

ヒトは何を食べてヒトになったか (3)

－ 米 －



イネの起源

イネ属の祖先種の出現 = 約6500万年前

新生代初期(恐竜絶滅直後)

多くの動植物が絶滅し、残された生物種から爆発的な進化が始まった時期

イネ属(Oryza属)の出現

800~1400万年前

1300万年前頃より各地で類人猿の化石が発見される

この頃、ヒト亜科とオランウータン亜科が分岐

イネ属の起源地はオーストラリア~パプアニューギニア一帯とする研究者が多い。

当時は熱帯雨林の下草の地位に甘んじていたと考えられる。

イネ属の出現と発展

イネの祖先は熱帯雨林の下草

熱帯雨林の林床環境

高温多湿

年間の環境変化が少ない(温度、水分環境)

日照に乏しい

競合する植物は少ない

環境に適応した特性

植物体は小型

受光態勢、弱い光でも光合成を行える特性

多年生、栄養繁殖＋種子繁殖 (栄養繁殖を主体とする)

今もこのような環境に生育するイネ属植物

O.lidleyi *O.meyeliana* (*granulata*) *O.minuta*他

Oryza ridleyi



Oryza ridleyi は上の画像のような林地の下草として生えている。
イネ属の祖先種も同様な生態・形態であったと考えられる。

林縁や明るい木陰(疎林)への進出

そのきっかけは

生育環境の乾燥化(降雨量の減少)～森林の縮小、疎林化

その環境(林床と比べて)

明るい(日照強度)～効率の良い光合成が行える
環境変化が林床よりも大(特に乾・湿の差が大きい)
多くの強い競争相手に勝たなければならない
時に林地が拡大してくると林内に取り込まれてしまう

新たな環境に進出したイネ属

植物体は大型化

種子繁殖のウェイトが高くなる ～ 一年生化

今もこのような環境に生育するイネ属植物

O. officinalis

Oryza officinalis



*Oryza officinalis*は上の画像のような林縁や疎林地に生えている。
(撮影地: 中・パプアニューギニア、右・ミャンマー)
草型も *Oryza ridleyi* に比べて立型となっている。

水辺や低湿地への進出

水辺や低湿地の環境

水分は十分すぎる程あるが、湿害の危険性もある
雨期・乾期による乾湿の変化、洪水の危険性
競合する他の植物は少ない

水辺や低湿地に進出したイネ属

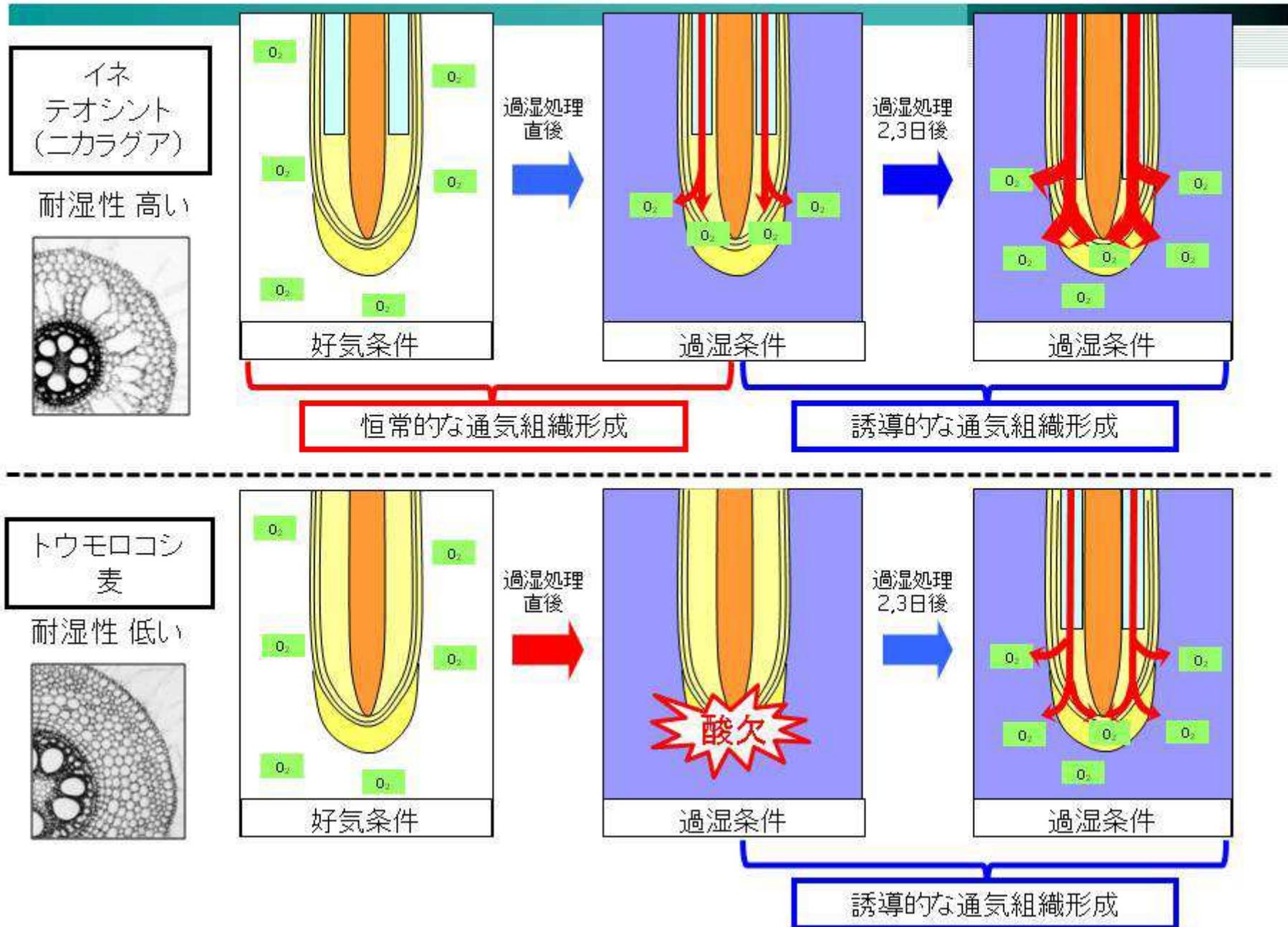
茎から根に至る「通気組織」が発達
洪水時にも水没しない～草丈を伸ばす
その典型的なものが「浮きイネ」

