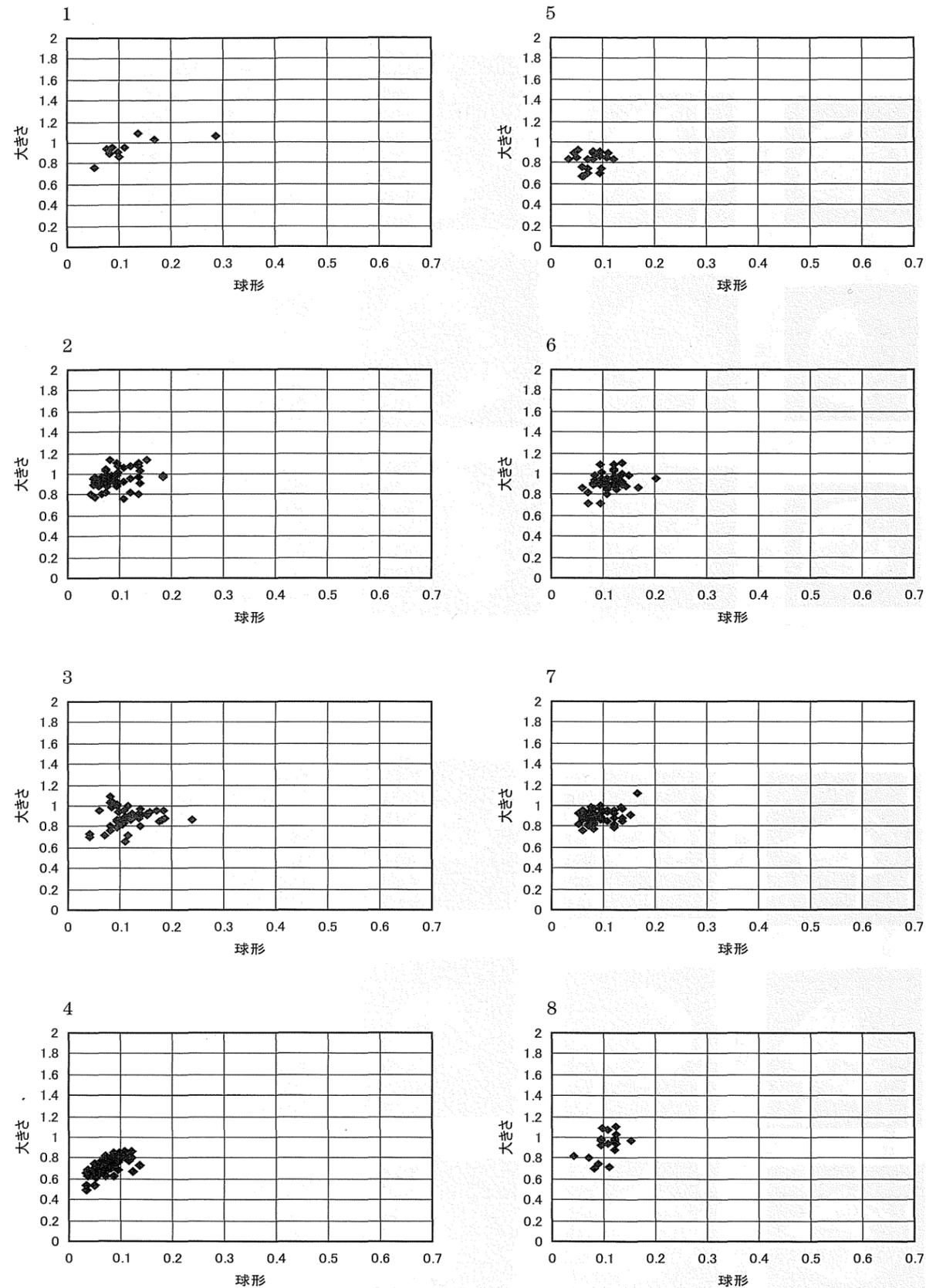


図21 遺跡から出土したヒエ属植物の炭化穎果の大きさ（サイズ）と球形指数の変異（1）

- 1) 中野B遺跡(函館市)縄文時代早期中葉; 2) キウス4遺跡R地区(千歳市)縄文時代後期後葉; 3) H-317遺跡(札幌市)続縄文時代初頭; 4) H-317遺跡(2)(札幌市)続縄文時代初頭; 5) K39遺跡第8次調査(札幌市)擦文文化前期; 6) K39遺跡N18(1)(札幌市)擦文文化前期~中期中頭9~10世紀; 7) K39遺跡N18(2)(札幌市)擦文文化前期~中期中頭9~10世紀; 8) K39遺跡第7次地点(札幌市)擦文文化中期中頭~前半

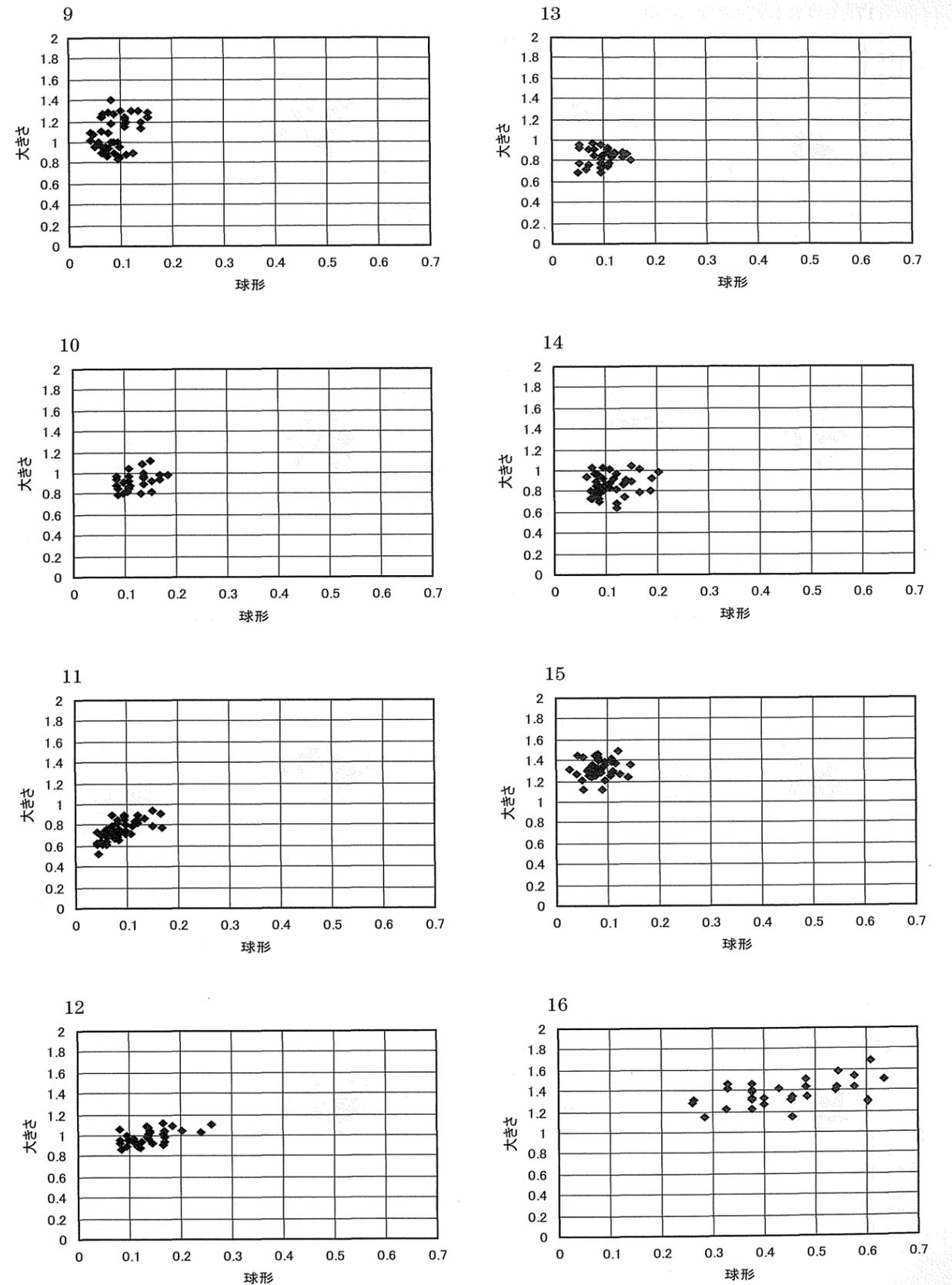


図22 遺跡から出土したヒエ属植物の炭化穎果の大きさ（サイズ）と球形指数の変異（2）

- 9) H317遺跡(札幌市)擦文文化中期中前~後半9世紀末~10世紀前半; 10) K440遺跡(札幌市)擦文文化中期中; 11) K39遺跡長谷工地点(札幌市)擦文文化中期中前~後半; 12) サクシュコトニ川遺跡(札幌市 北大構内)擦文文化中期中前, 後期中前; 13) K435遺跡(札幌市)擦文文化早期前~後半, 中期中後~後期; 14) K441-N34遺跡(札幌市)擦文文化後期: 11世紀中葉~12世紀; 15) 大川遺跡(余市町)擦文文化後期~中世; 16) 大川遺跡(余市町)擦文文化後期~中世

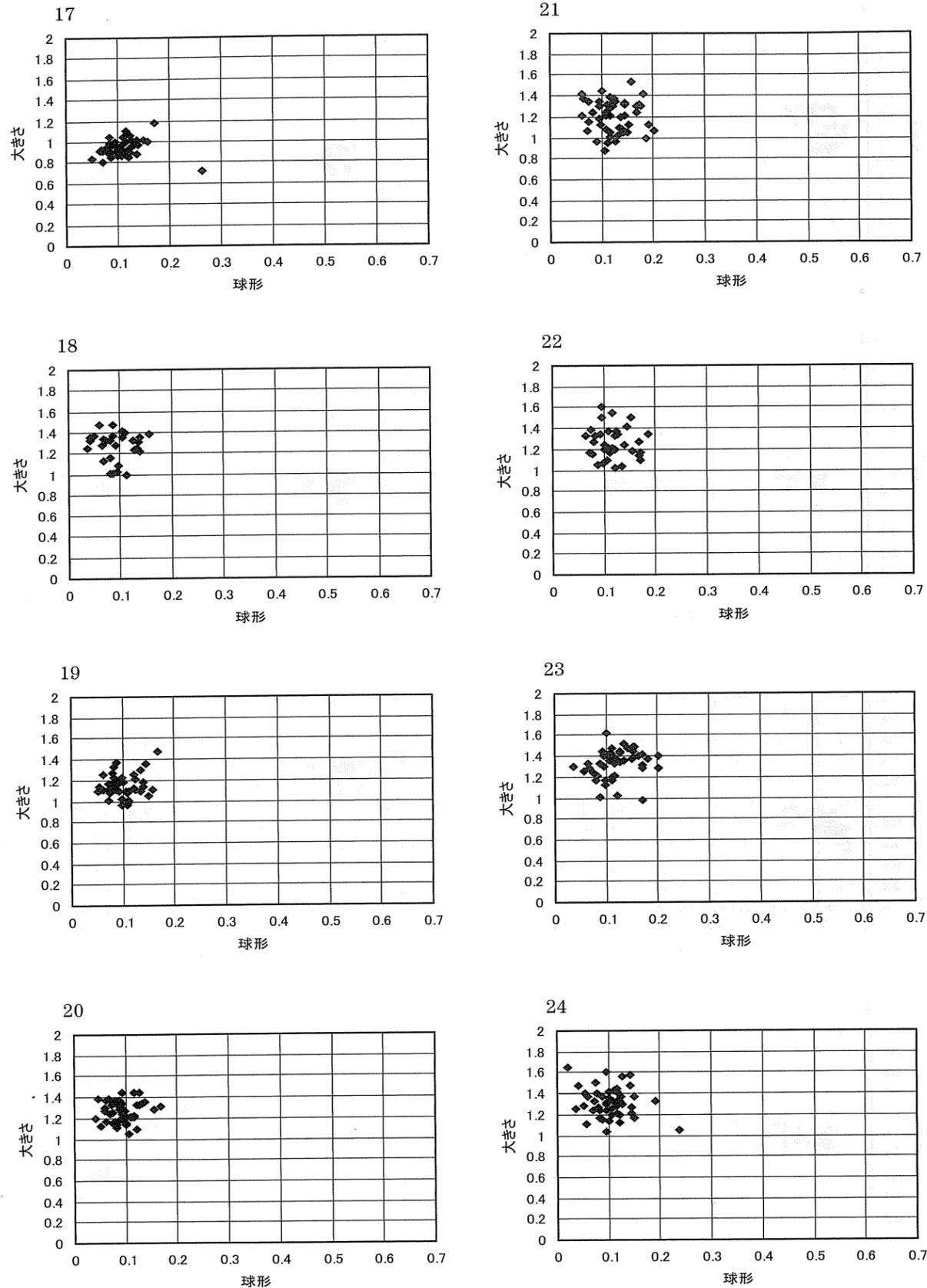


図23 遺跡から出土したヒエ属植物の炭化穎果の大きさ（サイズ）と球形指数の変異（3）

17) K39遺跡(札幌市)擦文文化後期前半13世紀; 18) K39遺跡大木地点(札幌市)中世13世紀末~14世紀; 19) K502遺跡(札幌市)近世; 20) 末広遺跡(千歳市)近世 21) ユカンボシc2遺跡群(千歳市)近世; 22) ユカンボシc2遺跡(千歳市)近世 23) オサツ2遺跡(千歳市)近世; 24) ピパウシ遺跡(平取町)近世17世紀前半ころ

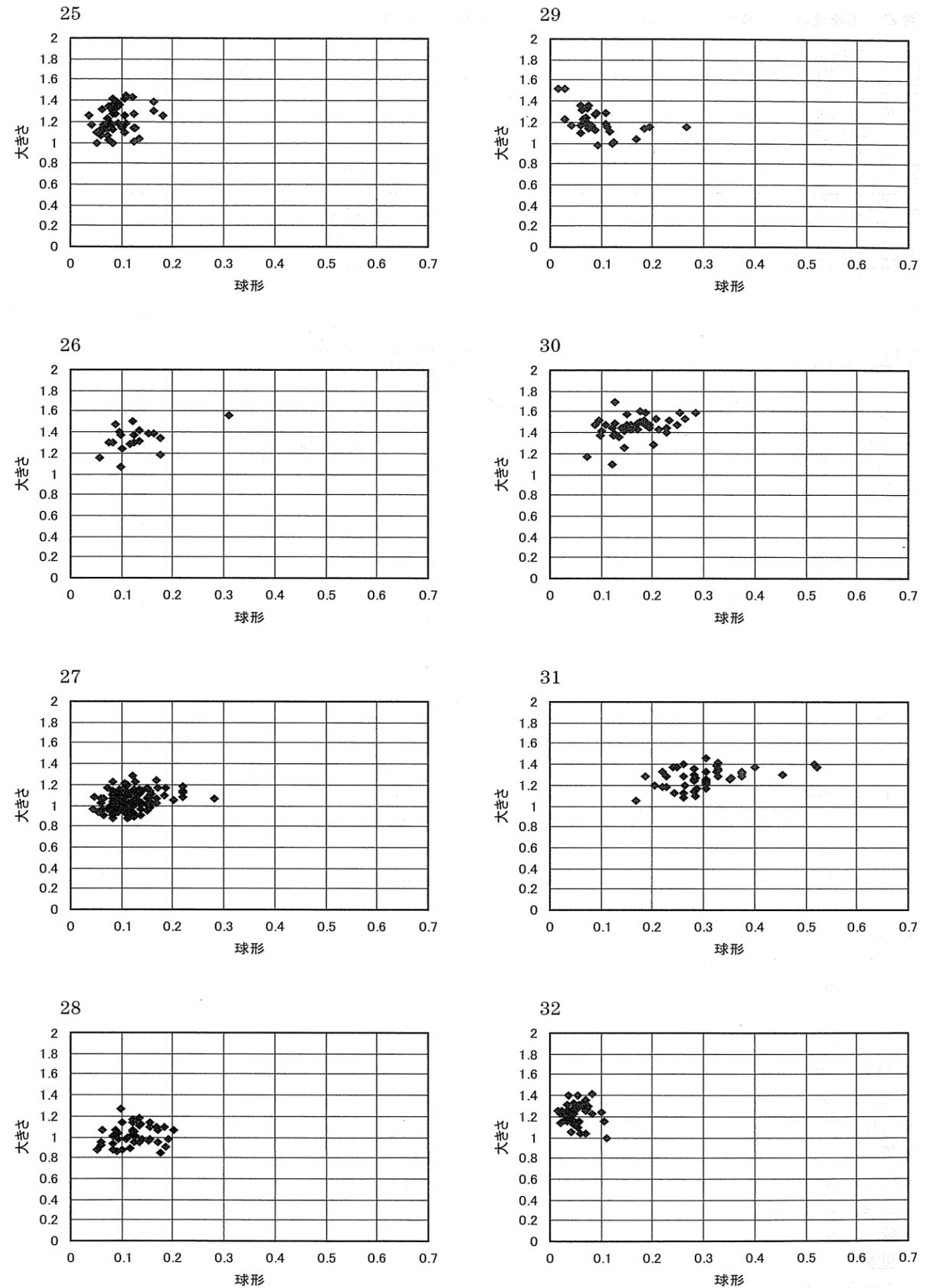


図24 遺跡から出土したヒエ属植物の炭化穎果の大きさ（サイズ）と球形指数の変異（4）

25) K501遺跡(札幌市)擦文時代晩期~中世, 近世; 26) トメト川3遺跡(千歳市)近世; 27) 富ノ沢遺跡(青森)縄文時代中期中葉~末葉; 28) 富ノ沢(2)遺跡(青森)縄文時代中期中葉~末葉; 29) 往来ノ上遺跡(青森東北町)平安時代; 30) 高屋敷館遺跡(青森南津軽群浪岡町)平安時代11世紀ころAタイプ; 31) 高屋敷館遺跡(青森南津軽群浪岡町)平安時代11世紀ころBタイプ; 32) 保木城址(岡山熊山町)16世紀ころ

表2 北海道および東北地方の遺跡より出土したヒエ属種子の変遷 (その1)

北海道									
No.	長さ(mm)	幅(mm)	厚み(mm)	計測数 (粒)	所在地	遺跡名	検出遺構	時期	
	平均	平均	平均						
1	1.35	1.14	0.56	10	函館市	中野B遺跡	住居内床下, 床面直上, 屋外ピット	縄文時代早期中葉	
2	1.25	1.05	0.53	2	余市町	フゴッペ貝塚	住居内の焼土	縄文時代前期末~中期末	
3	1.36	1.06	0.63	4	南茅部町	白尻B遺跡	住居内石組炉	縄文時代中期末	
4	1.28	1.03	0.50	2	南茅部町	八木B遺跡	住居内床面, 屋外配石墓壇底	縄文時代後期	
5	1.50	1.05	0.50	1	函館市	石倉貝塚遺跡	住居内床面	縄文時代前期初頭	
6	1.40	1.05	0.55	1	南茅部町	ハマナス野遺跡	住居内床面	縄文時代前期末	
7	1.73	1.38	0.78	3	南茅部町	大船C遺跡	住居覆土, 盛土床面	縄文時代中期中葉~末	
8	1.60	1.25	0.75	1	亀田群七飯町	亀川右岸遺跡	住居内床面上位の焼土	縄文時代中期中葉	
平均	1.43	1.13	0.60	24					
1	1.38	1.07	0.67	30	千歳市	キウス4遺跡R地区 2	盛土遺構の焼土	縄文時代後期後葉	
2	1.35	1.04	0.62	50	千歳市	キウス4遺跡R地区 1	盛土遺構の焼土	縄文時代後期後葉	
3	1.40	1.10	0.66	50	千歳市	キウス4遺跡	盛土遺構の焼土	縄文時代後期後葉	
平均	1.38	1.07	0.65	130					
1	1.48	1.18	0.69	50	上磯町	茂別遺跡	住居内床面, 焼土	縄文時代中期(恵山) 補正BP 2090±40	
2	1.09	0.81	0.43	50	札幌市	H-317遺跡	屋外炉跡, 焼土集中, 炭化物集中	縄文時代初頭	
3	1.34	1.01	0.53	50	札幌市	H-317遺跡	屋外炉跡, 焼土集中, 炭化物集中	縄文時代初頭	
4	1.50	1.30	0.70	1	奥尻町	骨笛B遺跡	骨片集中	縄文時代初頭~前葉	
5	1.47	1.10	0.42	3	札幌市	K435遺跡 第2次調査	焼土粒集中	縄文時代	
平均	1.38	1.08	0.55	154					
1	1.34	0.89	0.56	50	札幌市	K441遺跡北34条地点	屋外焼土, 炭層	縄文文化後期(11世紀中葉-12世紀)	
2	1.27	0.90	0.52	30	札幌市	K435遺跡	住居カマド, 床面, 屋外焼土, 炭層	縄文文化早期前半~後半, 中期後半~後期	
3	1.44	1.16	0.73	50	札幌市	H317遺跡	住居カマド, 屋外焼土, 炭化物	縄文文化(9世紀末-10世紀前半)	
4	1.49	1.08	0.60	40	札幌市(北大構内)	サクシュトニ川遺跡	屋外炭化物層, 焼土	縄文文化中期前半, 後期前半	
5	1.51	1.35	0.87	24	千歳市	ユカンボシC2遺跡群	住居床面, カマド	縄文文化(9世紀) 縄文文化中期前半~後半(9世紀末-10世紀前半)	
6	1.17	0.81	0.47	50	札幌市	K39遺跡長谷工地点	住居床面, カマド, 屋外炉, 炭化物集中	縄文文化中期後半(10世紀前半)	
7	1.39	1.11	0.69	7	札幌市	K39遺跡長谷工地点	住居床面, 炭化物集中, 屋外炉	縄文文化中期後半(10世紀前半)	
8	1.56	1.31	0.87	11	札幌市	K501遺跡	屋外炉	縄文文化中期~後期	
9	1.20	0.89	0.53	25	札幌市	K39遺跡第8次調査	屋外炉	縄文文化前期	
10	1.41	1.04	0.58	20	札幌市	K39遺跡管財課地点	屋外炉, 焼土粒集中	縄文文化中期前半(10世紀初頭前半~前半)	
11	1.32	0.95	0.58	50	札幌市	K39遺跡第6次調査	焼土粒集中	縄文文化前期~中期初頭(9-10世紀)	
12	1.38	1.03	0.56	50	札幌市	K39遺跡第6次調査	住居跡, 焼土粒集中, 炭化物集中	縄文文化前期~中期初頭(9-10世紀)	
13	1.34	1.08	0.58	50	札幌市	K39遺跡第6次調査	焼土粒集中	縄文文化後期前半(13世紀)	
14	1.36	1.02	0.57	18	札幌市	K39遺跡第7次調査	屋外炉, 焼土粒集中	縄文文化中期初頭~前半	
15	1.39	1.05	0.55	30	札幌市	K440遺跡	焼土粒集中	縄文文化中期	
平均	1.37	1.04	0.62	505					

居址からは、球形に近い種子のほか、細長い大粒の種子が発掘され(米谷・宮 2000)、前者は明らかにヒエであり(図16の1と2)、後者はタイヌピエに相当する(図16の3~5)。札幌市K39遺跡の13世紀~14世紀の遺跡からは穎果と穎のついた種子が発掘され(吉崎・椿坂 1997b, 2004a)、外穎には長細胞が確認されている(図17)。近世の遺跡, K502, ユカンボシ, 末広, ピパウシ遺跡やオサツ遺跡(Bp100年, 補正Bp200年)からは屋内の炉の周辺から穎果や穎の一部を着けた種子が見つっている(吉崎・椿坂 1995d, 1996, 1999, 2002年調査未報告, 山田・椿坂 1990年調査未報告)(図18)。東北地方では、縄文時代中期の青森富の沢遺跡から小粒のヒエ属植物が見つかり(吉崎・椿坂 1992)(図19)、平安時代の遺跡からは、栽培ヒエとみられる炭化種子と長粒の穎果が見つっている(吉崎 1992c, 吉崎・椿坂 1990a, 1994, 1995a, 1998b, 2000b,c)(図20)。

これらの発掘の傾向を把握するために、各遺跡各層について計測可能な種子について縦、横、幅のデータより種子のサイズと粒形指数をもとめると(図21~24)、その歴史的変遷がきらかとな

る。縄文早期末から縄文後期にかけての北海道の遺跡では炭化種子はやや小粒で球状で、このイヌピエ型の種子は縄文から擦文文化の前・中期まで発掘されるが(図21, 22)、擦文文化後期から中世には丸みおびた栽培ヒエ状の種子が現れる(図22)。球状で大粒の種子は徐々にサイズを増しながら近世まで北海道の遺跡で発掘される(図22~24)。本州東北地方でも同じような推移がみられ、縄文中期の青森県富ノ沢(2)遺跡ではイヌピエ型の細い種子と栽培ヒエに似たややふくらんだ種子が同時に出土している(図19)。吉崎(1992)は後者を縄文ヒエと呼んでいる。北海道では擦文時代後半から中世の大川遺跡で、本州では各地で粒形の異なる種子が発掘され(図22, 24)、それぞれヒエ(栽培)とタイヌピエに相当する。発掘されるタイヌピエが栽培のモソピエにあたるか、水田雑草かは不明である。さらに、中・近世に出土するヒエ属種子はすべて現生の栽培ヒエに似た大きさになる(図3, 22~24)。北海道の遺跡より発掘されたヒエ属種子は、年代を追うに従って、サイズが大きくなり、胴の丸みが増すのである(表2)。縄文期の種子のサイズは、0.7~0.9で、胴の丸みは0.5前後とやや細身である。

表2 北海道および東北地方の遺跡より出土したヒエ属種子の変遷 (その2)

北海道									
No.	長さ(mm)	幅(mm)	厚み(mm)	計測数 (粒)	所在地	遺跡名	検出遺構	時期	
	平均	平均	平均						
1	1.53	1.31	0.83	20	札幌市	K501遺跡	屋外炉	擦文時代晩期~中世・近世	
2	1.67	1.42	0.99	50	余市町	大川遺跡	住居床面覆土(H-3)	擦文文化後期~中世補正BP 530±40	
3	1.61	1.40	0.92	30	札幌市	K39遺跡大木地点	屋外炉, 灰集中, 炭化物集中, 焼土	中世(13世紀末-14世紀)	
4	1.40	0.96	0.68	4	札幌市	K39遺跡第6次調査	屋外炉	中世(14-15世紀)	
5	1.54	1.26	0.78	50	札幌市	K502遺跡	屋外炉, 焼土	近世	
6	1.57	1.46	0.90	50	千歳市	末広遺跡	建物内炉, 屋外貝集中区, 骨集中区, 焼土	近世	
7	1.59	1.42	0.79	50	千歳市	ユカンボシC2遺跡群	建物内炉, 屋外焼土	近世	
8	1.66	1.58	0.90	50	千歳市	オサツ2遺跡	建物内床(焼失家屋)	近世	
9	1.62	1.49	0.88	35	千歳市	オサツ2遺跡	建物内炉	近世	
10	1.63	1.52	0.93	50	平取町	ピパウシ遺跡	建物内炉	17世紀前半ころ	
11	1.66	1.58	0.90	50	千歳市	オサツ2遺跡	平地住居跡床面(AH-1)	近世(17世紀ころ)	
12	1.62	1.49	0.88	35	千歳市	オサツ2遺跡	平地住居跡床面(AH-2)	補正BP280±30	
13	1.65	1.44	0.86	35	千歳市	ユカンボシC2遺跡	平地住居跡炉(51号住居)	近世	
14	1.60	1.39	0.79	4	古宇郡泊村	畑株1遺跡	土壇墓覆土	中世~近世	
15	1.62	1.38	0.82	15	千歳市	ユカンボシC15	焼土, 送り場	近世	
16	1.54	1.36	0.85	20	札幌市	H513遺跡	焼土粒集中, 炭化物集中	中世~近世	
17	1.75	1.50	0.92	20	千歳市	トメト川3遺跡	建物内炉	近世	
18	1.67	1.58	1.03	10	勇払郡厚真町	厚幌1遺跡	炭化物集中	中世~近世	
平均	1.61	1.42	0.87	578					

本州									
No.	長さ(mm)	幅(mm)	厚み(mm)	計測数 (粒)	所在地	遺跡名	検出遺構名	時期	
	平均	平均	平均						
1	1.47	1.15	0.63	50	青森県	富ノ沢(2)遺跡IV	住居内床面	縄文時代中期中葉~末葉 BP 3860±90	
3	1.45	1.05	0.55	1	青森県	野場5遺跡	住居内床面直上	縄文時代中期後半~後期初頭	
平均	1.46	1.10	0.59	51					
1	1.43	1.17	0.69	8	青森県八戸市	八幡遺跡	住居内床面, 焼土	弥生時代前期?	
平均	1.43	1.17	0.69	8					
1	1.54	1.32	0.88	30	青森県東北町	往来ノ上(1)遺跡	焼失住居床面	平安時代	
2	1.63	1.22	0.70	8	青森県浪岡町	山元(3)遺跡	住居内床面	平安時代(西暦9世紀末)	
3	1.53	1.30	0.78	2	青森県十和田市	切田前谷地(2)遺跡	住居内床面直上, カマド付近, 炉周囲	平安時代中期(西暦10世紀中頃)	
4	1.93	1.42	0.96	8	青森県東北町	内沢沢蝦夷館遺跡	住居内床面	平安時代後期(西暦10世紀後半)	
5	1.94	1.63	0.97	50	青森県浪岡町	高屋敷館遺跡	住居内カマド, 床下土坑覆土	平安時代(西暦11世紀ころ)	
6	1.64	1.29	0.73	4	青森県	野木遺跡	住居内床面	平安時代(西暦9世紀~10世紀)	
7	1.73	1.55	0.98	2	岩手県一戸町	上野遺跡	土坑	平安時代	
8	1.50	1.35	0.80	1	青森県	有戸島井平(4)遺跡	住居床面	平安時代(西暦9世紀末)	
9	1.92	1.42	0.92	5	岡山県丸田	津寺遺跡丸田調査区	西暦10世紀の包含層	西暦10世紀	
平均	1.71	1.39	0.86	110					
1	1.71	1.36	0.90	40	長野県	砂原遺跡	土蔵址	西暦16世紀前半	
2	1.47	1.32	0.95	50	岡山県・熊山町	保木城址	郭の両斜面	西暦16世紀ころ	
平均	1.59	1.34	0.93	90					

縄文期にはややサイズが大きくなり、丸みが増し、擦文期からアイヌ期には現在のヒエと遜色無い大きさと丸みをもつようになる。また、タイヌピエの種子が出現する頃にはコメも伴ってくるから、雑草のタイヌピエが伝来したのか、イネの栽培に伴ったタイヌピエが混入したコメが渡来したのかのどちらかであろう。

Crawford(1983)は、南茅部町ハマナス野遺跡ほかの縄文前期から中期末にかけて、ヒエの粒形が大きくなることに着目し、縄文時代から簡単な

栽培が試みられたのではないかと考えたように、日本列島の北東部においてヒエは縄文時代早期末から人の密接な関与のもとで発展してきたと推定される。しかし、それは栽培化や巨大化が北海道で進んだのか、年代をおった周辺からの影響を示しているのかは明らかではない。北海道ではヒエ属植物は道南と石狩低地帯に限って検出され、道東および道北の遺跡からは検出されない。また、沿海州や朝鮮半島でもこれまでアワとされていたものがヒエに相当することも解ってきている。

DNA解析

アイヌの現世ヒエの系譜
平取町二風谷では現在もヒエ酒用のヒエが栽培されている(表紙写真, 図2)。この来歴を知るために現在栽培されているアイヌのヒエと各地のヒエ品種(岩手県農業研究センターより分与された栽培品種と大阪府立大学保有のアジア各地産の系統)の計27系統の栽培ヒエ(6倍体)と2系統のイヌピエ、およびモソピエ(栽培型タイヌピ

エ)5系統と東アジア産タイヌピエ57系統(うち擬態性系統や難脱落性系統を含む)とアメリカ産除草剤抵抗性タイヌピエ1系統, *E. phyllogon*と引用されたフランス産タイヌピエの1系統のマイクロサテライト多型を分析した(表3, 4)。播種して育てた実生の葉身または保存穂からCTAB法に従ってDNAを抽出した。このゲノムDNAを鋳型としてヒエ属植物用マイクロサテ

ライトプライマーを用い PCR 増幅し、ABI シーケンサーでフラグメント解析した。

マイクロサテライトプライマーの開発

既知のマイクロサテライト (Danquah et al. 2002a, Yamaguchi et al. 2003) では、系図を知るだけの精度が確保できないので、あらたに3塩基性のマイクロサテライトを開発した。Doyle & Doyle (1987) の方法を一部修正してゲノムDNAを抽出し、Lian et al. (2001) の方法によってマイクロサテライトプライマーを開発した。タイヌビエのDNAをEcoRV, Ssp I, Alu I, Afa I, Acc II, Hae IIIの制限酵素でそれぞれ処理し、6種類のDNAライブラリーを準備し、48merの合成オリゴヌクレオチドと3'末端にアミノ基を付加した8merの合成オリゴヌクレオチドをアダプターとして、アダプターに相補的なAP1およびAP2プライマーを準備した。作成した6種類のDNAライブラリーを鋳型にして(GATA)₇, (GACA)₇, (CAA)₇, (CAT)₇および(GACA)₅の6種のSSRプライマーとAP2を用いてPCR増幅した。増幅産物を1%アガロースゲルで電気泳動した後、約400~500 bpの断片を対象としてゲルを切り出し、これより回収したDNA断片をTAクローニングし、コンピテント細胞に形質転換し、コロニーPCR (中山 1996) した。増幅産

表3 マイクロサテライト分析に用いた栽培ヒエ

種	コード	系統番号	産地/品種	備考: 導入先
ヒエ	EJA1	Ec/05-J-09	日本 北海道平取	貝澤耕一氏保有 1
ヒエ	EJA2	Ec/05-J-10	日本 北海道平取	貝澤耕一氏保有 2
ヒエ	EJA3	Ec/05-J-11	日本 北海道平取	貝澤耕一氏保有 3
ヒエ	EJA4	Ec/05-J-12	日本 北海道平取	萱野氏
ヒエ	EJA5	Ec/05-J-13	日本 北海道平取	2005年貝沢氏栽培
ヒエ	EJI1	Ec/05-J-01	日本 紫ヒエ	岩手県農業試験場
ヒエ	EJI2	Ec/05-J-02	日本 与市早生	岩手県農業試験場
ヒエ	EJI3	Ec/05-J-03	日本 水来站	岩手県農業試験場
ヒエ	EJI4	Ec/05-J-04	日本 達磨	岩手県農業試験場
ヒエ	EJI5	Ec/05-J-05	日本 二子糯	岩手県農業試験場
ヒエ	EJI6	Ec/05-J-06	日本 飛騨早生	岩手県農業試験場
ヒエ	EJI7	Ec/05-J-07	日本 飛騨白ビエ	岩手県農業試験場
ヒエ	EJI8	Ec/05-J-08	日本 飛騨黒ビエ	岩手県農業試験場
ヒエ	EJN1	Ec/96-J-81	日本 長野県下水内郡	在来ヒエ
ヒエ	EJM1	Ec/96-J-10	日本 宮崎県西米良村小川	在来ヒエ
ヒエ	EK1	Ec/91-K-04	韓国 韓国済州島	在来ヒエ
ヒエ	ECG1	Ec/96-C-039	中国 貴州省盤県特区大山付近	陸稲近く
ヒエ	ECG2	Ec/96-C-039	中国 貴州省盤県特区大山付近	同上
ヒエ	ECY1	Ec/96-C-099	中国 雲南省寧浪県永寧	80年ころ導入
ヒエ	ECY2	Ec/97-C-14	中国 雲南省寧浪県永寧	脱粒
レイコウビエ	LY1	Ec/95-C-17	中国 雲南省麗江県白沙村	ナシ族 水田
レイコウビエ	LY2	Ec/97-C-25	中国 雲南省寧浪県永寧アズワ村	モン族 水田
レイコウビエ	LY3	Ec/96-C-067	中国 雲南省白沙村	
レイコウビエ	LY4	Ec/97-C-46	中国 雲南省麗江県白沙村	
レイコウビエ	LY5	Ec/97-C-41	中国 雲南省麗江県龍山	黒紫穂
レイコウビエ	LY6	Ec/97-C-50	中国 雲南省麗江県恩宋	
レイコウビエ	LY7	Ec/97-C-20	中国 雲南省寧浪県永寧	栽培型
イヌビエ	CJH1	Ec/99-J-423	日本 北海道深川市	
イヌビエ	CCS1	Ec/96-C-016	中国 四川省西昌市	