栽培イネの先祖

O. rufipogon *O. nivara* → アジアイネ (*O. sativa*)

O. balthii → アフリカイネ (*O. glaberrima*)

イネ科植物の通気組織の形成パターン



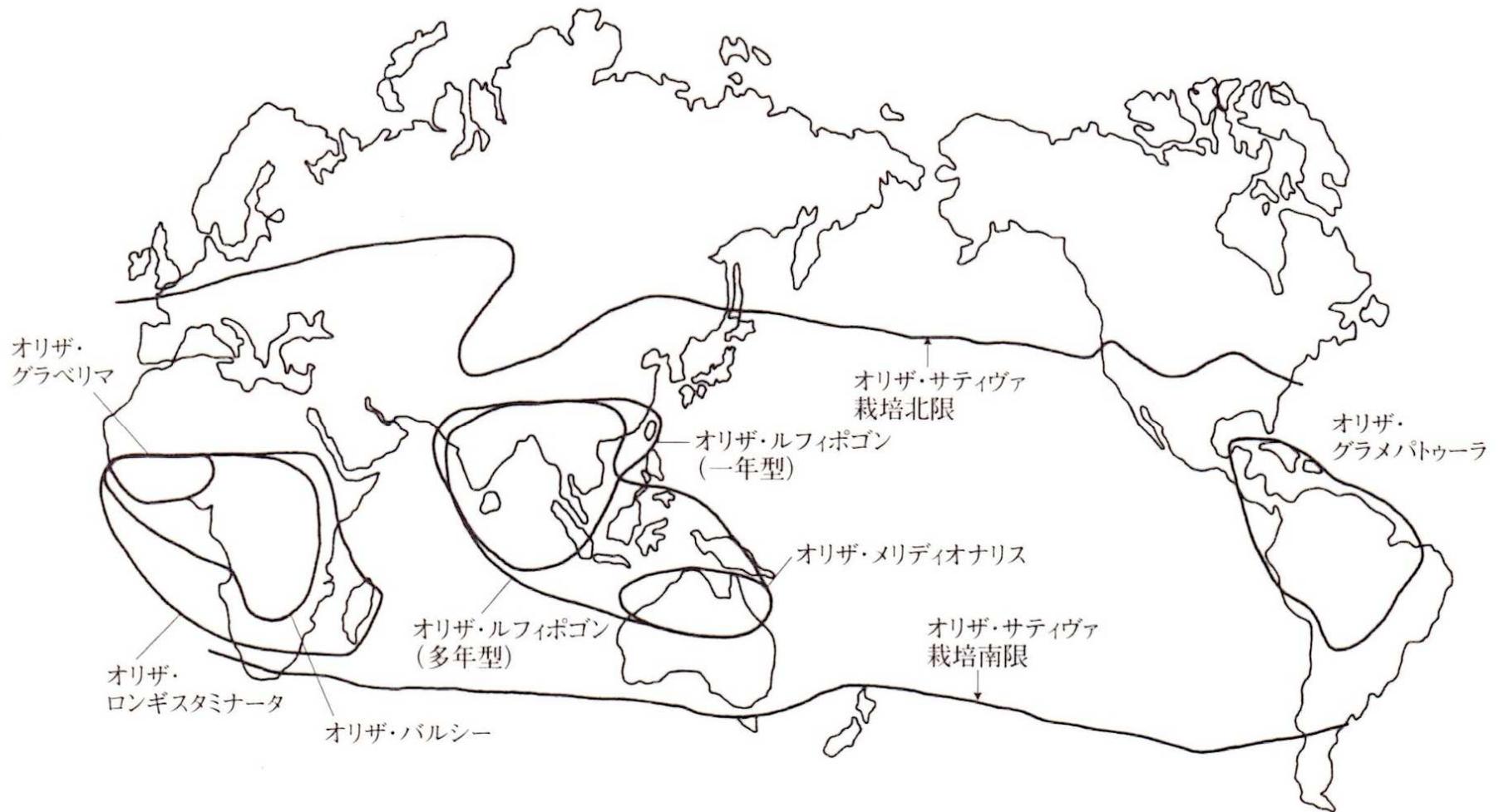
イネ属の分類 (森島 2001)

Section Complex Species	染色体数 (2n)	寿命	ゲノム	地理的分布
<i>Oryza</i>				
<i>Oryza sativa</i> complex	24	A/P	AA	
<i>O. sativa</i>	24	A-P	AA	世界中
<i>O. rufipogon</i>	24	A	AA	アジア、オセアニア
<i>O. glaberrima</i>	24	A	AA	アフリカ
<i>O. barthii</i>	24	P	AA	アフリカ
<i>O. longistaminata</i>	24	A	AA	アフリカ
<i>O. meridionalis</i>	24	A-P	AA	オーストラリア
<i>O. officinalis</i> complex				
<i>O. officinalis</i>	24	P	CC	アジア
<i>O. minuta</i>	48	P	BBCC	フィリピン
<i>O. rhizaniatis</i>	24	P	CC	スリランカ
<i>O. eichingeri</i>	24	P	CC	アフリカ、スリランカ
<i>O. punctata</i>	24	P	BB	アフリカ
”	48	P	BBCC	アフリカ
<i>O. latifolia</i>	48	P	CCDD	アメリカ
<i>O. alta</i>	48	P	CCDD	アメリカ
<i>O. grandiglumis</i>	48	P	CCDD	アメリカ
<i>O. australiensis</i>	24	A/P	EE	オーストラリア

Section Complex Species	染色体数 (2n)	寿命	ゲノム	地理的分布
<i>Ridleyinae</i>				
<i>O. brachyantha</i>	24	A/P	FF	アフリカ
<i>O. schlechteri</i>	48	P	—	ニューギニア
<i>O. ridleyi complex</i>				
<i>O. ridleyi</i>	48	P	HHJJ	アジア
<i>O. longiglumis</i>	48	P	HHJJ	ニューギニア
<i>Granulata</i>				
<i>O. granulata complex</i>				
<i>O. granulata</i>	24	P	GG	アジア
<i>O. meyeriana</i>	24	P	GG	アジア