物を1.5%アガロースゲルで電気泳動し、300bp以上の増幅産物を選択し、アルカリ-SDS法 (中山・西方 1995) によりプラスミドDNAを単離し、これを鋳型にした増幅産物をサイクルシーケンスして断片の塩基配列を決定した。

次に、nested PCR によって得た断片をさらに選択してマイクロサテライトを挟む断片の塩基配列をダイレクトシーケンシングで決定し、保存的部分を選んでプライマーを設計した。異なる地域から採取したタイヌビエ8系統とイヌビエ8系統のDNAを開発したプライマーでPCRし、キャピラリー電気泳動によって多型の有無を確認し、さらにABI PRISM 3100でフラグメント解析し、多型断片長差を調べた。

マイクロサテライト多型による栽培ヒエ・モソビエの評価

既開発プライマー4組 (Eco02~05) および新たに開発した3塩基性のプライマー2組およびコヒメビエで開発されていたプライマーのうちイヌビエで多型を示すEC1, EC3およびEC5 (Danquah et al. 2002a, 野澤ら 2004, Nozawa et al. 2006) のうち2組の計8組のマイクロサテライトプライマーを使い分析した結果、表3, 表4の材料について8遺伝子座55遺伝子 (アレル) が検出された。

表4 マイクロサテライト分析に用いたタイヌビエとモソビエ

コード	系統名	産地	生育地, 備考	
タイヌビエ	OJ1	Ec/00-J-011 日本	兵庫県篠山市辻	溜池の周囲
タイヌビエ	OJ2	Ec/00-J-013 日本	京都府亀岡市宮前町	水田転換畑/C
タイヌビエ	OJ3	Ec/00-J-024 日本	和歌山県古座町田原	水田/C (フケ田)
タイヌビエ	OJ4	Ec/00-J-029 日本	和歌山県古座川町一雨	水田/C
タイヌビエ	OJ5	Ec/00-J-065 日本	和歌山県古座町田原	水田/F
タイヌビエ	OJ6	Ec/03-J-01 日本	佐賀県松浦郡相知町佐里下	再生湿地
タイヌビエ	OJ7	Ec/03-J-04 日本	佐賀県東松浦郡浜玉町山瀬	水田
タイヌビエ	OJ8	Ec/04-J-45 日本	佐賀県伊万里市大坪町	水田/C
タイヌビエ	OJ9	Ec/04-J-59 日本	長崎県北高来郡森山町	水田
タイヌビエ	OJ10	Ec/96-J-71 日本	福井県大野市富嶋	C
タイヌビエ	OJ11	Ec/99-J-067 日本	福井県勝山市勝山	水田/F
タイヌビエ	OJ12	Ec/99-J-071 日本	福井県勝山市勝山	水田/C
タイヌビエ	OJ13	Ec/99-J-229 日本	茨城県竜ヶ崎	水田/F
タイヌビエ	OJ14	Ec/99-J-262 日本	秋田県鹿角市花輪	水田/F
タイヌビエ	OJ15	Ec/99-J-271 日本	秋田県鹿角市花輪	水田/C
タイヌビエ	OJ16	Ec/99-J-274 日本	秋田県田沢湖町	水田/F
タイヌビエ	OJ17	Ec/99-J-376 日本	宮城県金成町有壁	放棄水田/F
タイヌビエ	OJ18	Ec/99-J-417 日本	北海道幌加内町	水田/F
タイヌビエ	OJ19	Ec/99-J-420 日本	北海道深川市	水田/F
タイヌビエ	OJ20	Ec/99-J-430 日本	北海道亀田郡大野町	水田/C
タイヌビエ	OJ21	Ec/01-J-28 日本	鹿児島県日置郡市来町	放棄水田
タイヌビエ	OK1	Ec/91-K-01 韓国	京畿道水原市	水田/F
タイヌビエ	OK2	Ec/95-K-01 韓国	慶尚南道	F
タイヌビエ	OY1	Ec/96-C-010 中国	雲南省寧浪県永寧アワミ村	G1小さい
タイヌビエ	OY2	Ec/97-C-61 中国	雲南省寧浪県黄湖老	C型/水田
タイヌビエ	OY3	Ec/96-C-008 中国	雲南省寧浪県紅橋	F
タイヌビエ	OY4	Ec/96-C-056 中国	雲南省寧浪県高峰	F型/水田
タイヌビエ	OY5	Ec/96-C-043 中国	雲南省馬龍県	F型/水田
タイヌビエ	OY6	Ec/97-C-44 中国	雲南省麗江県恩宋	F型
タイヌビエ	OY7	Ec/96-C-002 中国	雲南省麗江県七河村	大粒
タイヌビエ	OG1	Ec/96-C-017 中国	貴州省貴陽市花溪区青岩鎮	F型
タイヌビエ	OG2	Ec/96-C-036 中国	貴州省鎮寧県城関鎮	C
タイヌビエ	OG3	Ec/96-C-050 中国	貴州省普定県魏七郷菱角村	F型
タイヌビエ	OG4	Ec/96-C-047 中国	貴州省平バイ県下云賽平賽村	F型
タイヌビエ	OC1	Ec/96-C-055 中国	四川省涼山イ族自治州塩源	F
タイヌビエ	OC2	Ec/96-C-104 中国	四川省涼山イ族自治州塩源	F, 小粒
タイヌビエ	OC3	Ec/98-C-37 中国	福建省南平市西芹	F
タイヌビエ	OC4	Ec/99-C-34 中国	浙江省塩安県藻溪鎮	水田/F
タイヌビエ	OC5	Ec/99-C-45 中国	安徽省休寧県黄山市	水田/F 屋桶の水田
タイヌビエ	OV1	Ec/98-V-04 ベトナム	Sau Ma	タイ族の水田/C
タイヌビエ	OV2	Ec/98-V-16 ベトナム	Duc Trong Disrict Khong村	F
タイヌビエ	OV3	Ec/98-V-20 ベトナム	Bac Giang	F
タイヌビエ	OV4	Ec/98-V-26 ベトナム	Thong	F
タイヌビエ	OM1	Ec/01-My-45 ミャンマー	Shan state	水田の縁/C
タイヌビエ	OM2	Ec/01-My-51 ミャンマー	Pyinoolwin, Pyin ga naing	水田/F
タイヌビエ	OF	Ec/68-F-01 フランス	Camargue	水田/E. <i>phyllopogon</i>
タイヌビエ	OA	Ec/02-Am-01 アメリカ	カリフォルニア州	除草剤抵抗性
擬態型				
タイヌビエ	PY1	Ec/96-C-094 中国	雲南省寧浪県永寧	難脱
タイヌビエ	PY2	Ec/96-C-095 中国	雲南省寧浪県永寧	難脱
タイヌビエ	PY3	Ec/97-C-19 中国	雲南省寧浪県永寧	F
タイヌビエ	PY4	Ec/97-C-58 中国	雲南省寧浪県黄湖老	水田/穂擬態型
タイヌビエ	PY5	Ec/97-C-59 中国	雲南省寧浪県黄湖老	水田/擬態型
タイヌビエ	PG1	Ec/96-C-025 中国	貴州省貴陽市花溪区尖山	擬態型
タイヌビエ	PG2	Ec/96-C-027 中国	貴州省貴陽市白云区沙文	擬態型
タイヌビエ	PG3	Ec/96-C-038 中国	貴州省盤県特区老基場	水田/擬態型
タイヌビエ	PV1	Ec/98-V-05 ベトナム	Da Lat, Lac	擬態型
タイヌビエ	PV2	Ec/98-V-07 ベトナム	Xa Lac	擬態型
タイヌビエ	PV3	Ec/98-V-11 ベトナム	Da Lat, Lac	擬態型
タイヌビエ	PV4	Ec/98-V-27 ベトナム	Thong	タイ族の水田/F, 難脱
栽培型				
モソビエ	MY1	Ec/96-C-096 中国	雲南省寧浪県永寧	モソ族が酒用に栽培
モソビエ	MY2	Ec/96-C-098 中国	雲南省寧浪県永寧	モソ族が酒用に栽培
モソビエ	MY3	Ec/97-C-21 中国	雲南省寧浪県永寧	モソ族が酒用に栽培
モソビエ	MY4	Ec/97-C-22 中国	雲南省寧浪県永寧アズワ村	モソ族が酒用に栽培
モソビエ	MY5	Ec/97-C-64 中国	雲南省寧浪県黄湖老	プミ族が酒用に栽培

4倍性のタイヌビエおよびモソビエと6倍性のイヌビエおよびヒエは Ecor02-1, Ecor38-1, Ecor38-2 座などで明瞭な違いを示す。両種を併合して系統解析すると系統樹にバイアスが生じるので、ゲノム構成の違うヒエ・イヌビエ群（6倍体）とタイヌビエ・モソビエ群（4倍体）とを別々に解析した。それぞれフラグメント（アレル）の共有度をもとに Lance & Williams の尺度から類縁系統樹（NJ樹）（Kumar et al. 2001）を作成した（図25, 26）。

ヒエ・イヌビエ群では、アイヌのヒエは東アジア在来ヒエの変異のなかに含まれ、中国雲南省のナシ族とモソ族が保有する在来品種（レイコウヒエ）と類似していた（図25）。アイヌの在来ヒエは、紫ヒエなど東北や飛騨の在来品種とはさほど遠縁ではないが、九州や韓国済州島のヒエとは大きく異なっていた。また、北海道産や中国の野生ヒエ（イヌビエ）とも大きく異なっていた。この分析結果は、地域の類似した在来種が同じ祖先由来であることを示している。レイコウヒエの LY2 は1980年代に導入されたヒエの新品種（ECY1, ECY2）と混在していたもので、中国の

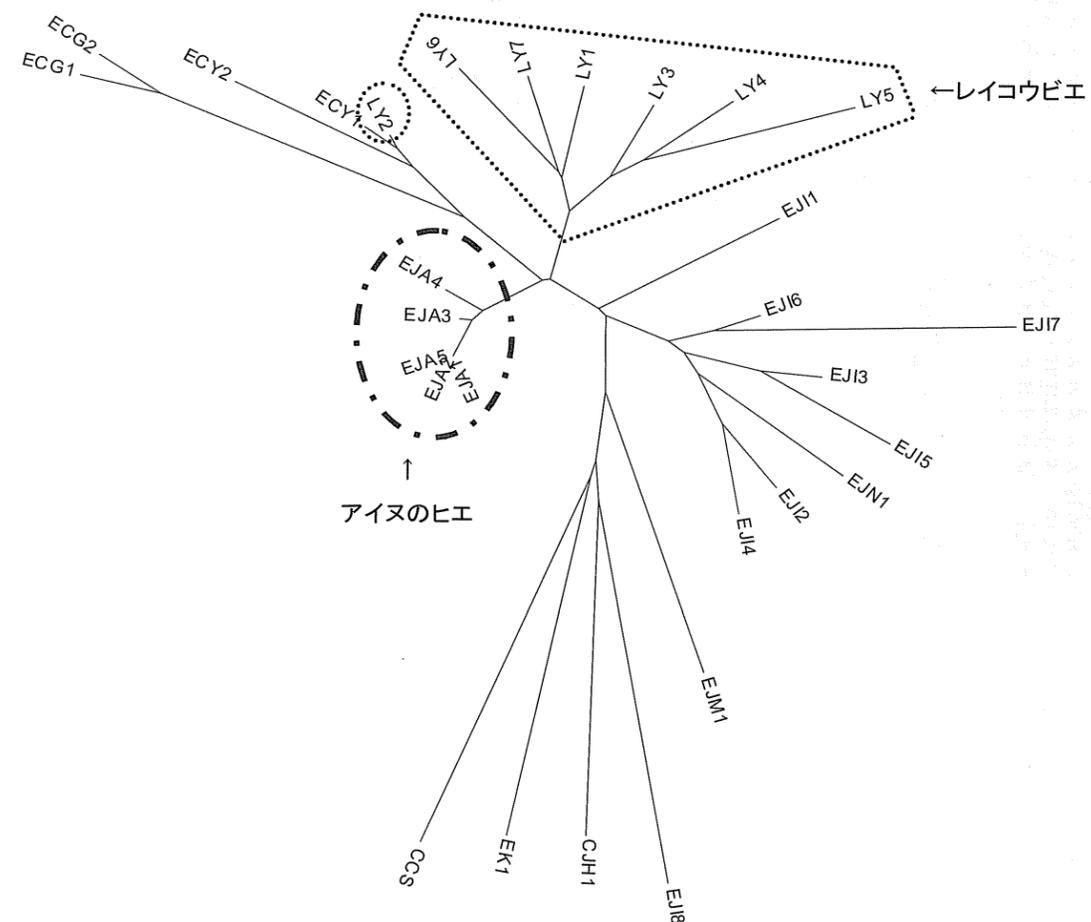


図25 マイクロサテライト多型によるアジアのヒエ品種の系統（赤坂ら 未発表）

在来ヒエ（ECG1, ECG2）とも類似していた。

タイヌビエ・モソビエ群では、モソ族およびプミ族の保有するモソビエ（4倍体）は採集した年や水田や保有者に応じて大きな変異を示し、北海道のタイヌビエや中国雲南省のタイヌビエとも明瞭な差異は示さなかった。モソビエと穂の形状や脱粒性などがイネに類似した擬態タイヌビエは独自のクラスターを作らず、中国のタイヌビエに類似性を示し、日本のタイヌビエとは異なる群を形成した（図26）。フランス産のタイヌビエは中国大陸のタイヌビエとの親和性を示し、米国の水田産の除草剤抵抗性タイヌビエは、日本のタイヌビエと類似しており、とくに九州のタイヌビエと近かった。

イヌビエ群で各地産の野生種を含めると栽培ヒエの相互関係は極めて複雑になるので、図25には含めていないが、ヒエ属では野生種と栽培種の遺伝的関係は非常に複雑である。これは野生種も栽培種も人間活動によって移動拡散されることと、栽培からの逃げだしが頻繁に起こっているのを反映しており、野生のヒエ類の複雑な動態を示している。

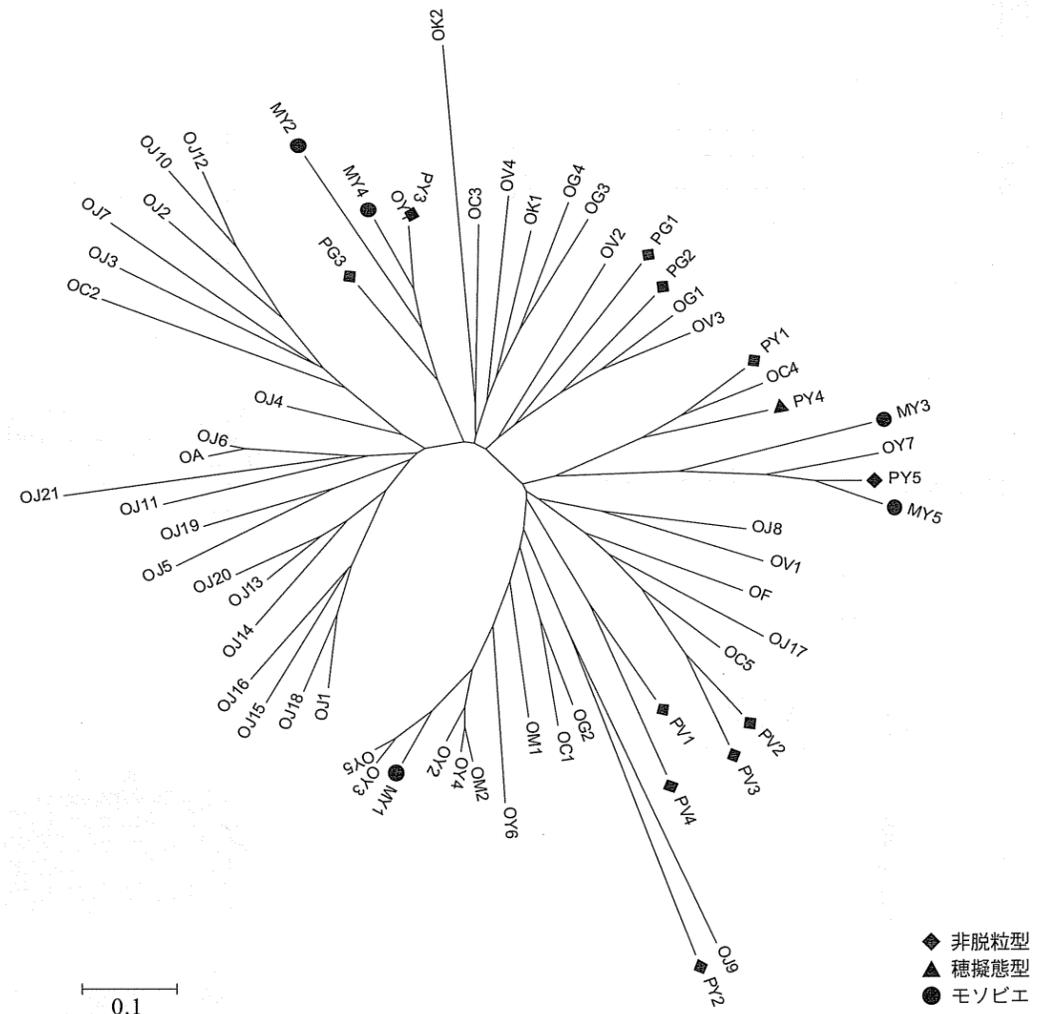


図26 マイクロサテライト多型によるアジアのタイヌビエ・モソビエの系統（赤坂・山口 2006）

炭化種子よりの DNA 抽出と分析

縄文時代に出土するヒエ属植物の種子を形態学的にみると、イヌビエか小粒のヒエがほとんどで（表2）（吉崎 2003）、タイヌビエは北海道と東北地方では明瞭な水田の遺構のある遺跡から検出され（図16, 20）、九州や本州でも水田雑草として生育していたと推定されている（笠原 1982）。しかし、これらの種は形態情報に基づいて同定されている。炭化種子には形態的特徴の不明瞭な種子もあるので、異なった方法で種群を確認する必要がある。アズキなどでは発掘種子の DNA 分析によって種が特定されているが（Yano et al., 2005）、ヒエなどの雑穀では試行もされていない。また、穀物では炭化種子からの DNA の抽出は困難とされる（Brown et al. 1994）。そこで、まず現代の種子より DNA を抽出できるかを確認し、PCR-RFLP などの分子生物学的方法による種の同定（Yasuda et al. 2002）を試みた。つぎに、北海道の遺跡から出土したヒエ穎果から

DNA 抽出を試み、分子情報に基づいて形態学的同定（吉崎、椿坂の一連の研究）を検証した。

現代のヒエにおける DNA の分析

栽培種のヒエの他、北海道や岡山産のタイヌビエとイヌビエおよび比較対照として中国産の難脱粒性（擬態性）タイヌビエとインドビエを用い、小穂より穎を取り除き穎果の状態で粒数をかえて DNA を抽出した（表5）。CTAB 法を修正して（Coffroth et al. 1992）、DNA を抽出した。穎果1粒~10粒を乳鉢に入れ、CTAB 溶液500μlを加え乳棒ですりつぶした。14000rpm（10℃）で10分間遠心分離し、DNA を含んだ上清に等量のクロロホルム液（24:1 イソアミルアルコール入り溶液）を加え、10分間混和し、14000rpm（10℃）で10分間遠心分離した。つぎに等量の100% イソプロピルアルコールを加え、7000rpm（10℃）で5分間遠心分離し DNA を沈殿させ、70% エタノール350μlで沈殿物を洗浄し、7000rpm（10

表5 分析に用いた現生のヒエ属植物

一般名	系統番号	染色体数	採集地域/品種名	導入先 (機関)	採集状況	DNA抽出	分析
ヒエ		2n=54	岐阜県			1粒, 1粒 (窒素), 3粒, 3粒 (窒素), 5粒, 5粒 (窒素), 10粒	
ヒエ		2n=54	登谷	岩手県農業試験場	1970年採種	1粒	
ヒエ		2n=54	水来站	岩手県農業試験場	1970年採種	1粒	
ヒエ		2n=54	北海道平取町		アイヌの在来品種	1粒	PCR-RFLP・シーケンス分析
ヒエ		2n=54	北海道平取町		栽培からの逃げ出し	1粒	PCR-RFLP・シーケンス分析
ヒエ		2n=54	北海道/吾妻在来	北海道大学農場	1988年継代	1粒	PCR-RFLP
イヌビエ	Ec/99-J-191	2n=54	岡山県岡山市横井上宇棚		放棄田 (3年以上)	1粒, 3粒	PCR-RFLP
<i>E. oryzoides</i>	Ec/95-F-01	2n=54	フランス		藪野/	1粒	PCR-RFLP
<i>E. oryzoides</i>	Ec/96-C-41	2n=54	中国貴州省盤県特区大山			1粒	PCR-RFLP
ヒメイヌビエ	Ec/95-J-28	2n=54	大阪府河内長野市千早口			1粒	PCR-RFLP
タイヌビエ	Ec/99-J-420	2n=36	北海道深川市		F型 水田	1粒, 2粒, 3粒	
タイヌビエ	Ec/97-C-61	2n=36	中国雲南省寧浪県黄朔老		C型 水田雑草	1粒	PCR-RFLP
<i>E. persistentia</i>	Ec/97-C-58	2n=36	中国雲南省寧浪県黄朔老		水田 穂擬態型	1粒	PCR-RFLP
コヒメビエ	Ec/97-Pr-01	2n=54	パラグアイ North of Asneion			1粒	PCR-RFLP
インドビエ	PI183332	2n=54	インド			1粒	PCR-RFLP

表6 分析に用いた炭化ヒエ種子の出土発掘場所および抽出作業粒数

時期	所在地	遺跡名	出土遺構	形態的分類	DNA抽出に使用した粒数
縄文時代中期中葉~末葉	青森県	富ノ沢(2)遺跡	竪穴住居址床面	ヒエ属	1粒
擦文時代後期	北海道余市町	大川遺跡	竪穴住居跡床面	タイヌビエ(?)	1粒, 8粒
擦文時代後期	北海道余市町	大川遺跡	竪穴住居跡覆土	ヒエ(栽培型)	1粒, 8粒
平安時代後期(西暦11世紀頃)	青森県南津軽群浪岡町	高屋敷館遺跡	竪穴式住居跡 床下土坑 カマド	タイヌビエ(?) 穎付	1粒, 4粒, 12粒
平安時代後期(西暦11世紀頃)	青森県南津軽群浪岡町	高屋敷館遺跡	竪穴住居跡床下土坑	タイヌビエ(?)	1粒, 8粒
平安時代後期(西暦11世紀頃)	青森県南津軽群浪岡町	高屋敷館遺跡	竪穴住居跡床下土坑	ヒエ(栽培型)	1粒, 8粒
中世(西暦16世紀後半)	岡山熊山町	保木城址	郭の両斜面	ヒエ(栽培型)	1粒, 3粒, 4粒
近世アイヌ期(西暦17世紀前半頃)	北海道平取町	ピパウシ遺跡	建物跡内の炉	ヒエ(栽培型)	7粒, 10粒
近世アイヌ期(西暦17世紀頃)	北海道千歳市	オルイカ2遺跡	平地住居跡	ヒエ(栽培型)	1粒, 2粒, 3粒, 10粒

℃) で5分間遠心分離した。乾燥沈殿物に TE を5 μ l加え、電気泳動して DNA の存在を確認した。

PCR-RFLP とシーケンス分析によってイヌビエ群 (表1の *E. crus-galli* と *E. esculenta*) か タイヌビエ群 (タイヌビエとモソビエ) かを同定した (表5)。まず PCR 産物の5 μ lに3M酢酸ナトリウム (pH5.2) 0.5 μ lを加え、100%エタノールを15 μ l加えエタノール沈殿させた。10000rpmで10分間 (室温) 遠心分離した後、上清を捨て、70%エタノール30 μ lで洗浄した。10000rpmで10分間 (室温) 遠心分離し、上清を捨て乾燥させ、Mix (滅菌水8.0 μ l, 10 \times バッファー1.0 μ l) を加え、DNA を溶かした。制限酵素 (Alu I) を1.0 μ l加え、37℃で1.5時間放置し反応させた。その後、電気泳動 (100V, 40分) して、断片を確認しタイヌビエ群とイヌビエ群を識別した。

シーケンス分析では、カラム (QIAquick PCR Purification kit 250) で精製濃縮した DNA をテンプレートとしてサイクルシーケンスした。全量20 μ l (DNA 4 μ l, v3.1Big Dye 1 μ l, バッファー3.5 μ l, プライマー0.3 μ l, 滅菌水11.2 μ l) とし、96℃1分処理の後、96℃で10秒、50℃で5秒、60℃で4分の処理を25回繰り返し、4℃で保存した。PCR 産物に2.2% SDS を2 μ l加え、98℃で5分間加熱し、25℃で10分間室温まで冷却し、DNAを精製した。125 mM EDTAを2 μ lと3M酢酸ナトリウムを2 μ l加えた。100%エタノールを50 μ l入れ混和した後、15分間室温で放置した。室温14000rpmで20分間遠心分離してエタノール沈殿させた後、上清を捨て、70%エタノールを70 μ lで洗浄した。室温14000rpmで5分間遠心分離した後、上清を取り除き乾燥させ、冷凍保存した。ホルムアミド溶液を10 μ l加え攪拌した後、サンプルプレートに全量を移し替えた。95℃で3分間熱処理し、シーケンス分析装置 (ABI PRISM Model 3100) によってダイレクトシーケンスし配列を分析した。

現代の材料 (表5) では、すべての種について穎果1粒から DNA を抽出でき、PCR-RFLP 分析とシーケンス分析によって種を同定できた。同定に用いた *trnT-L* 遺伝子間領域の増幅領域 (519bp~628bp) は、コヒメビエとインドビエでは、1回目 PCR プライマー (*trn-c1-1*) では増幅しない (表7, 図35)。この増幅領域はスパーサー557bpの位置にあるTかGの1塩基置換によってタイヌビエ群かイヌビエ群かを区別できる。北海道平取町産のヒエ (表5) でシーケンス分析した結果、イヌビエやヒエのほとんどに見られる配列 (Yasuda et al., 2002, Yamaguchi et al. 2005) と同じであった (図35)。

trnL イントロンの PCR 増幅領域 (142bp~233bp) にはタイヌビエ群では上流から175bpの位置に AGCT の配列があり、イヌビエ群ではないので、タイヌビエではこの位置で制限酵素 Alu I によって切断されるが、イヌビエでは切断されない (Yasuda et al. 2002)。現代の材料 (表5) を PCR-RFLP 分析すると、イヌビエ、ヒエ、オリゾイデス、ヒメイヌビエではイヌビエ群に相当する断片像が得られ、タイヌビエ、擬態タイヌビエ、コヒメビエ、インドビエではタイヌビエ群に相当する像となる。これらを組み合わせた分析によって種群を明瞭に識別できた。

古代ヒエの炭化種子からの DNA の分析

北海道余市町、平取町、千歳市、青森県の各遺跡より発掘されたヒエ属植物と形態的に同定される炭化種子をそれぞれの教育委員会から供与いただき、その外観を調べた後、DNA 分析に供した (図27~34, 表6)。

古代の試料は、DNA 量が低いため、繰り返し PCR 増幅する必要があるが、目的以外の DNA を増幅してしまい (コンタミネーション) やすい。そこで、DNA 抽出と PCR にあたっては、器具、溶液などをオートクレーブで滅菌し、紫外線で処理するのは当然として、現代の試料を扱っている部屋とは隔離された部屋のクリーンベンチ内で作業した。古代ヒエの DNA 抽出では、CTAB 法より操作回数の少ない NaOH 法を用いた。試料の炭化種子 (1~12粒) をチューブに入れ、抽出用緩衝液 (0.5N NaOH) 20 μ l とビーズ (YASUI KIKAI マルチビーズ) を加え、破砕機 (YASUI KIKAI マルチビーズショッカー) で試料を粉碎 (10秒) した。13000rpmで2分間 (15℃) 遠心分離し、抽出用緩衝液 (pH 8.0 0.1M Tris-HCl) を380 μ l加え攪拌した後、ビーズを取り出した。65℃で10分間熱処理し、13000rpmで10分間 (15℃) 遠心分離して不純物を沈殿させた。上清300 μ lに100%エタノールを900 μ l加え攪拌した。10分間13000rpm (15℃) で遠心分離し、上清のみに酢酸ナトリウム30 μ lを加え、さらにエタチンメイト3 μ lを加えて攪拌し、10分間13000rpm (15℃) で遠心分離して DNA を沈殿させた。上清を捨てた後70%エタノールを1,000 μ l加えて沈殿物を洗浄し、10分間13000rpm (15℃) で遠心分離して沈殿させた。上清を捨て、乾燥させた後に滅菌水20 μ lを加え攪拌し、65℃で5分間熱処理した後、13000rpm (15℃) で2分間遠心分離して-20℃で保存した。数サンプルではカラム (GE Healthcare Microspin S-300HR columns) で DNA を精製濃縮した。

表7 PCRに用いたプライマーの塩基配列

プライマー	塩基配列 (5'→3')	向き	領域	塩基数	Tm (°C)
trn-a2-1	AAGAAAAGGATAGGTGCAGA	フォワード	<i>trnL</i> イントロン	20	51.3
trn-a2-2	GAAAAGGATAGGTGCAGAGA	フォワード	<i>trnL</i> イントロン	20	53.4
trn-b2	CTAATTTTCGAGGGAGTTCCA	リバース	<i>trnL</i> イントロン	20	53.4
trn-c1-1	CACTAAGGAGAAGAAAGAATC	フォワード	<i>trnT-L</i>	21	51.7
trn-c1-2	GGAGAAGAAAGAATCATAGCA	フォワード	<i>trnT-L</i>	21	51.7
trn-d1	GCCCTTTTTTAGAGCATTCA	リバース	<i>trnT-L</i>	20	51.3

NaOH法で抽出したDNAは、更にPCR増幅してその存在を確認した。葉緑体の*trnT-L*遺伝子間領域と*trnL*イントロン領域の配列を参考にして(Yamaguchi et al. 2005), イヌビエ群とタイヌビエ群を区別するようにPCRプライマーを設計した(表7)。目的の領域を増幅させるためにフォワードプライマーはPCR1回目と位置をずらして2回目プライマーを設計した。古代DNAは200bp以上の長さではPCR増幅しにくいので、対象領域はすべて100bp前後となるよう設計した(図35)。

PCR反応では容量25μlの反応液(Taqポリメラーゼ0.125μl, バッファー2.5μl, MgCl₂2μl, dNTP2μl, DNA2μl, プライマー0.5μl, 滅菌水15.375μl)を用い、95°Cで5分処理した後、96°Cで1分、48°Cで1分、72°Cで2分の処理を30回繰り返し、72°Cで2分処理した後、4°Cで保温した。PCRは2回繰り返し、PCR産物5μlを1.5%アガロースゲルで電気泳動(100V, 40分)した。このPCR増幅産物をシーケンス分析して塩基配列を確認した。抽出とPCRの段階ともDNA試料の代わりに滅菌水を用いたネガティブコントロールを設定しコンタミネーションのないことを確認した。

オルイカ遺跡(17世紀頃)の穎つき炭化種子(図22)では2粒と3粒を一度につぶしたサンプルでPCRを2回繰り返し増幅できたが、同じ遺跡の穎のない炭化種子10粒や高屋敷館遺跡

(平安時代)の穎つき炭化種子ではDNAは増幅できなかった。他の遺跡の炭化種子はすべて穎果の状態であり、8~12粒を用いてもDNAは増幅できなかった。DNAは時間とともに断片化するので、炭化した種子に含まれるDNAをPCRで増やすのは古いものほど困難となる。対象領域をPCR増幅できたオルイカ遺跡の炭化種子では、サンプルと粒数をかえてPCRしても増幅できた。このPCR増幅産物をシーケンス分析したところ、その塩基配列は、両サンプルともタイヌビエ型の変異は示さず、イヌビエ型であった(図35)。

近世アイヌ期(北海道・オルイカ2遺跡)の炭化種子はイヌビエ型であったが、現在のアイヌのヒエ(北海道平取町ヒエ, 表5, 図35)の配列と比較すると*trnT-L*スペーサー領域の585bpの位置に1塩基の置換(A→G)が見られた(図35, 3段目)。この1塩基置換は、中国やベトナムのヒメイヌビエ(イヌビエの変種)にも見られ(青木未発表), イヌビエ群内に見られる変異である。オルイカ遺跡の炭化種子はイヌビエ群にあたり、これは形態学的同定でヒエ(栽培種)とする見解を強く支持している(表6)。

北海道・オルイカ2遺跡(近世アイヌ期:西暦17世紀頃)炭化種子(図34の試料8, 9)の塩基配列がイヌビエ型であったことから、形態的に酷似しているより古い遺跡の種子はイヌビエか栽培ヒエである可能性が高い。

アイヌの歴史を語るヒエ

北海道のアイヌ文化では、アワは男性の穀物、ヒエは女性の穀物と言われ、併せて神聖な夫婦の穀物として尊重されている(林1969)。また、神が使わした穀物は儀式や儀礼の日のヒエ酒など伝統的行事に関連して残っている。この伝統はアイヌを始めとして、北海道の人々によってヒエなどの栽培が古くからあったことをうかがわせる。

しかし、アイヌ民族に関する多くの記述は、至近のアイヌの生活が狩猟を主とした採集経済であったとし、そのためアイヌの農業あるいは作物栽培の技術を極めて原始的で効率が悪いと結論づけている(林1969)。これらの記述の多くは、農産

物とくに米を租税対象としていた日本人の文化観や価値観からアイヌの生活を位置づけており、利用されていた穀物や農作物も動物食の副次的役割であったとしている(山本1996, 1998)。近世、江戸時代に北海道で利用された植物の記録をみると(表8), 66種の主な利用植物の多くは、旧大陸産の東アジア産とインド・地中海地域やアフリカ原産の植物である。大航海時代以降に新世界から東洋へ伝来した数種の農作物も含まれている。ふつう、有用植物は高度な文明の地から一方的に文明の低い周辺の場所に伝播したと考えられやすい。しかし、民族ごとの食文化や植物文化をよく