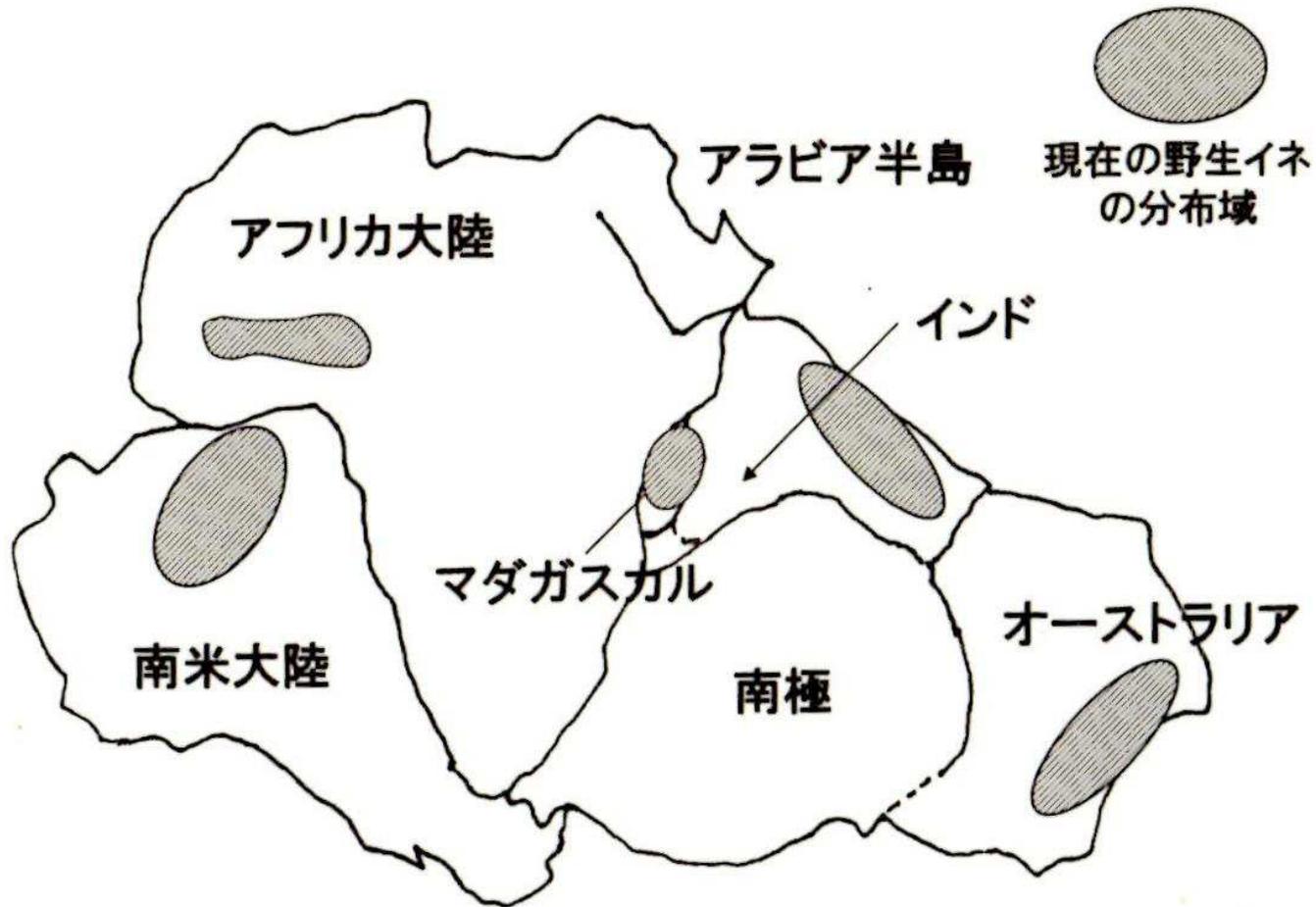
* A:一年生 P:多年生 A/P:弱多年生 A-P:一年生と多年生に分化

イネ属の分布



イネ属の分布 (森島 2001)

イネの祖先はゴンドワナ大陸で生まれた？



ゴンドワナ大陸とイネの起源地

ゴンドワナ大陸の分裂(コンピュータによるシミュレーション)

(独立行政法人海洋研究開発機構)

(a) 2億年前



(c) 1億年前



(b) 1.5億年前



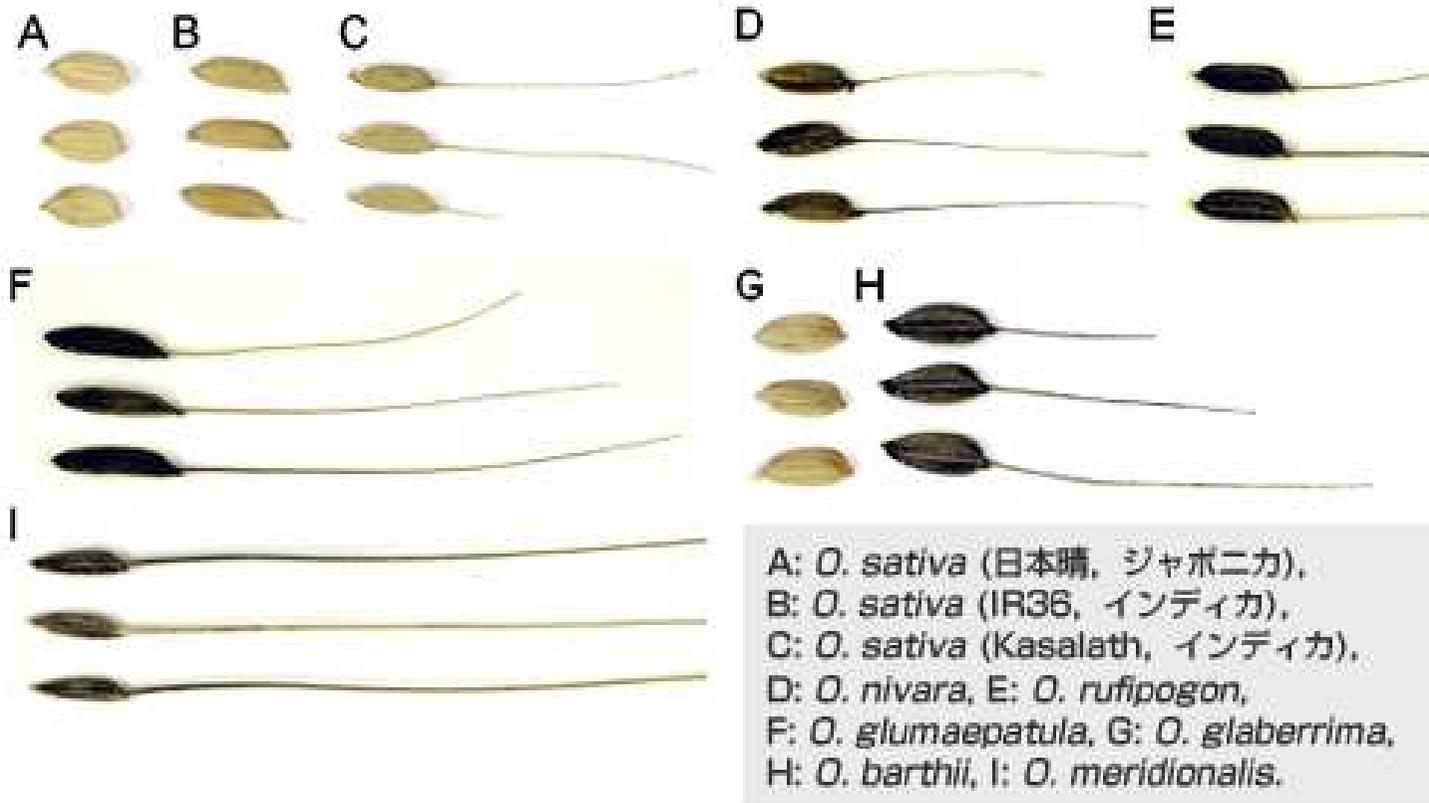
イネの祖先種が成立していたとみられる約6500万年前には既に各大陸は分裂していた



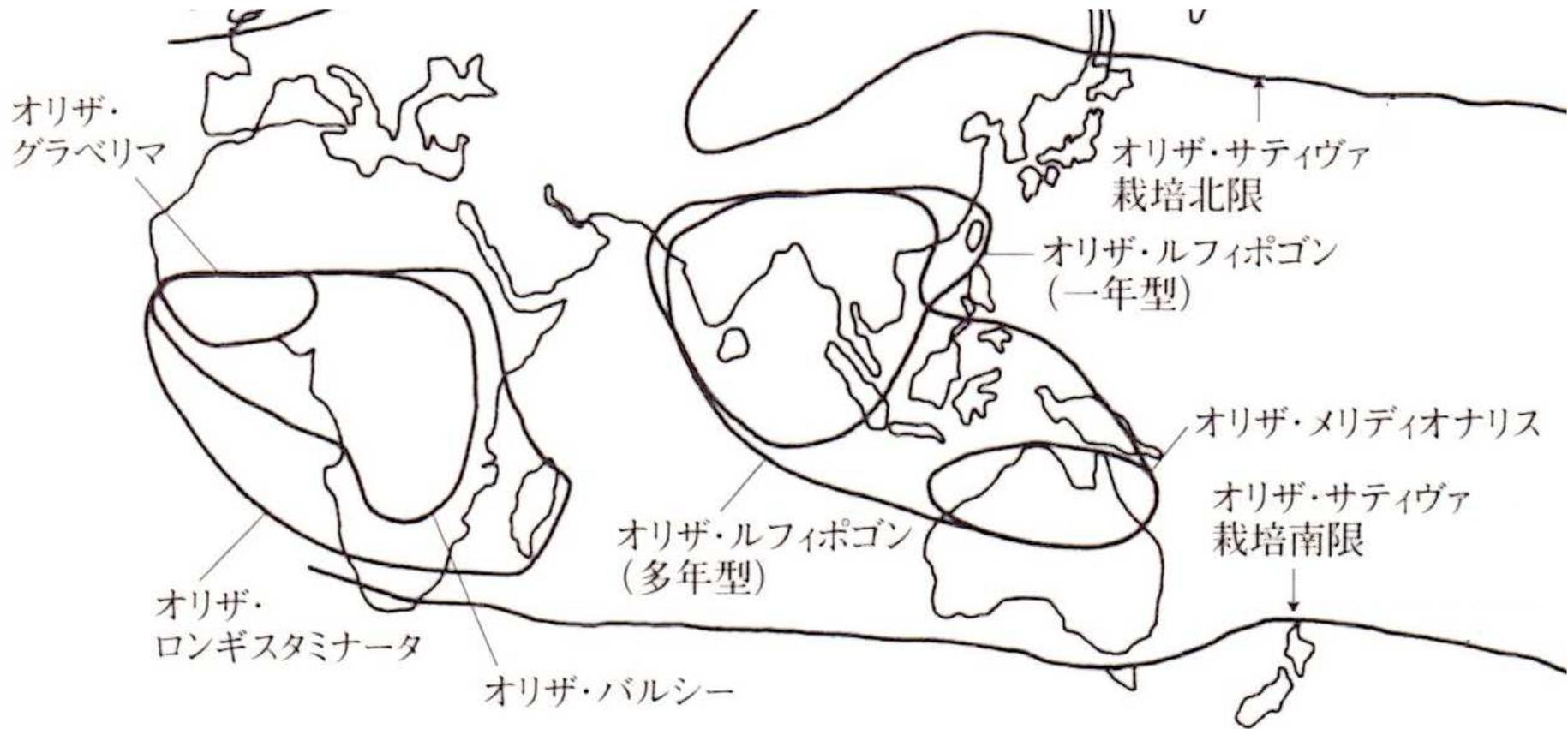
ゴンドワナ大陸とイネの起源地

イネの祖先が各地へ拡散したのは鳥による移動と考えるのが最も適切であると考えられる。

芒(ノゲ)→鳥の羽毛に付着して移動した



栽培イネの起源(もととなった野生種)



アジアイネ (*O. sativa*) は *O. rufipogon* (及び *O. nivara*) が、
アフリカイネ (*O. glaberrima*) は *O. barthii* が母体となって
人間によって作成されたと考えられている。