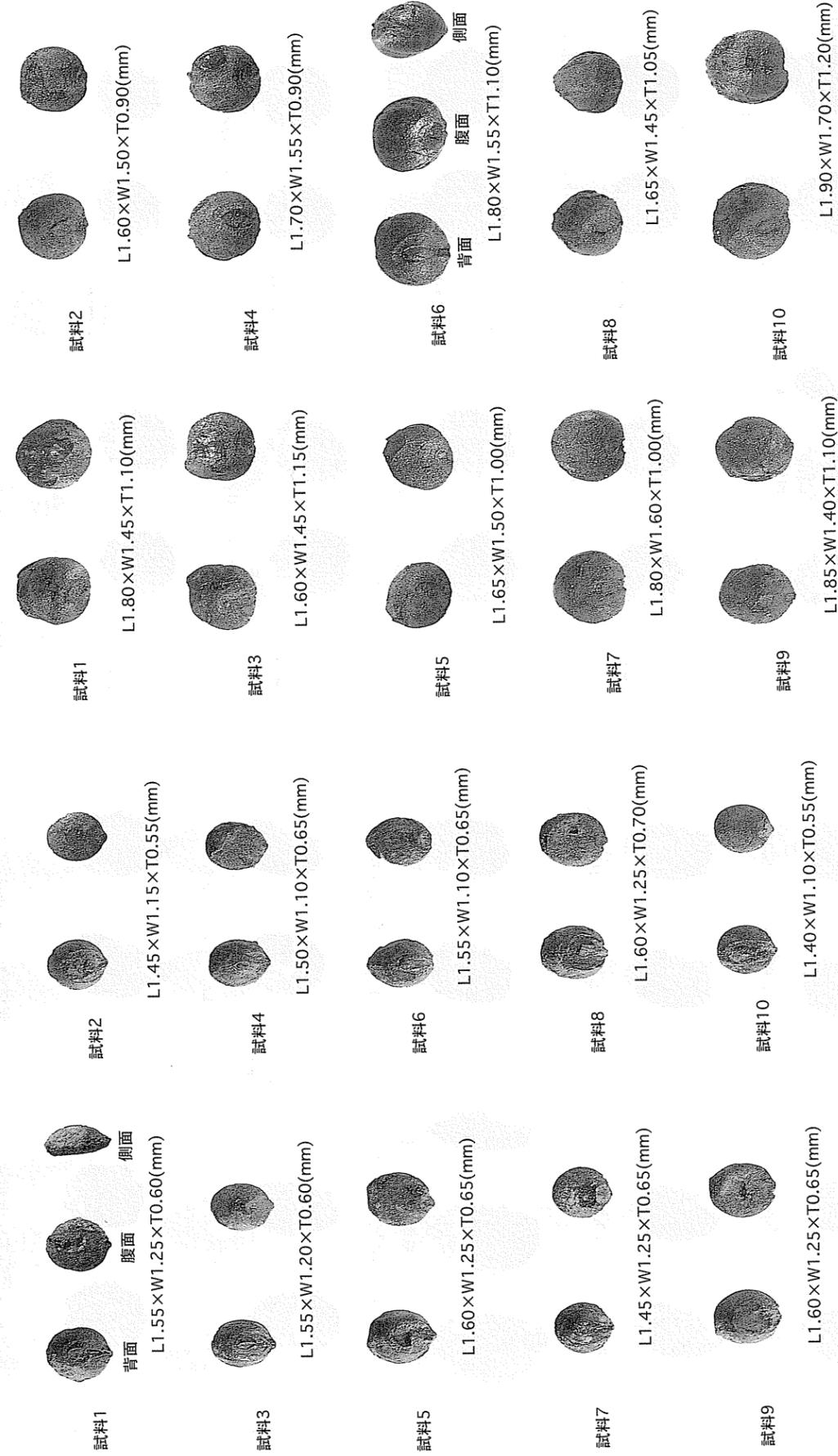


図27 青森県富の沢(2)遺跡より出土したヒエ属植物の炭化種子 (中葉~末葉) 暨穴住居跡床面, 縄文時代中期

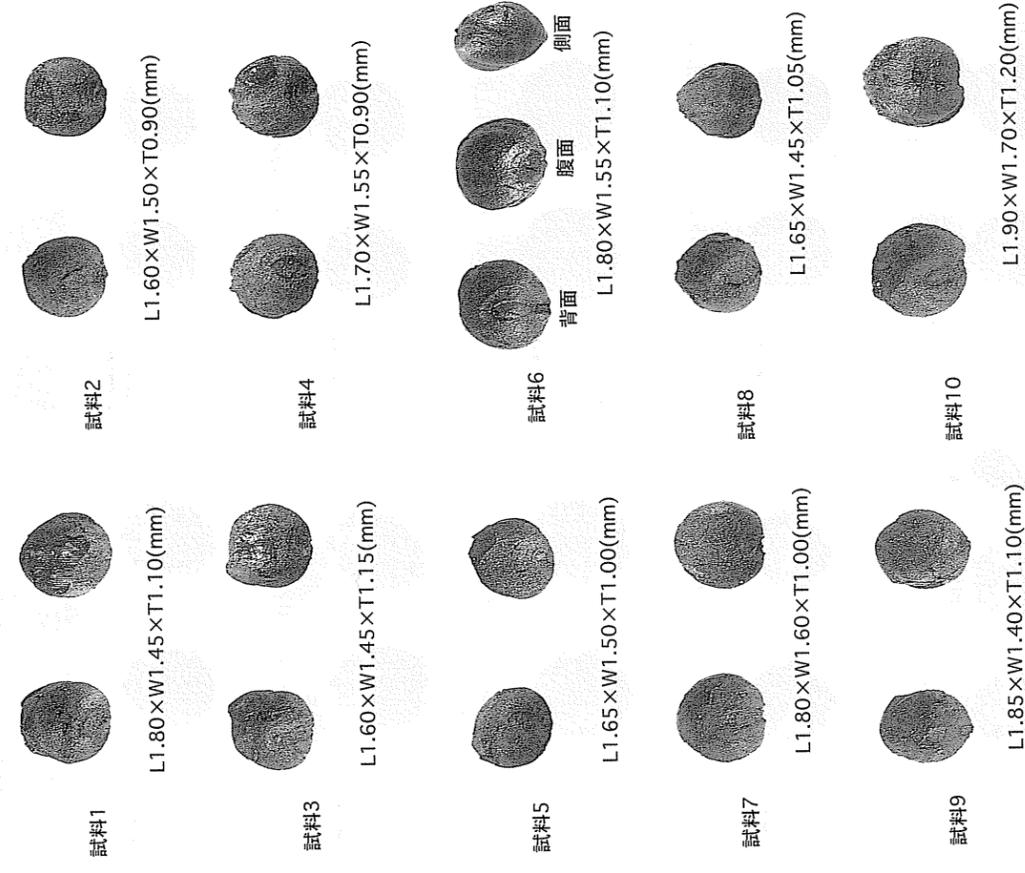


図28 北海道余市町大川遺跡より出土したヒエ属植物の炭化種子 (A型) 暨穴住居跡覆土, 縄文時代後期

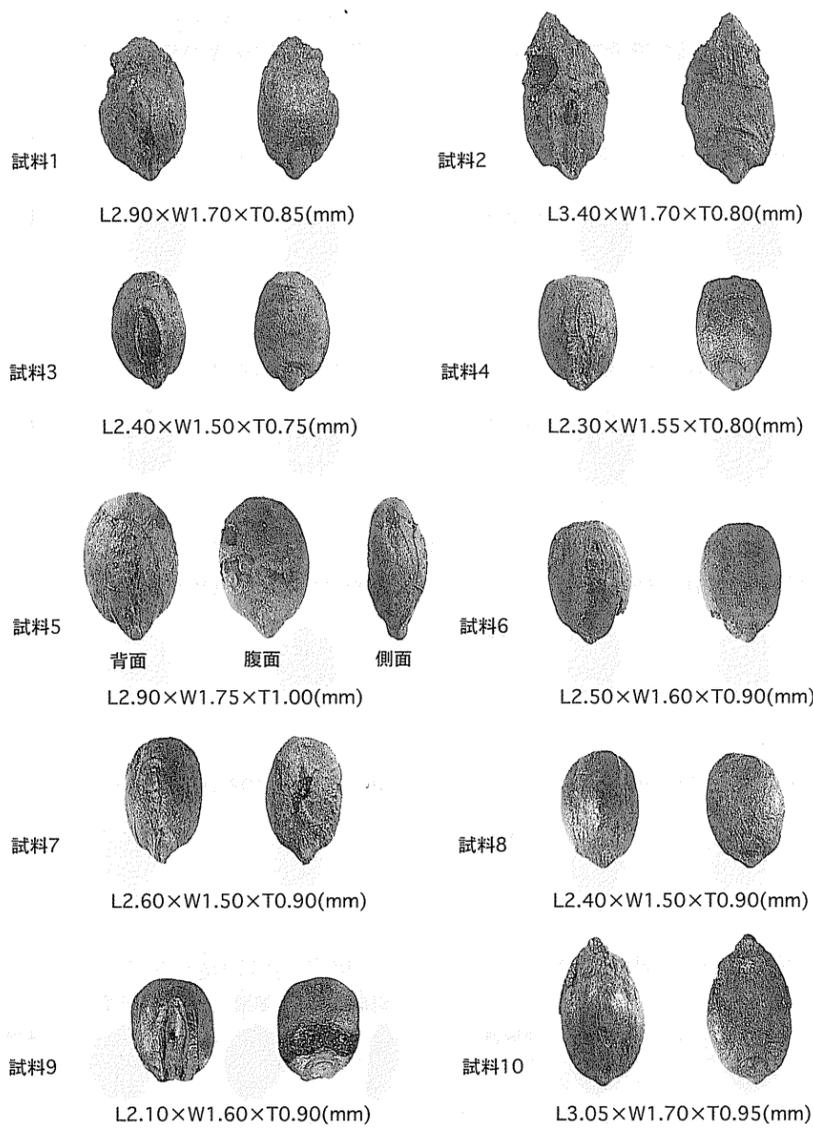


図29 北海道余市町大川遺跡より出土したヒエ属植物の炭化種子 (B型)
 竪穴住居跡床面, 擦文時代後期

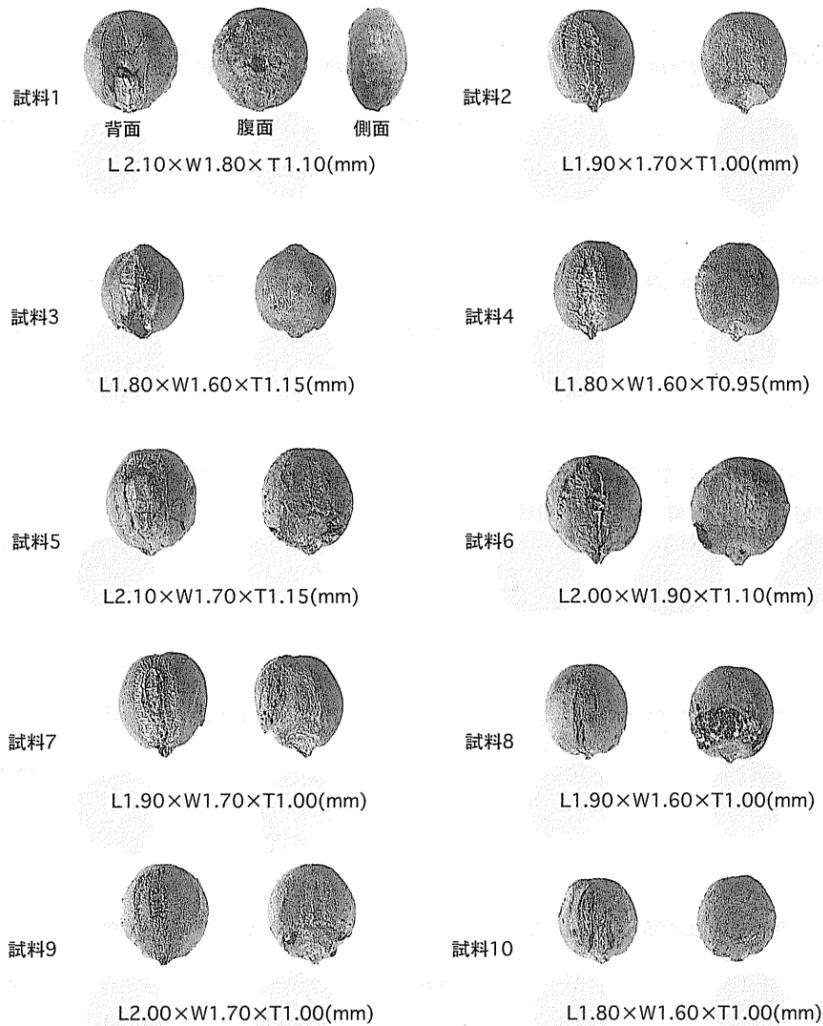


図30 青森県高屋敷遺跡より出土したヒエ属植物の炭化種子 (A型)
 竪穴住居跡床下土坑, 平安時代後期

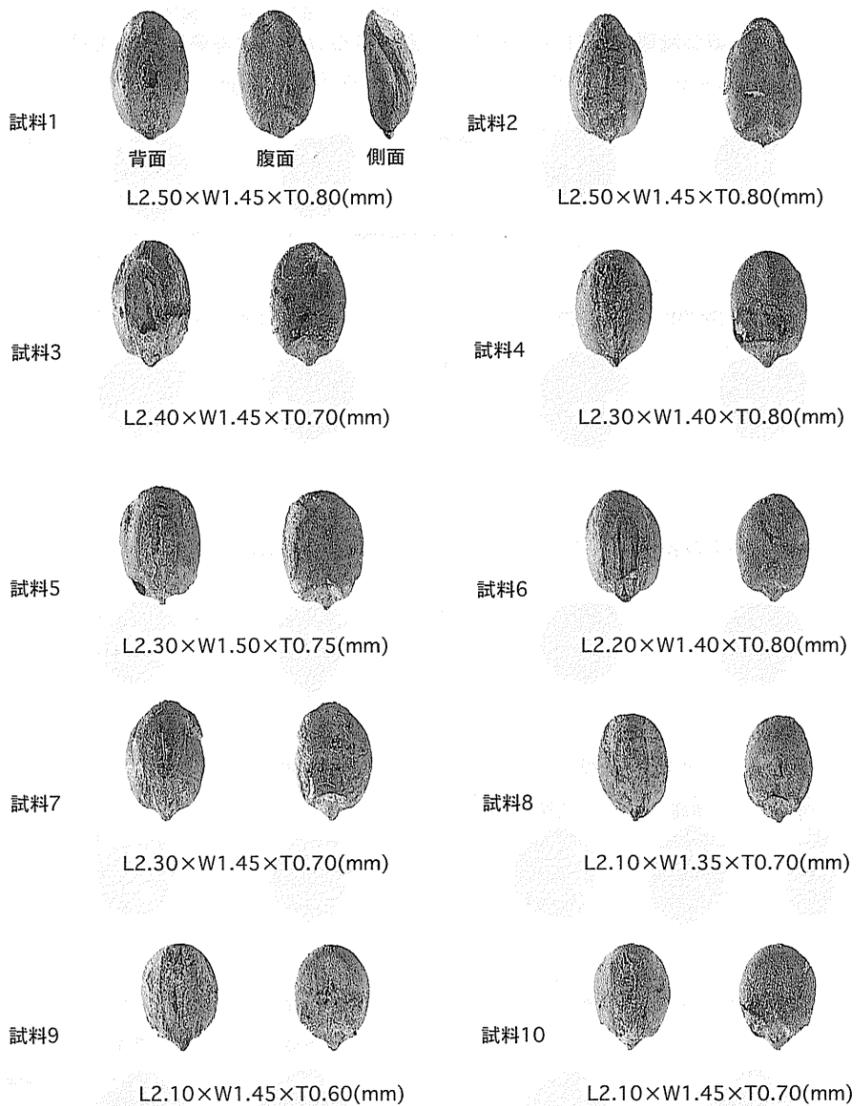


図31 青森県高屋敷遺跡より出土したヒエ属植物の炭化種子 (B型)
 竪穴住居跡床下土坑, 平安時代後期

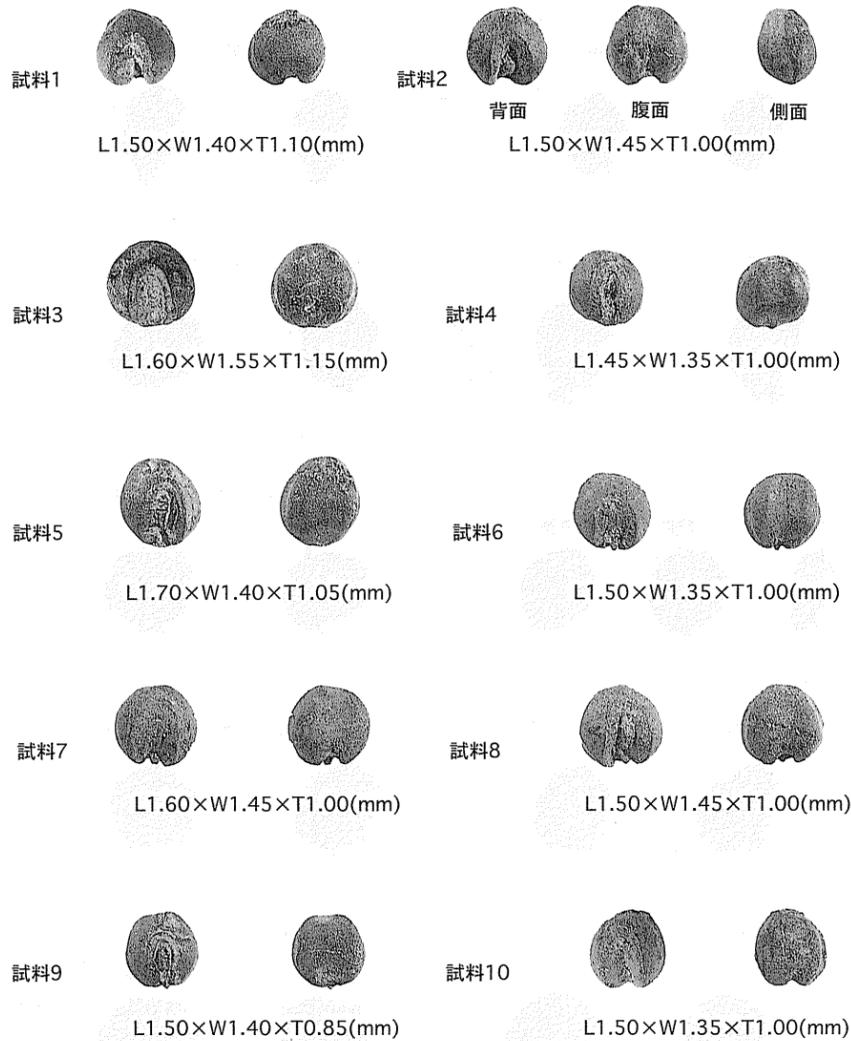


図32 岡山県保木城址より出土したヒエ属植物の炭化種子
 郭の両斜面, 中世 (西暦16世紀後半)