栽培イネはどのようにして成立したか

アジアイネの栽培化は長江中下流域

河姆渡(かぼと)遺跡(BC6000年～BC5000年頃)より稲作の痕跡が発見された(7～8000年前)。

その後、彭頭山遺跡よりBC6500年頃(約8500年前)とされるもみ殻等が発見された。

最新の調査では湖南省玉蟾岩遺跡で12000年前頃にイネの痕跡(米粒)が発見されている(栽培イネかどうかは?)。

なぜ中国南部でイネが栽培されたか

温暖化により、本来熱帯性植物だったイネの先祖(*O.rufipogon*等)の分布域が長江下流域まで北上した。

寒冷地を好む大型獣類が減少し、狩りにより得られる食糧資源が得にくくなった。

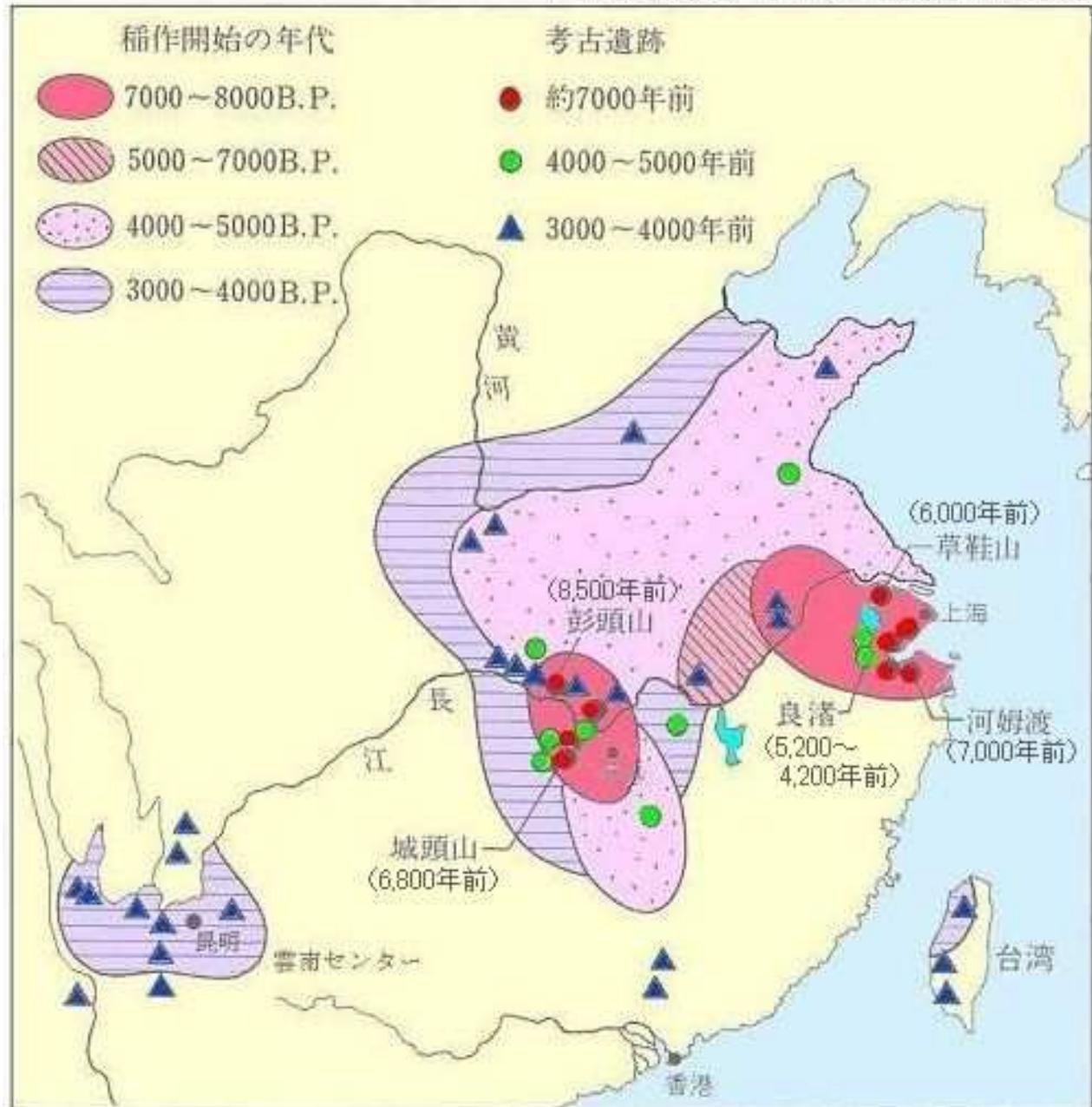
栽培化の経緯

野生イネの採取 → 保護・選抜 → 栽培

稲作(アジアイネ)の起源は中国、長江流域、湖南省あたりとされる。

中国の考古学データに基づく稲作の起源

(王在徳、渡辺武、中村儀一、嚴文明などによる)



佐藤洋一郎「DNAが語る稲作文明」より引用

栽培化によるイネの特性の変化

一年生植物に変化

元々は多年生であった*O.rufipogon*が一年生となる。

米(=イネの種子)の生産効率が高まる

しかし、現在の稲も完全には一年生化していない

→ ひこばえ

脱粒性がなくなる

収穫時のロスが少なくなる。

気候に対する適応性の変化

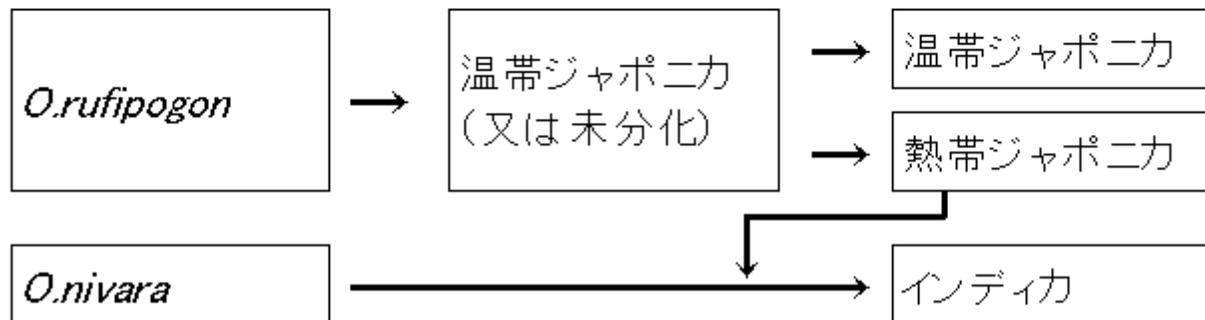
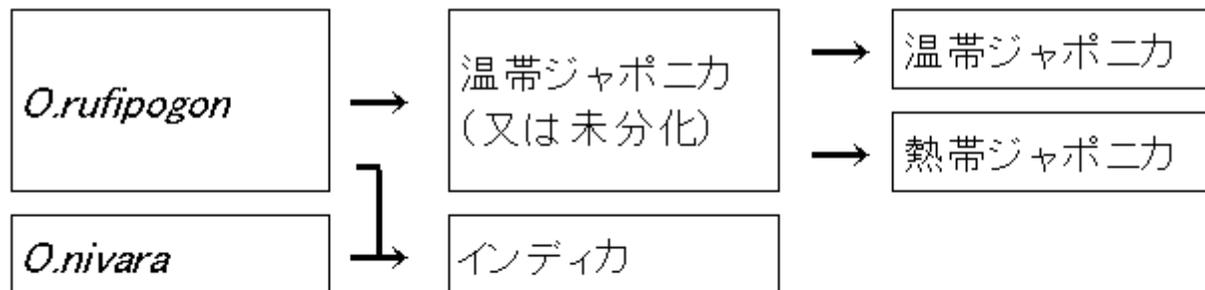
寒冷条件への適応

高緯度～夏の日長変化(元々の熱帯より長日)への適応

形質	野生型	栽培型
脱粒性	成熟期に完全に脱粒	脱粒しない／しにくい
種子の休眠性	強い休眠性	あまり休眠しない
種子の大きさ	小さく細い	多様(大型化)
果皮(糠)の色	赤(赤米)がほとんど	黄～薄茶色が多い
もみ殻の色	黒	薄茶色 (時に黒、紫、縞入りなど)
芒(のげ)	有	無いのが多い
枝梗(穂の枝分かれ)	ない又は未発達	発達
アミロース含量	高	高～無(モチ種)
開花期のばらつき (個体内)	ばらつく	相対的に揃う
個体間のばらつき	大	小

インディカとジャポニカ

ジャポニカは*O.rufipogon* より、インディカは*O.rufipogon*又は既に成立していたジャポニカと*O.nivara*により成立したと考えられている。

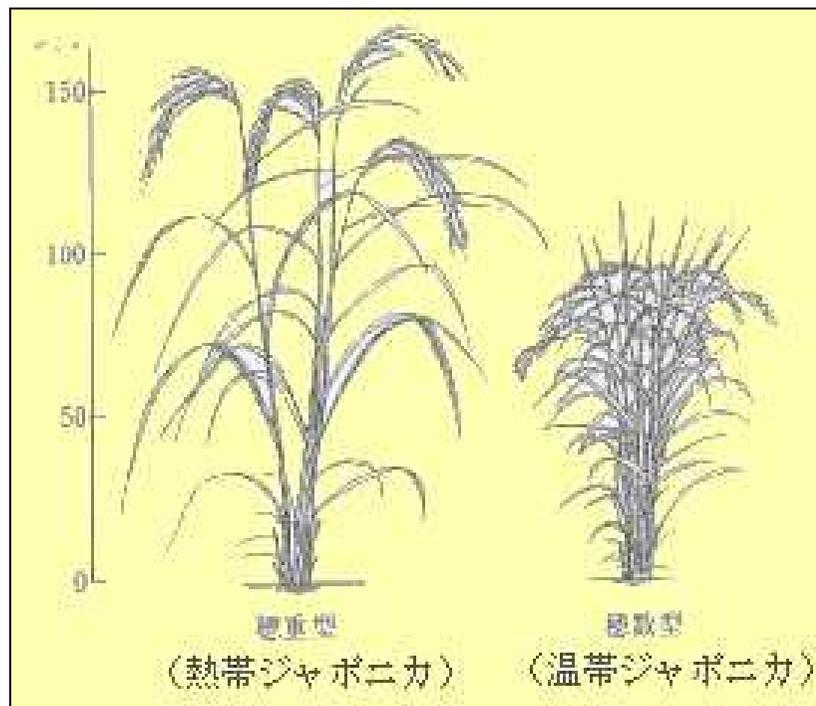


ジャポニカ(温帯ジャポニカ)

- 東アジア(日本、朝鮮半島、中国北部(一部))
- 粳の形状は丸みを帯びる
(米国で栽培されている中粒種はやや細長い)
- うるち米(粳)、もち米がある。
- うるち米を炊飯した「ご飯」は粘りけがある。

インディカ

- 東南アジア、インド、中国(南部)、欧米等
- 粳の形状は細長いものが多いが、中にはジャポニカと同様な形状のものもある。
- 多くはジャポニカに比べて粘りけに乏しいが、一方でインディカの中にももち米がある(ラオス等で食される)。



温帯ジャポニカと熱帯ジャポニカ

	温帯ジャポニカ	熱帯ジャポニカ
草丈	低い	高い
穂・葉の長さ	短い	長い
株あたりの穂数	多	少
成長のスピード	遅い	早い
穂の形	丸い	長く大きい
中茎の長さ	短い	長い
栽培地	水田稲作しか適応しない	たいがいの場所に適応

(佐藤洋一郎「DNAが語る稲作文明」から改変)

縄文稲作

縄文時代の日本の食

- 木の実: ドングリ、クリ、クルミ、トチの実
- 穀類: アワやヒエ、陸稲～焼き畑(初歩的な農業)
- イモ類: サトイモ
- 動物: イノシシ、シカ、ツキノワグマ、サル、キジ、ヤマドリ等(弓矢の発達)

当時、既に世界の他の地では農耕文明があったが、日本ではこの時期農耕は発達しなかった。

- 木の実等の食用資源が多かった。
- 中型動物(イノシシ、シカ等)が多かった。
- 部分的に焼畑耕作

縄文稲作の伝来はいつ？

- 稲作の伝来は、以前は弥生時代(紀元前300年頃～紀元後300年頃)初期に渡来人によりもたらされた...とされてきた。
- 縄文中期にさかのぼる複数の遺跡から稲の痕跡がみつかると
- 岡山県灘崎町にある彦崎貝塚の縄文時代前期(約6000年前)の地層から、イネのプラントオパール(イネ科植物の葉などの細胞成分)が大量に見つかった。

→ 縄文時代の稲作については确实なところでは縄文中期にまでさかのぼると思われる。

(縄文前期にまでさかのぼれるかどうかは今後の遺跡発見とその研究次第と思われる)。

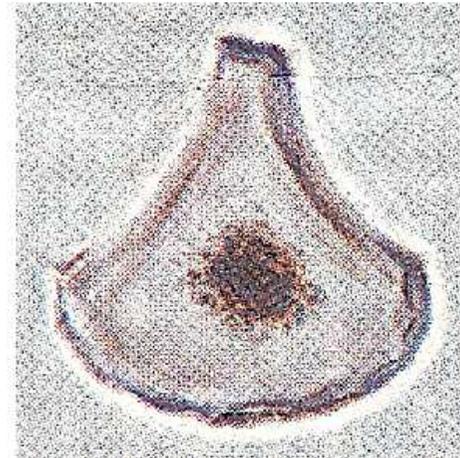
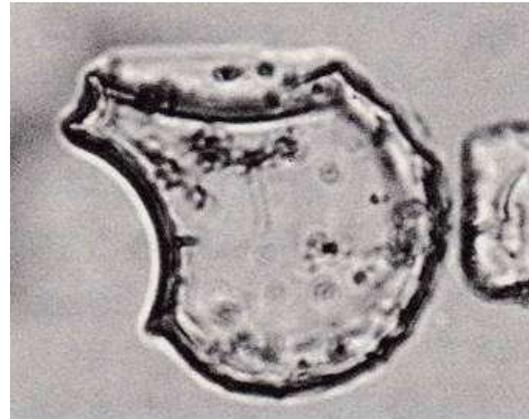
縄文稲作はどこからもたらされた？