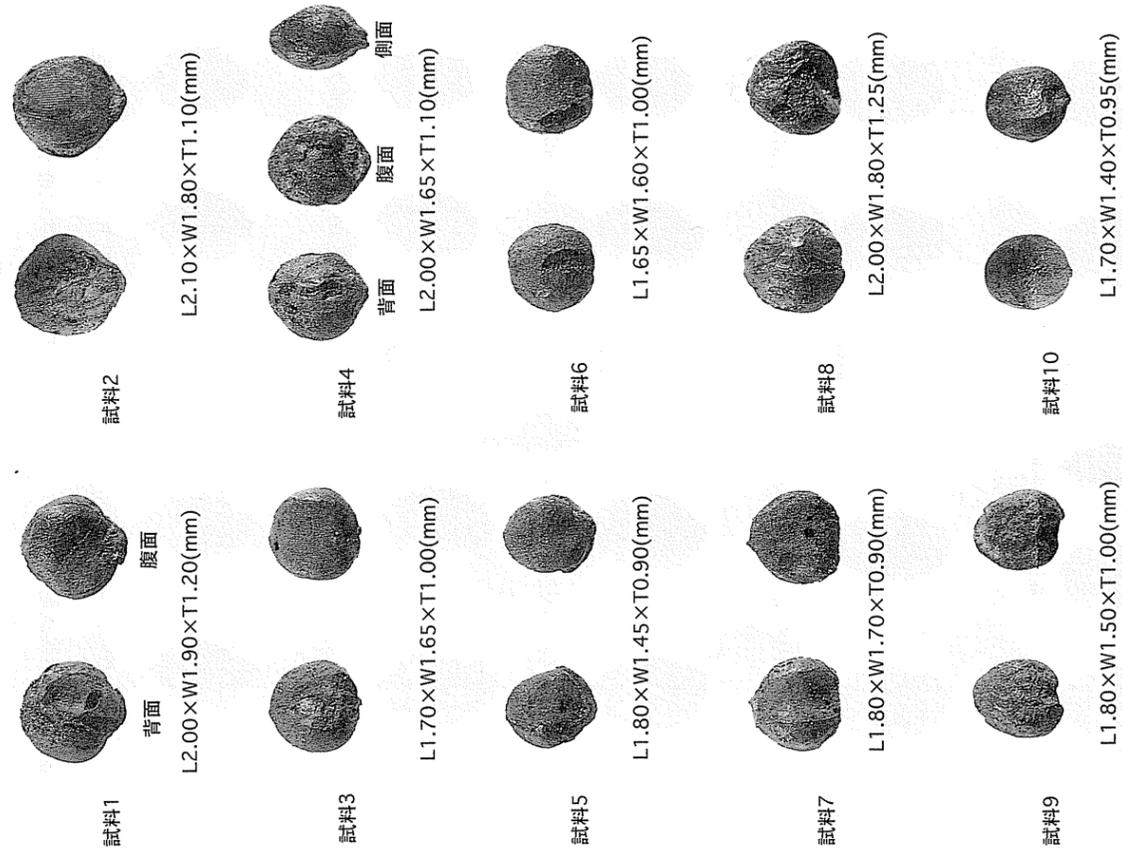


図33 北海道平取町ピハワシ遺跡より出土したヒエ属植物の炭化種子
 建物跡内の炉、近世アイヌ期

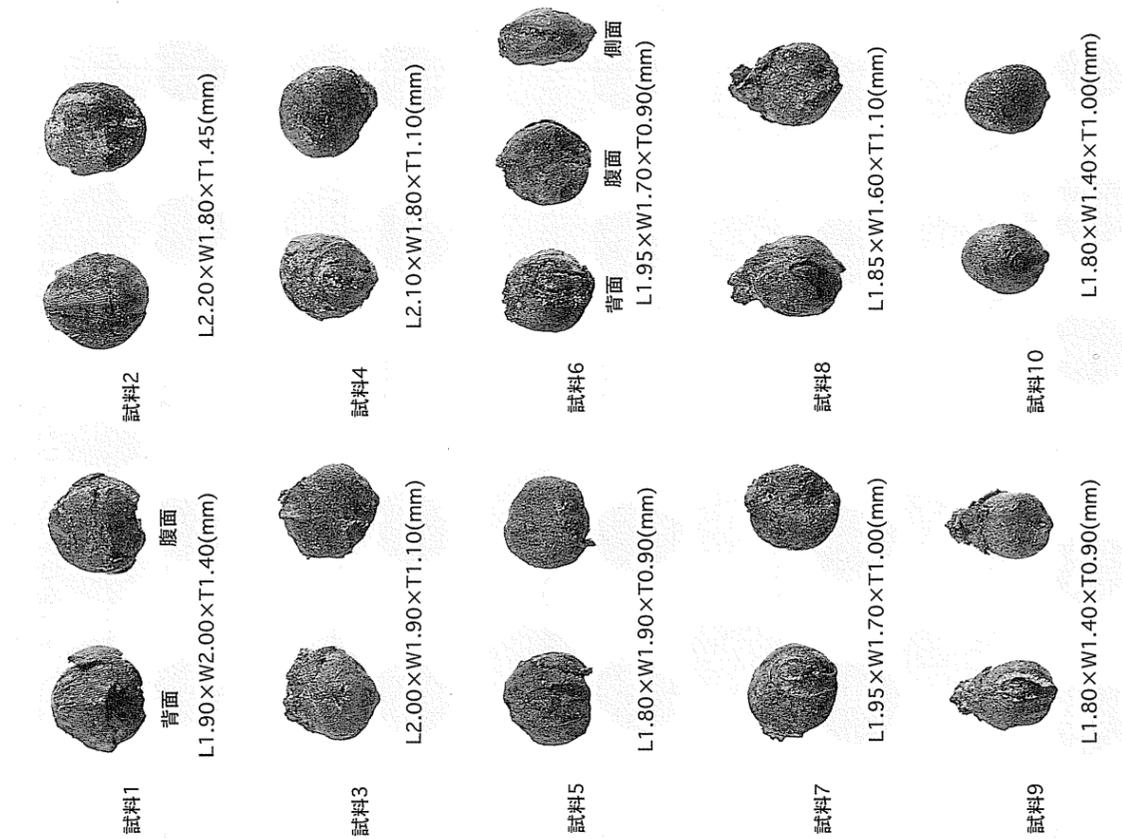


図34 北海道千歳市オルイカ遺跡より出土したヒエ属植物の炭化種子
 平地住居跡、近世アイヌ期 (西暦17世紀ころ)

タイヌビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
栽培タイヌビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
コヒメビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
インドビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
イヌビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
ヒメタイヌビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
ヒメイヌビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
ヒエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
レイコウビエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
北海道平取町栽培ヒエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
北海道平取町雑草ヒエ	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
オルイカ遺跡2粒	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T
オルイカ遺跡3粒	G	A	A	T	G	A	A	T	A	T	C	A	A	A	C	G	T	T	A	T	A	G	T	A	T	G	A	T	T	T

タイヌビエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
栽培タイヌビエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
コヒメビエ	C	A	T	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
インドビエ	C	A	T	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
イヌビエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
ヒメタイヌビエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
ヒメイヌビエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
ヒエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
レイコウビエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
北海道平取町栽培ヒエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
北海道平取町雑草ヒエ	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
オルイカ遺跡2粒	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T
オルイカ遺跡3粒	C	A	C	T	A	A	G	G	A	G	A	A	A	G	A	A	A	G	A	A	T	C	A	T	A	G	C	A	A	A	T

タイヌビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
栽培タイヌビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
コヒメビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
インドビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
イヌビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
ヒメタイヌビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
ヒメイヌビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
ヒエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
レイコウビエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
北海道平取町栽培ヒエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
北海道平取町雑草ヒエ	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
オルイカ遺跡2粒	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C
オルイカ遺跡3粒	T	G	A	A	T	G	C	T	C	T	A	A	A	A	A	G	G	G	C

図35 葉緑体 trnT-L 対象領域 (110bp) における塩基配列
 trnT 遺伝子エクソン下流のスペーサー領域 (trnT-L 領域) 519bp~628bp

検証すると高度な植物利用の体系をみることが出来る。表8の利用植物の58種は、アイヌ民族が明らかに「栽培」によって利用していた植物であり、その中には極東アジア原産の種があり、単純に他地域からの伝播では説明のつかないものもある。ヒエはアズキやダイズとともにそのような重要な植物のひとつである。

元来、自然資源へその食を依存していたヒトは、新たに出現した栽培植物や家畜へ食や生活の重心を移し、文明社会や文化を構築し、これまで地球上にはなかった人間を中心とした生態系を作るようになる。栽培植物や家畜を利用する農耕は、地域や民族によって異なる歴史を辿って展開するのがふつうである。北海道の古代遺跡からの農作物の記録は、フローテーション法による調査が始まってから飛躍的に精密になってくる。フローテーション法は、北海道では1972年にトロント大学のGary Crawford氏が渡島管内南茅部町ハマナス野遺跡調査で最初に導入し、炭化した植物遺体を検出したことにはじまる(椿坂1992)。フローテーション法によって、北海道では縄文時代前期ころからヒエ属植物の種子を始めとして堅果類などの検出例が多くなり(山田1986)、擦文文化からは雑穀を中心とした栽培植物の出現が明瞭となる。事実、北海道大学構内の擦文時代中期の「サクシュコトニ川遺跡」からはフローテーション法によって大量の栽培植物が検出されている。擦文文化に伴う雑穀は、地域を問わず住居跡床面、カマド周辺や炉址などから検出され、明らかに人間の生活と関連して出現している。

北東アジアの農耕文化は、地域原産の植物と周辺地域に起源した栽培植物を基層として外来の栽培植物を構成要素に取り込む形で複相化する。東アジアの暖温帯では根栽とごく僅かの穀物を主要素とする照葉樹林農耕文化が発達するが、これに対応して冷温帯では現在農耕をもたない北方ツングース系の民族の分布域にかなりしっかりした農耕文化であるナラ林文化があったと考えられている(中尾1983)。ナラ林文化の主要な栽培植物は、アワ、キビ、オオムギなどであるが、この成熟したナラ林文化が縄文文化から擦文時代の北海道にあったとすると、この時期の農耕関係の文化要素や栽培植物の出現も容易に理解できる。この時期には、道東と道北にオホーツク文化があり、栽培植物ではオオムギに興味深い分布がみられる(椿坂1998)。道南と石狩低地帯には小型のコムギを共伴する皮性オオムギがあり、オホーツク文化および道東と道北の擦文文化の遺跡にはコムギを共伴しない裸性オオムギがみられる(吉崎1989a,b, 吉崎・椿坂2004a,b)。大陸沿海地方で

紀元6世紀から紀元13世紀にかけて発掘される裸性オオムギはオホーツク文化から出土する裸性オオムギと同じ特徴を示すので、7世紀から9世紀にかけてオホーツク文化の人たちは大陸との交易をとおして沿海地方から多様な製品と共に裸性オオムギやアワ、キビなどの穀物を受け入れたと考えられている(山田1996, 2005)。

縄文遺跡から発掘される種子は、小粒であるため、栽培ヒエとは断定されないが、擦文時代から近世アイヌ期にかけての遺跡からは、栽培種とみなされる大粒の種子が出土する。表2および図21~24に明らかのように、出土するヒエ属植物には、球形に近い種子と楕円状球形の種子の2種類がみられ、前者はヒエまたはイヌビエ、後者はタイヌビエに該当する。タイヌビエの種子は、九州や本州では水田を伴う遺跡や米を伴う遺跡から出土し(図31)(笠原1982)、北海道では比較的新しい時代に米とともに出土する(図29)。これらは水田雑草や交易品への混入とされるが、非脱粒タイヌビエ(*E. persistentia*)を低湿地で使っていた可能性は否定できない。北海道の遺跡から出土する球形のヒエの種子は、検出された遺跡によって振れがあるものの、時代を追うにしたがってサイズが大きくなり、現世のヒエに近い形状へと変化する(図21~24)。これは東北地方でも同じである(図24)。この球形のヒエの種子は水田や米とはあまり共伴せず、擦文時代にはアワやオオムギなどの畑作物を出土する道南や石狩の遺跡にみられ(表2)、オホーツク文化には随伴しない。ヒエの時代変遷については、穂に芒を携える蝦夷ビエとの関連でも考察されており(山田1999)、蝦夷ビエは原始的な野生のイヌビエとも考えられている(林1969)。このようにヒエは、大粒化を遂げながらナラ林文化の要素として展開したと考えられる。ヒエに限らず、栽培の豆類や穀物では、時代を追うに従って大粒化するのがふつうである。北海道の遺跡から発掘されるヒエの時間的変遷は、それと似た様相を呈しており、北東アジアでの農耕文化の大きな傾向を映している。

現在のアイヌのヒエがそのような大きな歴史の一端にかかわって存在しているのは明らかである。しかし、マイクロサテライト分析は、アイヌのヒエが品種としては小さなまとまりであることを示したものの(図25, 26)、日本の在来の品種や中国の品種との明瞭な違いは示さなかった。一方、葉緑体DNA分析は、アイヌのヒエが東アジア原産のイヌビエと同じ特徴をもつことを明瞭に示し(図35)、アイヌの人々が使い続けてきたヒエにはモソビエやインドビエのような種の影響では無かったことを示している。

表8 アイヌ有用植物の原産地と導入年代(山本1996, 堀田ら1996, 山田・椿坂1995より作成)

群(用途)	和名	学名	原産地	最初記録年	考古記録	渡来時期
穀類	イネ	<i>Oryza sativa</i>	中国・インド	1786	擦文	古事記以前
	アワ	<i>Setaria italica</i>	北西インド	1715	擦文	古事記以前
	ヒエ	<i>Echinochloa esculenta</i>	東アジア	1717	縄文	古事記以前
	キビ	<i>Panicum miliaceum</i>	北西インド	1796	擦文	古事記以前
	オオムギ	<i>Hordeum vulgare</i>	近東	1798	縄文	古事記以前
	コムギ	<i>Triticum aestivum</i>	コウカサス	1798	擦文	?
	モロコシ	<i>Sorghum bicolor</i>	中央アフリカ			平安時代以前
	トウモロコシ	<i>Zea mays</i>	メキシコ	1796		1579年
	ソバ	<i>Fagopyrum esculentum</i>	中国(西南)	1798	縄文	?
	マメ類	ダイズ	<i>Glycine max</i>	東アジア	1798	擦文
アズキ		<i>Vigna angularis</i>	東アジア	1798	擦文	?
インゲンマメ		<i>Phaseolus vulgaris</i>	メキシコ, アンデス	1838		17世紀頃
ササゲ		<i>Vigna unguiculata</i>	西アフリカ	1798		9世紀以前
ジュウロクササゲ		<i>Vigna unguiculata</i>	西アフリカ	1838		?
ソラマメ		<i>Vicia faba</i>	近東	1798		736年
フジマメ		<i>Lablab purpurea</i>	西アフリカ	1858		?
エンドウ		<i>Pisum sativum</i>	近東/小アジア			9~10世紀
ヤブマメ		<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>japonica</i>		1858		(日本原産種)
野菜		ダイコン	<i>Raphanus sativus</i>	東地中海	1718	
	ニンジン	<i>Daucus carota</i>	西アジア	1798		江戸時代初期以前
	ゴボウ	<i>Arctium lapa</i>	中国・ロシア	1798	続縄文	本草和名(918)以前
	カブ	<i>Brassica campestris</i> var. <i>glabra</i>	地中海, 北欧	1798		1300年ほど前
	ジャガイモ	<i>Solanum tuberosum</i>	アンデス	1718		江戸時代初期
	ナガイモ	<i>Dioscorea opposita</i>	中国南部			中世
	ニンニク	<i>Allium sativum</i>	中央アジア	1798		本草和名(918)以前
	ミョウガ	<i>Zingiber mioga</i>	日本			(日本原産種)
	ショウガ	<i>Zingiber officinale</i>	インド			平安時代以前
	ユリ	<i>Lilium</i> sp.				(日本原産種)
	カボチャ	<i>Cucurbita moschata</i>	中米	1845		16世紀
	ナス	<i>Solanum melongena</i>	インド	1809		750年以前
	キュウリ	<i>Cucumis sativus</i>	インド	1857		10世紀以前
	スイカ	<i>Citrullus lanatus</i>	アフリカ			南北朝時代頃
	マクワウリ	<i>Cucumis melo</i>	西アフリカ	1858		古代・応神天皇の頃
	ヒョウタン	<i>Lagenaria siceraria</i>	アフリカ			縄文時代
	トウガン	<i>Benincasa hispida</i>	東南アジア			本草和名(918)以前
	トウガラシ	<i>Capsicum annuum</i>	中南米	1846		文禄・慶長の役(1592-98)の際
	シソ	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>crispa</i>	中国南部	1846	縄文	古代以前
	コマツナ	<i>Brassica campestris</i> var. <i>perviridis</i>	近東の雑草	1818		?(カブから派生)
	フダンソウ	<i>Beta vulgaris</i>	地中海	1798		約250年前
	ネギ	<i>Allium fistulosum</i>	中央アジア	1856		本草和名(918)以前
	ホウレンソウ	<i>Spinacia oleracea</i>	西アジア			江戸時代
	カラシナ	<i>Brassica juncea</i>	近東の雑草			奈良時代から平安時代初期
	ニラ	<i>Allium japonicum</i>		1858		古事記以前
	ミズナ	<i>Brassica campestris</i>	地中海			?
	チシャ	<i>Lactuca sativa</i>				明治時代
	シュンギク	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	地中海			300-400年前
	キク	<i>Chrysanthemum</i>				奈良時代初期
	工芸用	タバコ	<i>Nicotiana tabacum</i>	アンデス	1788	
タイマ		<i>Cannabis sativa</i>	中央アジア	1799	続縄文	弥生時代以前
カラムシ		<i>Boehmeria nivea</i>		1858		(日本原産種)
ナタネ		<i>Brassica campestris</i> var. <i>nippo-oleifera</i>	地中海	1798		紀元前
ゴマ		<i>Sesamum indicum</i>	インド			奈良時代以前
エゴマ		<i>Perilla frutescens</i>	中国南部			?
アイ		<i>Polygonum tinctorium</i>	東南アジア			飛鳥時代以前
ベニバナ		<i>Carthamus tinctorius</i>	エチオピア		擦文	推古天皇の頃(6世紀末~7世紀初)
チョウセンニンジン		<i>Panax ginseng</i>				享保年間(1716-36)栽培始まる
コウゾ		<i>Broussonetia kazinoki</i>				(日本原産種)
果樹	ミツマタ	<i>Edgeworthia chrysantha</i>	中国			室町時代
	ウルシ	<i>Rhus verniciflua</i>	中国			縄文時代以前
	リンゴ	<i>Malus pumila</i>	南東ヨーロッパ			鎌倉時代半ば以前
	ナシ	<i>Pyrus pyrifolia</i>	中国中北部			7世紀末以前
	ブドウ	<i>Vitis vinifera</i>	小アジア・地中海			1186年
山菜	スモモ	<i>Prunus salicina</i>	中国			古事記以前
	アンズ	<i>Prunus armeniaca</i>	中国			?
	コウライテンナンショウ	<i>Arisaema serratum</i>		1858		(日本原産種)
ナギナタコウジュ	<i>Elsholtzia ciliata</i>		1857		(日本原産種)	

アイヌの人にとってヒエが重要であったことはいくつかの聞き伝えにもあり、昭和の初期に初めてイネを栽培した人でも、ヒエを臼と杵で搗いて利用するのが一般的であったとされる。また、食の中心がヒエから購入物に替わると早く死ぬ人が増えたともされ、ヒエは病気にも強く、呪術にも使われている(タクサミ・コーサレフ1998)。とくにアイヌではヒエは酒に醸すのに維持されてきている。至近の栽培方法はふつうの畑作の方法で、筋蒔きで播種し、収穫まで何回か除草し、カワシンジュガイの殻で作った貝包丁のピバで穂摘

みして収穫する。収穫した穂は束ねて家の中で乾した後、保存したものを取り出し、臼にいれ杵について殻をとり、種子だけにする。アシコロ(トノト、酒)として利用するヒエの穀粒は臼と杵で搗いて精白され、煮て作った粥に麴を入れ、どぶろくと同じようにして造られる(林1969, 萩中ら1992)。麴はカムタチと呼ばれ、本州から移入されているが、以前は稗(ヒエ)や麦(オオムギ)を蒸してねかしてつくった麴を使ったり、チシユキコとよばれる草の根を米と混ぜて蒸熟して麴としている(林1969)。これは、カビを使った

一般的な東アジアの酒の作り方にあたる (中尾 1983, 1984, 1986, 橋 1995, 吉田 1993)。東アジアの酒は麴をつかう固形発酵を基本とし、粥酒の段階を経た後、オオムギの麦芽を使う方法が後世に導入される。中国雲南省モソ族のスーリマ酒では、ご飯状に炊きあげたヒエを笊のうえで冷まし、麴を混ぜ込んで家の中に置き、10日ほど発酵させる固形発酵である (山口・梅本 2003)。一説にある「くちかみ」による酒造りを多様な植物利用に関する伝統知識を持つ民族にとっては機能的でなかったとすると、アイヌの酒造りは東アジアのふつうの変遷を辿っているといえよう。アイヌのヒエの利用には粥のほか粿があるが、麴やカビを使った固形発酵は粿の利用より発展したと考えられている (中尾 1983, 1986)。雲南のモソ族のスーリマ酒づくりでも近代化とともに草麴から市販の麴への移行があるように、アイヌの現在の酒造りの原型は、草麴と粿の食文化要素の基層とかかわった東アジアに共通のものと考えられる。

マイクロサテライト分析においてアイヌのヒエと親和性の高かった雲南省ナシ族のレイコウヒエは、つい最近までスーリマ酒と同じように酒の原料であった。ヒエという栽培植物の栽培化の場所を北海道とする根拠はなく、その故郷は明らかではないが、アイヌ民族とモソ族のヒエの利用地はヒエという栽培種の分布圏の両端にあたる。この実態をエイジ・アンド・エリアの効果とみれば、

引用文献・参考文献

赤坂真由美・山口裕文 2006. 野生および栽培タイヌビエのマイクロサテライト多型 育種学研究 8 (別1) 241.
赤松守雄 2003. 北海道の自然史 北海道出版
Bailey J.F., Richards M.B., Macaulay V.A., Colson I.B., James I.T., Bradley D.G., Hedges R.E.M., and Sykes B.C. 1996. Ancient DNA suggests a recent expansion of European cattle from a diverse wild progenitor species. Proc. Royal Soc. London Ser. B-Biol. Sci. 263 (1376): 1467-1473.
Baki B.B. and Azumi M. 2003. *Echinochloa* aggregates in Malaysia- Ecology and management. In, *Echinochloa* Control in Rice, ed. Kim K.U. and Labrada R. Kyungpook National University. 37-52.
Brown T.A. 1999. How ancient DNA may help in understanding the origin and spread of agriculture. Philosophical Trans. Royal Soc. London Ser. B-Biol. Sci. 354 (1379): 89-97.
Brown T.A., Allaby R.G., Brown K.A., Ode-

同心円状の伝搬の結果となる。ピヤバあるいはピの音も (菅野 2002, 村田 1932) 雑草や栽培のヒエに使われる朝鮮語や漢語とも類似する (金 2001)。北東アジアの出来事と照葉樹林帯の周辺で成熟と崩壊の歴史をもつナラ林文化との関連においても、ヒエ酒に関わる要素はさらに考察する必要がある。

静内の聞き書きでは、「アイヌびえはなんぶ (南部) びえに比べて穂が大きく、穂につく毛が長いのが特徴で、収穫量も多かったが、殻が固くて搗いても搗いても白にならないため、食べるときは大変であった」とされる (萩中ら 1992)。現在のアイヌのヒエ品種はこの南部ビエにあたる。17世紀のオルイカ遺跡の炭化ヒエは、葉緑体 DNA の特徴では現在のアイヌのヒエ品種とは異なっていた (図35)。そして幸運に DNA を抽出できた種子にはいずれも穎が付着していたが、これは脱穀のあとのもみすりの困難を暗示している。穎のついたヒエを蝦夷ビエ、現在のアイヌのヒエを南部ビエとすると、一塩基の DNA の置換は聞き伝えにあるヒエ品種の置きかわりの歴史を示していることになる。技術や文化要素の伝達には、極めて保守的な側面と高速に変化する側面がある。北海道の遺跡から継続的に発掘される小さなヒエの炭化種子は、この地に住んだ人々の酒にかかわった歴史の一側面を伝えている。

noghue K., and Sallares R. 1994. DNA in wheat seeds from European archaeological sites. Experimentia 50 (6): 571-575.
Barrett S.C.H. 1983. Crop mimicry in weeds. Econ. Bot. 37: 255-282.
Bentham G. 1861. Flora Hongkongensis: A Description of the Flowering Plants and Ferns of the Island Hongkong. Authority of her Majesty's Secretary of the State for the Colonies.
Bor N.L. 1960. Grasses of Burma, Ceylon, India and Pakistan. Pergamon Press, Oxford.
陳守良 1990. ヒエ属 中国植物誌 10(1): 250-262.
鄭台弦 1946. 韓国植物図鑑 下巻草本部 新志社ソウル
Coffroth M. A., Lasker H. R., Diamond M. E., Bruenn J. A. and Bermingham E. 1992. DNA fingerprints of a gorgonian coral: a method for detecting clonal structure in a vegetative species. Mar. Biol. 114: 317-325.
Crawford G.W. 1983. Paleoethnobotany of the

Kameda peninsula Jomon. Museum of Anthropology, University of Michigan. 73:1-200
Crawford G.W. 1992. Prehistoric plant domestication in East Asia. In, Cowen, C.W. and P.J. Watson ed, The Origins of Agriculture: An International Perspectives. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
CSIR 1952. *Echinochloa* Beauv. (Gramineae). The Wealth of India: A Dictionary of Indian Raw Materials and Industrial Products. Raw Materials IV, 124-126. Publications and Information Directorate, Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi.
載水達 1986. 中国ヒエ属 *Echinochloa* 分類系統的初歩研究 中山大學報 1986(3): 76-80.
Danquah E.Y., Hanley S.J., Brooles R.C., Aldam C. and Karp A. 2002a. Isolation and characterization of microsatellites in *Echinochloa* (L.) Beauv. spp. Molecular Ecology Notes 2: 54-56.
Danquah E.Y., Johnson D.E., Riches C., Arnold D. and Karp A. 2002b. Genetic diversity in *Echinochloa* spp. collected from different geographic origins and within rice fields in Cote d' Ivoire. Weed Res. 42: 394-405.
De Wet J.M.J., Rao K.E.P., Mengesha M.H. and Brink D.E. 1983. Domestication of Sawa millet (*Echinochloa colona*). Econ. Bot. 37: 287-291.
De Wet J.M.J. and Harlan J. 1975. Weeds and domesticates: Evolution in the man-made habitat. Econ. Bot. 29: 99-107.
Diao Z.-S. 1988. A new species of *Echinochloa* from China. Acta Bot. Yunnan. 10: 371-372.
Doyle J. J. and Doyle J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small amounts of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin 19:11-15
Gleason H.A. and Cronquist A. 1991. Manual of Vascular Plants of Northeastern United States and Adjacent Canada. 2nd ed. The New York Botanical Garden, Bronx, New York. pp. 910.
Gould F.W., Ali M.A. and Fairbrothers D.E. 1974. A revision of *Echinochloa* in the United States. Am. Midl. Nat. 87: 36-59.
Greuter W. (ed). 1988. International Code of Botanical Nomenclature. Coeltz Scientific Books. Germany.

萩中美枝・畑井朝子・藤村久和・古原敏弘・村本美幸 1992. 聞き書きアイヌの食事 日本の食生活全集 48 農山漁村文化協会 319pp.
林義茂 1969. アイヌの農耕文化 慶友社
和健全 1998. 麗江 雲南民族出版
原田次郎・芝山秀次郎・森田弘彦 1993. 熱帯の雑草 国際農林業協力協会
Hilu K.W. 1994. Evidence form RAPD markers in the evolution of *Echinochloa* millets (Poaceae). Plant Syst. Evol. 189: 247-257.
Hirotsue T., Yamasue Y. and Yabuno T. 2000. Shattering habit and dormancy of spikelets in a cultivated form of *Echinochloa oryzicola* recently found in China. Weed Research 40 (5): 449-456.
Holm L.G., Plucknett D.L., Pancho J.V. and Herberger J.P. 1977. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii. pp. 609
Honda M. 1930. Mongograpia Poacearum Japonicum, Bambusoides exclusis. Journ. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Sect. III 3: 1-484.
鑄方貞亮 1977. 日本古代穀物史の研究 吉川弘文館
井上紘一他 2002. 樺太アイヌの民具 北海道出版企画センター
IPNI 2006. International Plant Name Index. <http://www.ipni.org/index.html>
Itoh K. 1991. Life Cycle of Rice Field Weeds and Their Management in Malaysia. Final Report (TARC). pp92.
伊藤一幸 2001. 東南アジアの稲作と雑草ヒエ 藪野・山口編 ヒエという植物 全国農村教育協会 113-124.
石毛直道 1998. 酒造と飲酒の文化 (石毛編) 論集 酒と飲酒の文化 25-85.
笠原安夫 1968. 雑草図説 養賢堂 407-412.
笠原安夫 1982. 菜畑縄文晩期 (山の寺) 層から出土の炭化ゴボウ, アズキ, エゴノキと未炭化メロン種子の同定. 菜畑: 佐賀県唐津市における初期稲作遺跡の調査, 447-454, 唐津市
岸本艶 1941. 粟, 黍, 稗, 蜀黍類の起源と歴史 遺伝学雑誌 17(6): 310-321.
金純哲 2001. 韓国の稲作とヒエ属植物 藪野・山口編 ヒエという植物 全国農村教育協会 97-101.
木村茂光 他 2005. 街道の日本史 1 アイヌの道 吉川弘文館
Kobayashi H. and Sakamoto S. 1988. Weed-crop complex in cereal cultivation. In, Biological Approaches and Evolutionary Trends in Plants, ed. Kawano S. 67-80, Academic

- Press, London.
- Komarov V.L. 1934. Flora of the U.S.S.R. Vol. II. Bot. Inst. Akad. Nauk, SSSR.
- Koyama T. 1987. Grasses of Japan and its Neighbouring Regions. Kodansha Ltd., Tokyo.
- Kumar S., Tamura K., Jakobsen I. B. and Nei M. 2001. MEGA 2.1: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Software, Arizona State University, Arizona, USA.
- Lian C., Zhou Z. and Hogetsu T. 2001. A simple method for developing microsatellite markers using amplified fragments of inter-simple sequence repeat (ISSR) J. Plant Res. 114: 381-385.
- 李揚漢 1995. 中国雑草志 中国農業出版社
- 町田宗鳳 2000. 縄文からアイヌへ せりか書房
- Manu M.A. and Barrett C.H. 1986. The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. Can. J. Plant Sci. 66: 236-256.
- Masanaga M., Umemoto S. and Yamaguchi H. 1998. Traditional devices for threshing rice seeds in Yun-Gui Highland, China. Bull. Osaka Pref. Univ. Ser. B. 50: 1-10.
- Michael P.W. 1978. Note on *Echinochloa* in the Philippines. Philip. J. Weed Sci. 5: 16-18.
- Michael P.W. 1983. Taxonomy and distribution of *Echinochloa* species with special reference their occurrence as weed of rice. In, Weed Control in Rice. IRR/IWSS. 291-306.
- Michael P.W. 1994. Distribution and taxonomy of *Echinochloa*—A world view with a key to the species occurring in China. Proc. 5th Weed Science Conf. of China, Kunming, China. pp. 161-166.
- Michael P.W. 2001a. Taxonomy of *Echinochloa* species. Paper presented in "One-day Workshop on *Echinochloa* Control in Rice" partly sponsored by FAO held at Beijing, China, May 27, 2001.
- Michael P.W. 2001b. The taxonomy and distribution of *Echinochloa* species (Barnyard grasses) in the Asian-Pacific region, with a review of pertinent biological studies. Proc. of the 18th Asian Pacific Weed Science Soc. Conf. 57-66.
- Michael P.W. 2003. *Echinochloa* P. Beauv. Flora of North America, North Mexico Vol. 25, Magnoliopyta: Commelinidae (in part): Poacea, part 2, ed. by Barkworth M.E. et al. 390-403.
- Michael P.W. and J.W. Vickery 1980. *Echinochloa macrandra* P.W. Michael & J.W. Vickery. Telopea 2(1): 27.
- Michishita Y. and Yamaguchi H. 2003. Unique forms of weeds and millets in East Asian annual *Echinochloa*. Proceedings of the 18th APWSS Conf., Manila, Philippines 215-219.
- 三浦勸一 2003. 作物になれなかった野生穀類たち 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 北海道大学図書刊行会 194-205.
- 森田弘彦 1998. 九州地方に発生したコヒメビエの小穂と穂の形態と低温での種子の死亡条件から推定した定着不可能地点 雑草研究41(2): 90-97.
- 村木美幸 2004. アイヌと植物 樹木編 アイヌ民族博物館
- 村木美幸 2004. アイヌと植物 薬用編 アイヌ民族博物館
- 村田義麿 1932. 鮮満植物字彙 目白書院
- Nakai T. 1911. Flora Koreana: Pars Secunda. Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 31: 1-573.
- 中尾佐助 1983a. 麴酒の系譜 世界の食べ物 14:44-47.
- 中尾佐助 1983b. ナラ林文化の提唱 佐々木高明編 日本農耕文化の源流—日本文化の原像をもとめて (中尾佐助著作集VI 照葉樹林文化論 山口裕文編 2006より引用)
- 中尾佐助 1984. 東アジアの酒 日本醸造協会雑誌 79 (11): 791-795.
- 中尾佐助 1986. コメント「カビ酒発酵の起源」季刊人類学 17:104-108.
- 中尾佐助・松本栄一 1985. 東アジアの酒の源流を求めて: ヒマラヤ山麓の酒タンバチャン粒酒 Liquor Shop 58:21-27.
- 中山広樹 1996. 第3章 PCR産物のサブクロニング 細胞工学別冊 目で見える実験ノートシリーズ バイオ実験イラストレイテッド 3巻 本当にふえる PCR 80-82. 秀潤社
- 中山広樹・西方敬人 1995. 第1章 プラスミド調整 細胞工学別冊 目で見える実験ノートシリーズ バイオ実験イラストレイテッド 2巻 遺伝子解析の基礎 19-24. 秀潤社
- 中山祐一郎・梅本信也・山口裕文 1999. アイソザイム分析によるヒエ属植物倍数性群の識別 雑草研究 44:205-217.
- 日本豆類基金協会 1982. 東北地方における豆類, 雑穀等の郷土食慣行調査報告
- 野村崇 1988. 日本の古代遺跡 40 北海道1 保育社
- 野村崇 1997. 日本の古代遺跡 41 北海道2 保育社
- 野澤一樹・中井弘和・佐藤洋一郎 2004. 日本産ヒエ属にみられるマイクロサテライトおよび ISSR 領域における多型 育種学研究 6 (4): 187-193.
- Nozawa S., Takahashi M., Nakai H. and Sato Y.I. 2006. Difference in SSR variations between Japanese barnyard millet (*Echinochloa esculenta*) and its wild relative *E. crusgalli*. Breeding Science 56(4): 335-340.
- 小原哲二郎 1981. 雑穀—その科学と利用— 樹村房
- 大野康雄・藪野友三郎 1996. 岩手県におけるヒエの栽培と食事 藪野・山口(編) ヒエの博物学 ダウケミカル日本・ダウエランコ事業部門
- 大山 元 2002. 古代史料に見る縄文伝承 きこ書房
- 大井次三郎 1942. 日本の禾本科植物第三 植物分類地理 11: 36-39.
- 大井次三郎 1962. 日本のヒエ属植物について 植物分類地理 20: 50-55.
- 大井次三郎 1982. イネ科Poaceae (Gramineae) 佐竹・大井・北村・亘理・富成編 日本の野生植物 I 平凡社 85-126.
- 長田武正 1989. 日本イネ科植物図譜 平凡社 566-577.
- Pancho J.V. and Soerjani M. 1973. Aquatic weeds of Southeast Asia. SEAMO & BIOTROP. pp. 130.
- Pearsall, D. M. 1989. Paleoethnobotany: A Handbook of Procedures. 470pp, Academic Press, New York.
- Rosas H.L., Moreno-Casasola P. and Mendelsohn I.A. 2006. Effects of experimental disturbances on a tropical freshwater marsh invaded by the African grass *Echinochloa pyramidalis*. Wetlands 26: 593-604.
- Ruiz-Santaella J.P., Bastida F., Franco A.R., and De Prado R. 2006. Morphological and molecular characterization of different *Echinochloa* spp. and *Oryza sativa* populations. J. Agric. Food Chem. 54: 1166-1172.
- 阪本寧男 1994. 雑穀とは 種生物学研究 18:1-4.
- 阪本寧男 1993. 雑穀とモチの民族植物学 佐々木高明・森島啓子編 日本文化の起源: 民族学と遺伝学の対話 199-227.
- 佐々木高明 1972. 日本の焼畑—その地域的比較研究— 古今書院
- 佐々木利和 2001. アイヌ文化誌ノート 吉川弘文館
- 佐藤洋一郎 1996. DNA が語る稲作文明: 起源と展開 (NHKブックス; 773) 日本放送出版協会 東京 227p
- 佐藤洋一郎・椿坂恭代・吉崎昌一・奥田潤 2000. 防府市周防国分寺の薬師如来像の薬壺に内蔵されていた雑穀種子の分析 薬史学雑誌 35:128-134.
- Saw Ler Wah 1996. Some major weeds of Myanmar. Ministry of Agriculture and Myanmar Agriculture Service. 222 pp with index.
- 瀬川拓郎 2005. アイヌエコシステムの考古学 北海道出版企画センター
- 芝山秀次郎・森田弘彦 1994. 雑草の博物誌—水田雑草編— 全国農業改良普及協会 1-2.
- 周 達生 1989. 中国の食文化 創元社
- Siebert P.D., Chenchik A., Kellogg D.E., Lukyanov K.A. and Lukyanov S.A. 1995. An improved PCR method for walking in uncloned genetic DNA. Nucleic Acids Res. 23: 1087-1088.
- Soerjani M., Kostermans A.J.G.H. and Tjitrosopomo G. 1987. Weeds of rice in Indonesia, Balai Pustaka, Jakarta. pp. 716.
- 萱野茂 2002. 萱野茂のアイヌ語辞典 三省堂
- 諏訪哲郎 1988. 西南中国納西族の農耕民性と牧畜民性 学習院大学
- 田端宏 2000. アイヌ民族の歴史と文化 山川出版社
- 橋 礼吉 1995. 白山麓の焼畑農耕 その民俗学的生態誌 白水社
- タクサミ・コーサレフ 1998. アイヌ民族の歴史と文化 北方少数民族学者の視座より 中川裕(監) 熊野谷葉子(訳) 明石書店 284pp
- 種坂英次 1986. ヒエ属多年生種, *Echinochloa stagnina* (Rets.) Beauv. と *E. picta* (Koen.) Michael. の浮性 雑草研究 31: 136-142.
- Tanesaka E. 1991. Polyploidy in *Echinochloa picta* (Koen.) Michael. Weed Research, Japan 36: 183-186.
- 椿坂恭代 1989. サクシュコトニ川遺跡出土植物遺存体の再検討「北大構内の遺跡」7, 北海道大学
- 椿坂恭代 1991. ハマナス野遺跡から出土したヒエ属種子「後駒B遺跡・ハマナス野遺跡」226-228 南茅部町埋蔵文化財調査団
- 椿坂恭代 1992. フローテーション法の実際と装置「考古学ジャーナル」NO.355 ニュー・サイエンス社
- 椿坂恭代 1993. アワ・ヒエ・キビの同定. 吉崎昌一先生還暦記念集「先史学と関連科学」261-281.
- 椿坂恭代 1998. オオムギについて「時の絆」石附喜三男先生を偲ぶ刊行委員会編
- 宇田川洋 2000. アイヌ考古学 北海道出版企画セ

ンター

宇田川洋 2001. アイス考古学研究・序論 北海道出版企画センター

Vickery J.W. 1975. Gramineae. In, Flora of New South Wales, Tindale M.D. ed. New South Wales Dept. Agric. Publ. 19, 125-306.