- 中国江南地方からの可能性が高い

プラントオパールとは

- 植物細胞内に形成された珪酸質物質。イネ科、カヤツリグサ科、シダ植物、コケ植物で発達する。
- 植物の種類毎に異なった形状をしており、プラントオパールの形状を観察することにより植物の種類を同定できる。

イネにおいてはその種類(ジャポニカ、インディカ)を判別できる。温帯ジャポニカと熱帯ジャポニカは明確には区別しにくい。



縄文稲作の特徴

- 焼き畑栽培

栽培されていた場所(遺跡の場所)

(縄文中期～晩期前半 調査39例のうち)

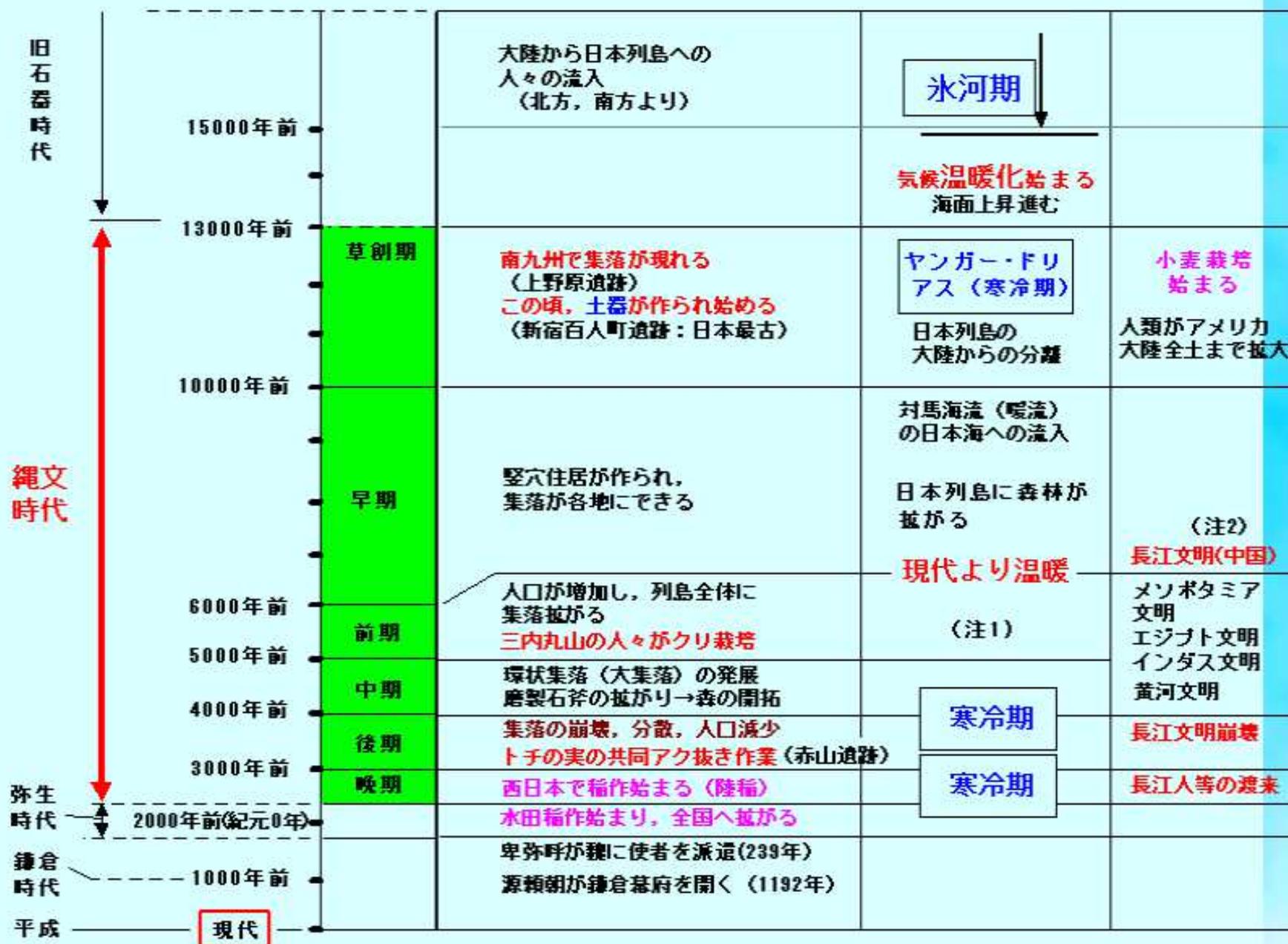
台地及びその縁辺 18例

沖積低地 9例

山地、山麓 4例

- 陸稻(おかぼ)～熱帯ジャポニカ

*****年表. 縄文時代の日本と世界の動き*****



弥生稲作

弥生稲作の伝来はいつ？

- 以前は弥生時代(紀元前300年頃～紀元後300年頃)初期に渡来人によりもたらされた...とされてきた。
 - 弥生式土器の「ふきこぼれ」の炭素分析により、稲作の始まりはこれよりも約500年さかのぼることがわかった。
 - 菜畑(なばたけ)遺跡(縄文晩期)
 - 炭化米や土器に付着したモミの圧痕、水田跡、石包丁、石斧といった農具、用水路、田下駄等
 - 風張遺跡
 - 約2800年前(縄文晩期)と推定される米粒
- 伝来時期は縄文晩期と考えられる

伝来ルート

従来は朝鮮半島経由で弥生人が伝えたと言われてきた
しかし、弥生人は元々北方系であり、稲作民ではない。
考えられる伝来ルートは

朝鮮半島経由

- 中国南部で始められた稲作が北上し、朝鮮半島に達した。これを北方から来た民族が受容し、更にこれを日本にもたらした。
- しかし、稲の遺伝子の検査から朝鮮半島経由ではないことがわかった。

中国江南部から直接

- 縄文稲作も中国から直接渡来したと考えられ、弥生の稲作も同様と考えられる。また縄文中期(初期?)以降、継続してもたらされたとも考えられ、その中で温帯ジャポニカ・水田耕作も導入されたと考えられる。

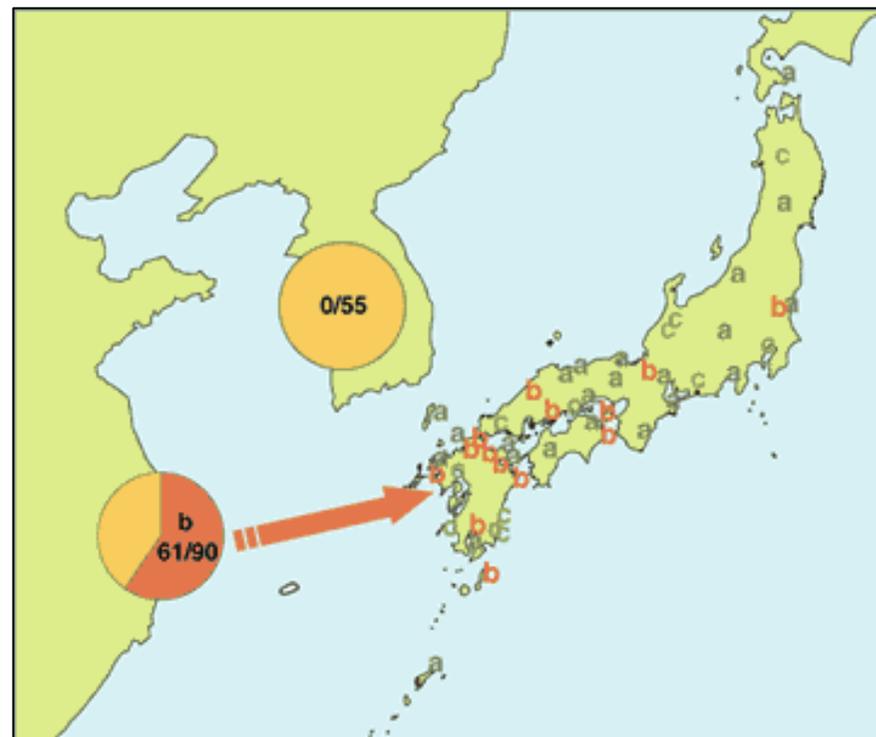
南西諸島経由

- 南西諸島には古代における稲作の痕跡は存在しない。南西諸島経由の可能性は低い。



想定される稲作伝播経路

- ・朝鮮半島経由
- ・中国から直接
- ・南西諸島沿い



遺伝子解析による稲作伝播経路の推定

RM1-b遺伝子は中国と日本の稲にあるが朝鮮半島の稲にはない。朝鮮半島を経由せず、中国から直接伝わった可能性が高い。

弥生稲作の特徴

- 温帯ジャポニカ(縄文稲作は熱帯ジャポニカ)
- 水田稲作(縄文稲作は焼き畑耕作)

弥生時代の食生活

- 水田稲作が導入されたものの、米だけでは十分な栄養を摂取することはできず、それまでの木の实(栗、ドングリ、トチの実等)等も多く食べられていた。

稲作の生産力向上と社会生活への影響

- 非食料生産階層の出現
職人、祭司、支配者
→ 文明の発達、芸術
社会階層の分化(支配者、被支配者)
- 戦争

その後の稲作について

班田収授法(口分田)

- 口分田とは民衆へ一律に支給された農地
- 唐における律令制度の中に制定された口分田制度を日本が見習ったもの。
- 飛鳥時代～平安初期

荘園

- 奈良時代に律令制下で農地増加を図るために墾田私有を認めた。
- 平安時代には、皇室や摂関家・大寺社などによる寄進地系荘園が主流となった。
- 鎌倉時代には荘園を管理する地頭が台頭し、荘園の管理は次第に崩壊していくことになる。

室町時代

- 農地の支配は武士層が担うことになる(一所懸命)
- 開墾
- 農業技術の向上
農具、灌漑施設(水車)、施肥(人糞、家畜の糞草・魚・海藻・灰)等、品種改良、栽培法(二毛作等)、早生・中生・晩生の組み合わせ等

石高

- 太閤検地以降、江戸時代を通じて田畑等の土地の価値(1枚の農地から藩まで)を米の生産性に基づく「石」で表示するようになった。

江戸時代の(武士の)経済は米がベース

- 武士には俸禄として「蔵米」が与えられた(〇人扶持)
- 「お金」で支払われる場合もこれを「蔵米」と称した

稲に関する疑問？

熱帯ジャポニカは駆逐されたか？

- 陸稲としてその後も(近年に至るまで)栽培された
- 近年も南九州・北関東等で栽培され、あられ・煎餅等の材料とされたが、現在はほとんど栽培されていない(平成25年陸稲栽培面積:1720ha)。
- 水稻のイモチ病抵抗性品種の育成に用いられたことがある。また水稻の耐冷性品種の遺伝子に熱帯ジャポニカ由来のものが入っているものがある。



天皇陛下による陸稲お手刈り
(皇居内生物学研究所)

インディカ種は日本に入ってきたか？

- 鎌倉期頃までには東南アジア原産の「大唐米」が日本にもたらされ、栽培された。占城稻(せんじょうとう、チャンパとう)とも称する。

雨の少ない瀬戸内地方等西国で栽培されたが、都市住民には不評であった。

- 江戸時代末期米が高騰した際に幕府は窮余の策として米を輸入することを許可した。
- 明治期以降も輸入され、また戦中戦後も食糧不足を補うため輸入されたが、食味は不評で最下層の人たちが食べるものとされていた。
- 平成5年の冷夏で米の緊急輸入を行い、タイや中国からインディカ米を輸入したが、不評であった。

赤米(有色米)とは？

- 原種イネの多くは有色米だった
動物・鳥による食害を防ぐためにタンニン系の色素を糊粉層(糠)に含む。
- 人間が栽培・品種改良していく中で赤米(有色米)は淘汰されていった。
- 淘汰を免れた一部が雑草イネとなっていった。
- 赤米が混入すると生産した米の品質が低下するという事で、赤米は嫌われた。
- 「赤飯」は古代に赤米のご飯を食したことに由来するのではないかとの説もある。
- 近年では「健康志向」の寒天から赤米(有色米)を見直す動きもある。





白米

赤米

紫黑米

とりあえずの END

イネやお米のことでまだまだ語り尽くせないことはたくさんあります。

また機会があればこれらについてお話ししたいと思います。