藪野友三郎 1950. イネの雑草としてのノビエの型について 農業及び園芸 35:83-84.

Yabuno T. 1953. Morphological and cytological studies in the genus *Echinochloa*. Seiken Ziho 6: 66-71.

Yabuno T. 1961. *Oryza sativa* and *Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola*. Seiken Ziho 12: 29-34.

Yabuno T. 1962. Cytotaxonomic studies on the two cultivated species and the wild relatives in the genus *Echinochloa*. Cytologia 27: 296-305.

Yabuno T. 1966. Biosystematic study of the genus *Echinochloa*. Jap. J. Bot. 19: 277-323.

Yabuno T. 1968. Biosystematic studies of *Echinochloa stagnina* (Retz.) P. Beauv. and *E. pyramidalis* (Lamk.) Hitch. et Chase. Cytologia 33: 508-519.

Yabuno T. 1970a. Biosystematic studies of *Echinochloa stagnina* (Retz.) P. Beauv., cytological relationship between the 12- and 14-ploid strains. Genetica 41: 311-315.

Yabuno T. 1970b. Partial self-incompatibility in *Echinochloa pyramidalis* (Lamk.) Hitch. et Chase. Japan. J. Genetics 45(3): 189-192.

Yabuno T. 1971. A note on barnyard millet. SABRAO Newsletter 3: 43-45.

Yabuno T. 1973. Cytological relationships between some *Echinochloa* species and Kenyan *E. haploclada* (Stapf) and Stapf. Cytologia 38: 131-135.

藪野友三郎 1975. ヒエ属植物の分類と地理的分布 雑草研究 20, 97-104.

Yabuno T. 1976. Cytological relationships between the Kenyan diploid strain of *Echinochloa pyramidalis* (Lamk.) Hitch. et Chase (n=9) and *E. oryzicola* Vasing. (n=18). Cytologia 41:484-493.

藪野友三郎 1981. ヒエ属植物の分類と地理的分布 種生物学研究 5, 86-97.

Yabuno T. 1983. Biology of *Echinochloa* species. Proceeding of the Conference on Weed Control in Rice, 307-318. IRR/IWSS.

Yabuno T. 1984. A biosystematic study on *Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch. Cytologia 49: 673-678.

Yabuno T. 1987. Japanese barnyard millet (*Echinochloa utilis*, Poaceae) in Japan. Econ. Bot. 41: 484-493.

Yabuno T. 1988. Cytological relationship between *Echinochloa obtusiflora* Stapf and Kenyan diploid strain of *E. pyramidalis* (Lamk.) Hitch. et Chase. Cytologia 53: 93-96.

藪野友三郎 1996. ヒエ属植物の分類と系譜 藪野・山口編 ヒエの博物学 ダウケミカル・ダウエランコ日本 16-28.

藪野友三郎 2001. ヒエ属植物の分類と系譜 藪野・山口編ヒエという植物 全国農村教育協会15-30.

藪野友三郎・山口裕文(編著) 1996. ヒエの博物学 ダウケミカル・ダウエランコ日本

藪野友三郎・山口裕文(編著) 2001. ヒエという植物 全国農村教育協会

山田悟郎 1986. 北海道における先史時代の植物性食料について 北海道考古学 22:87-106.

山田悟郎 1996. オホーツク文化期に利用された植物 北海道開拓記念館研究紀要 24:49-66.

山田悟郎 1999. 中世および近世アイヌ文化期遺跡から出土した作物 北海道開拓記念館研究紀要 27:9-18.

山田悟郎 2005. 日本列島で展開された雑穀農耕の実態 平成8・9年度科学研究費補助金基盤研究(C)(2) 研究成果報告書 1-22.

山田悟郎・椿坂恭代 1995. 大陸から伝播してきた栽培植物「北の歴史・文化交流研究事業」研究報告 107-134.

山口裕文・大江真道 2001. ヒエ属植物の基本形態と学名 藪野・山口編 ヒエという植物 全国農村教育協会 31-46

山口裕文・河瀬真琴(編著) 雑穀の自然史 2003. 北海道大学図書刊行会.

Yamaguchi H., Kawata K., Nakayama Y. and Umemoto S. 2003. Establishment of standard experimental strain tagging by microsatellites in weedy *Echinochloa*. Proc. 19th APWSS Conf. I:221-226. Manila

山口裕文・梅本信也 2003. 東アジアの栽培ヒエとひえ酒への利用 山口裕文・河瀬真琴(編著) 雑穀の自然史 北海道大学図書刊行会 101-113.

山口裕文・梅本信也・正永能久 1996. 中国雲貴高原のヒエ類とくに非脱粒性タイヌビエの存在 雑草研究 41:111-115.

山口裕文・王旻・梅本信也 2001. 中国の稲作と雑

草ヒエ 藪野・山口編 ヒエという植物 全国農村教育協会 102-112.

Yamaguchi H., Utano A., Yasuda K., Yano A. and Soejima A. 2005. A molecular phylogeny of wild and cultivated *Echinochloa* in East Asia inferred from non-coding region sequences of *trnT-L-F*. Weed Biology and Management 5(4): 210-218.

山本紀夫・吉田集而 1995. 酒づくりの民族誌 八坂書房

Yano A., Yasuda K. and Yamaguchi H. 2004. A test for molecular identification of Japanese archaeological beans and phylogenetic relationship of wild and cultivated species of subgenus *Ceratotropis* (genus *Vigna*, Papilionaceae) using sequence variation in two non-coding regions of the *trnL* and *trnF* genes. Econ. Bot. 58 (suppl.) 135-146.

Yasuda K., Yano A., Nakayama Y. and Yamaguchi H. 2002. Molecular identification of *Echinochloa oryzicola* Vasing. and *E. crus-galli* (L.) Beauv. using a polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism technique. Weed Biology and Management 2: 11-17.

米谷登志子・宮宏明 2000. 大川遺跡検出の植物遺体について. 大川遺跡における考古学的調査 I 381-398. 北海道余市町教育委員会

吉田集而 1993. 東方アジアの酒の起源 ドメス出版

吉崎昌一 1989a. K441遺跡北33条地点出土の植物種子「K441遺跡北33条地点, N12遺跡」52-57, 図版14-231 札幌市文化財調査報告書XXV I 札幌市教育委員会

吉崎昌一 1989b. K441遺跡北34条地点出土の植物種子「K441遺跡北34条地点」札幌市教育委員会

吉崎昌一 1991. フゴッペ貝塚から出土した植物遺体とヒエ属種子についての諸問題「フゴッペ貝塚」535-547 北理調報第72集 財団法人北海道埋蔵文化財センター

吉崎昌一 1992a. 八木B遺跡から検出された縄文時代の植物種子遺体「八木遺跡」143-147 南茅部町埋蔵文化財調査団

吉崎昌一 1992b. 考古学ジャーナル 355

吉崎昌一 1992c. 切田前谷地(2)遺跡出土の植物遺体の分析「切田前谷地(2)遺跡」91-96, 110-113 十和田市埋蔵文化財調査報告書第7集 青森県十和田市教育委員会

吉崎昌一 1993. 中野遺跡におけるヒエ属種子の検出「中野B遺跡(Ⅲ)」615-621 北理調報第120集 財団法人北海道埋蔵文化財センター

吉崎昌一 1995. 日本における栽培植物の出現 李刊考古学 50:18-24.

吉崎昌一 1997. 中野B遺跡におけるヒエ属種子の検出「函館市中野B遺跡(Ⅲ)」平成7年度(財)北海道埋蔵文化財センター

吉崎昌一・椿坂恭代 1988年度~1991年調査 ユカンボシC遺跡群の植物種子類 未報告

吉崎昌一・椿坂恭代 1989. K441遺跡北34条地点出土の植物種子「K441遺跡北34条地点」70-78, 図版39-41 札幌市文化財調査報告書XXV II 札幌市教育委員会

吉崎昌一・椿坂恭代 1990a. 青森県内蛭沢蝦夷館出土の炭化植物遺体「内蛭沢蝦夷館」73-78, 101-103 東北町埋蔵文化財調査報告書第2集 東北町教育委員会

吉崎昌一・椿坂恭代 1990b. サクシュコトニ川遺跡に見られる食糧獲得戦略「北大構内の遺跡」8, 23-35 北海道大学

吉崎昌一・椿坂恭代 1992. 青森県富ノ沢(2)遺跡出土の縄文時代中期の炭化植物種子「富ノ沢(2)遺跡VI」1097-1110 青森県埋蔵文化財調査報告書第147集 青森県教育委員会

吉崎昌一・椿坂恭代 1993a. 札幌市K435遺跡の植物遺体「K435遺跡」313-339, 図版225-231 札幌市文化財調査報告書XLII 札幌市教育委員会

吉崎昌一・椿坂恭代 1993b. 北海道中野B遺跡から検出された縄文時代早期の植物種子「中野B遺跡」304-305, 307-313 北理調報97 財団法人北海道埋蔵文化財センター

吉崎昌一・椿坂恭代 1993c. 北海道亀田郡鳴川右岸遺跡で検出された植物種子「中野B遺跡」205-210 北理調報87 財団法人北海道埋蔵文化財センター

吉崎昌一・椿坂恭代 1993d. キウス4遺跡から出土した炭化植物種子について「千歳市キウス4遺跡(2)」357-367 北理調報第124集 財団法人北海道埋蔵文化財センター

吉崎昌一・椿坂恭代 1994. 青森県山元(3)遺跡出土の炭化植物種子「山元(3)遺跡」318-326 青森県埋蔵文化財調査報告書第159集 青森県教育委員会

吉崎昌一・椿坂恭代 1995a. 往来ノ上(1)遺跡出土の植物遺体「往来ノ上遺跡」109-117 東北町埋蔵文化財調査報告書第6集 青森県東北町教育委員会

吉崎昌一・椿坂恭代 1995b. H317遺跡から検出された植物種子「H317遺跡」238-251, 図版92-97 札幌市文化財調査報告書46 札幌市教育委員会

- 吉崎昌一・椿坂恭代 1995c. 函館市石倉貝塚から得られた縄文時代の植物種子「石倉貝塚」219-224 北理調報97 財団法人 北海道埋蔵文化財センター
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1995d: 美々 8 遺跡低湿地部から出土した栽培種子について「美沢川流域の遺跡群 X X」美々 8 遺跡低湿地部 646-656, 675-676 北理調報第114集 財団法人北海道埋蔵文化財センター
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1996. 末広遺跡出土の植物種子「末広遺跡における考古学的調査Ⅳ」135-139, PL42-46 千歳市文化財調査報告書 X X I 千歳市教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1997a. 茂別遺跡から出土した炭化種子「茂別遺跡」第 2 分冊84-99 北理調報第121集 財団法人北海道埋蔵文化財センター
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1997b. K39遺跡大木地点出土炭化植物遺体「K39遺跡大木地点」106-113, 240-243 札幌市文化財調査報告書54 札幌市教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1997c. K39遺跡長谷工地点から検出された植物種子「K39遺跡長谷工地点」151-155, 255-256 札幌市文化財調査報告書55 札幌市教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1997d. 大船C遺跡から出土した炭化種子「大船C遺跡」平成 8 年度発掘調査報告書 南茅部町教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1998a. 青苗B遺跡から出土した炭化種子について「青苗B遺跡」132-135 奥尻町教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1998b. 青森県高屋敷館遺跡出土の平安時代の植物種子「高屋敷館遺跡」370-384, 図 1 - 4 青森県埋蔵文化財調査報告書第243集 青森県教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 1999. K502遺跡から出土した炭化植物遺体について「K499遺跡・K500遺跡・K501遺跡・K502遺跡・K503遺跡」第 3 分冊 札幌市文化財調査報告書61 札幌市教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2000a. キウス 4 遺跡R地区から出土した炭化植物種子について「千歳市キウス 4 遺跡 (6)」342-348 北理調報第148集 財団法人 北海道埋蔵文化財センター
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2000b. 青森県野木遺跡出土平安時代の炭化物種子「野木遺跡Ⅲ」65-72 青森県埋蔵文化財調査報告書第281集 青森県教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2000c. 有戸鳥井平 (4) 遺跡から出土した炭化種子「有戸鳥井平 (4) 遺跡」116-124 野辺地町文化財調査報告書第 7 集 青森県野辺地町教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2001. K39遺跡第 6 次調査で出土した炭化種子「K39遺跡」第 6 次調査 9-37, 158-167 札幌市文化財調査報告書65 札幌市教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2002. 北海道オサツ 2 遺跡・ユカンボシC2遺跡の擦文文化期と近世の炭化種子「ユカンボシC2遺跡・オサツ 2 遺跡における考古学的調査」163-205, 432-442 千歳市文化財調査報告書 X VII
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2004a. 北海道堀株 1 遺跡から出土した炭化植物種子について「堀株 1 遺跡」231-237 北海道泊村教育委員会
- 吉崎昌一・椿坂恭代 2004b. 北海道勇払郡厚幌 1 遺跡の植物種子「厚幌 1 遺跡」厚真町教育委員会
- 尹 端石 1995. 韓国の食文化 ドメス出版

終わりに

アズキ類における考古民族植物学と違って、ヒエでは DNA の抽出から遺伝マーカーの使用まで非常に困難を伴った。イネ科植物が穎果というデンプン質に富む種子をもつこととヒエ属植物が倍数性であることに困難の原因がある。幸い穎のかげらのついた炭化種子から DNA を得ることができたが、現世のヒエ属植物の遺伝学と系統学的な基礎データがなければ解釈などに困難を伴ったであろう。先学の丹念な実証的な研究とその記録があってこそ分析と位置づけが可能であった。ヒエの系統学の基礎をつくられた藪野友三郎先生と微小種子の考古学を推進された故吉崎昌一先生に心から感謝の意を表します。また、北海道埋蔵文化財センター、余市町教育委員会、青森県埋蔵文化財調査センターには貴重な試料を提供頂き、アイヌ文化振興・研究推進機構には研究助成にご配慮頂きました。併せて感謝いたします。

研究代表者 山口裕文 (大阪府立大学生命環境科学研究科)

研究分担者 椿坂恭代 (札幌国際大学)

福永健二 (総合地球環境学研究所)

今井理恵 (大阪府立大学農学部)

赤坂真由美 (大阪府立大学生命環境科学研究科)

正誤表

頁/段	行	誤	正
P1 左	13	盛り土や遺構から	盛土遺構から
P1 左	21	genus	genus
P3 右	48	異なりって	異なって
P7 左	46	E. turneriana	E. turneriana
P8 右	1	アワ属	キビ属
P14 左	1	穎果の	ヒエ類の穎果の
P14 左	11	胚-穎果長	胚・穎果長
P14 右	8	~1.6球形	~1.6, 球形
P14 右	11	1.0以下、約0.1程度	サイズは1.0以下、球形指数は約0.1程度
P14 右	33	キウス遺跡からは	キウス4遺跡からは
P14 右	41	サクシュコトニ遺跡	サクシュコトニ川遺跡
P14 右	42	K431	K435
P14 右	42	441	K441遺跡北33条地点, K441遺跡北34条地点
P22 図23		17) K39遺跡	17) K39遺跡第6次調査
P23 図24		27) 富の沢遺跡	27) 富ノ沢 (2) 遺跡IV
P24 左	4	札幌市K39遺跡	札幌市K39遺跡大木地点
P24 左	8	ユカンボシ	ユカンボシC2遺跡, ユカンボシC15遺跡
P24 左	9	オサツ遺跡	オサツ2遺跡
P24 左	14	富の沢遺跡	富ノ沢 (2) 遺跡IV
P24 右	5	丸み	丸みを
P24 右	23	0.9で、胴の丸みは0.5前後とやや細身である。	1.0で、胴の丸みの細いものが多い。
P25 右	5	周辺からの	周辺の変化の
P28 図25		系統	NJ系統樹
P29 図26		系統	NJ系統樹
P29 左	4	(表2) (吉崎2003),	である(表2) (吉崎2003)。
P30 表6		富ノ沢 (2) 遺跡	富ノ沢 (2) 遺跡IV
P32 左	25	オルイカ遺跡	オルイカ2遺跡 (2)
P32 左	26	(図22)	(図34)
P33 図27		青森県富の沢 (2) 遺跡	青森県富ノ沢 (2) 遺跡IV
P34 図30		青森県高屋敷遺跡	青森県高屋敷館遺跡
P35 図31		青森県高屋敷遺跡	青森県高屋敷館遺跡
P36 図33		北海道平取町ピバウシ遺跡	北海道平取町ピバウシ遺跡
P36 図34		オルイカ遺跡	オルイカ2遺跡 (2)
P37 図35		オルイカ遺跡	オルイカ2遺跡 (2)
P38 左	42	続縄文紀から	続縄文期から
P40 右	14	オルイカ遺跡	オルイカ2遺跡 (2)

追加文献

吉崎昌一・橋坂恭代 2005 オルイカ2遺跡から出土した炭化植物種子「オルイカ2遺跡 (2)」財団法人 北海道埋蔵文化財センター