

発掘される芒（ぼう）断片の比較形態学的調査によるイネの起源の研究

Comparative morphological study on awn of excavated rice seeds for the origin of cultivated rice

代表研究者 国立遺伝学研究所助手

Res. Assoc., National Inst. of Genetics
Yo-Ichiro SATO

佐藤 洋一郎

To distinguish the seed of wild rice (*Oryza rufipogon*) from that of cultivated rice (*O. sativa*), morphological characters of the seeds for 200 awned strains of wild and cultivated rice were observed under a scanning electric microscope (SEM). It was indicated that the seed of wild rice had awn with tremendous number of long bristles, while the seeds of cultivated rice had awn without bristles, or if any, much fewer and short ones. At the base of the seed, an absciss layer was bared in wild rice, while a fragment of panicle rachis frequently remained in cultivated rice.

Eighty-one excavated seeds at Homedu site in Zhejiang province which is the oldest archaeological site in the world showing the trace of rice cultivation (7,000 yrs. B. P.) were also examined to show whether they are seeds of wild rice or of cultivated rice. Five seeds out of the 81 seeds had fragment of awn having tremendous number of long bristles and bared absciss layer at their bases, indicating they are seeds of wild rice. The remainders were awnless, or had awns without bristles, which are seemingly of the seeds of cultivated rice. This findings, which wild rice existed in east China several thousands years ago, may support a hypothesis that a part of rice cultivars were born in lower and middle basin of Ynagtze river.

研究目的

栽培イネの起源地は、今までの研究ではインドのアッサム地方から中国の雲南地方にかけての地域、いわゆる「アッサム-雲南地方」にあるとされてきた。このアッサム-雲南起源説によると栽培イネの二つのタイプ、*indica* と *japonica* は共通の祖先から分化して生じたと考えられる。一方、中国の考古学者らは最近、イネが長江の中、下流域に起源したとの見解をとっている。また最近の分子遺伝学の研究成果によると *indica* と *japonica* は異なる祖先から生じた可能性が高く、やはりアッサム-雲南起源説に否定的なデータを提供している。

こうした最近のデータを総合すると、栽培イネのうち *japonica* に属する系統の少なくとも一部が長江の中、下流域に起源したとの仮説（長江起源説）がなりたつ。しかしこの仮説を確たるもの

とするには、長江中、下流域に野生イネがあったことを示す必要がある。そこで申請者は、中国の研究者らと共同で中国の古代遺跡から出土するイネ種子のなかに野生イネの種子がないかどうかの検討に入っている。本研究は、そのための手段として、形態学的に野生イネと栽培イネを判別する指標形質を見だし判別の方法を確立すること、および若干の中国の考古資料を分析し栽培イネと野生イネの判別を試みることで、この2点を目的に行ったものである。

研究経過

当初の目的に対し、研究はおおむね順調に進んだ。

まず野生イネと栽培イネを区別する判別指標として籾の先端に着生する芒の形態調査を行った。これには、申請者が保存する野生イネ系統および栽培品種 200 系統を供試し、各系統 2 粒の籾か

ら芒をとり国立遺伝学研究所の走査型電子顕微鏡を用いてその基部を低倍率（35倍および50倍）で走査した。

野生系統の種子は完熟の後母植物から離脱する（脱粒性という）。脱粒したか否かは稃の基部に離層と呼ばれる組織が見えるか否かで判断できると考えられるので、これらの稃について離層がみられるかどうかをあわせて、走査電顕によって調査した。

こうした形態調査の成果を踏まえて、1991年6月に浙江省河姆渡遺跡（BC 5,000年）出土の炭化種子81粒の調査を中国で行った。なおこれを現地調査としたのは中国国内の法律で文物（文化財）の国外持ち出しが制限されており、中国国内で調査を行った方がスムーズにいくと判断されたためである。なお、中国での調査は、申請者のほかに中国水稻研究所の湯聖祥博士、浙江博物館の楊陸建副館長、江蘇省農業科学院の湯稜華研究員らとの共同研究として行った。また、電子顕微鏡は浙江農業大学の走査型電顕を借用した。

詳細は次節に述べるが、河姆渡遺跡の出土米中には5/81の確率で野生イネと思われる種子が検出され当時そこに野生イネがあったことがうかがわれた。

研究成果

(1) 野生イネと栽培イネの判別

栽培イネには無芒の系統が多く見られるが、野生イネにはそれはほとんど見られない。しかし有芒の系統は野生イネにも栽培イネにも認められる。したがって芒の有無は野生イネと栽培イネの判別に有効な形質ではない。

有芒系統の芒の基部の形態を走査型電子顕微鏡で詳細に調査したところ、野生イネ系統の場合には鋸齒とよばれる円錐形の小突起が高密度で着生しているのが認められた。鋸齒の長さは数ないし150ミクロン程度の変異幅を示した。またその密度は芒1mm当たり数十ないし1,000程度にわたる変異を示した。また鋸齒の形、芒との角度などについても変異を認めたが、今回の調査では詳細な検討はできなかった。また鋸齒の長さや密度の間にはかなり高い負の相関($r = -0.57$)が認め

られた。これは1%水準で有意である（図1）。

ところで、野生イネの系統は他家受粉率が高く栄養繁殖の割合が大きい多年生の系統と、自家受粉率が高く種子繁殖の程度が大きい1年生の系統に分化している。鋸齒の長さや密度との関係でみれば多年生の系統は鋸齒は長い密度はやや小さいタイプ、また1年生の系統はそれとは逆に、長さは多年生の系統のそれほど長くはないが密度が極端に大きいタイプという分化傾向を示した。

一方栽培イネの有芒系統の場合には鋸齒はまったく見られないか、あっても短くかつ密度も小さいことが確かめられた。鋸齒の長さおよび密度の変異は連続的であり、野生型と栽培型の区別がつきにくい系統が少数認められた。しかし典型的な系統では比較的容易に区別できることが分かった。

なお、現代の種子を走査電顕で調査する場合、検体を金メッキする必要がないことがわかった。また、芒の先端部分には栽培イネでも比較的よく発達した鋸齒が認められたので、調査は芒基部（付け根の部分から1mm程度）で行う必要があることも分かった。

さらに、稃の基部の離層の形態でも脱粒した種子とそうでない種子が区別できることも判明した。栽培イネの場合には穂軸の一部が稃に残っているケースが高頻度で認められたが、野生イネの場合には穂軸の断片は認められず離層が露出していた。したがって穂軸の一部が残った系統は脱粒性のない栽培型の系統であると判断される。

(2) 出土種子に対する適用

日本の遺跡から出土した炭化した稃（約2,000年前）を用いて予備調査を行ったところ、これらは金メッキしないとコントラストが著しく低く、走査電顕による観察が出来ないことが分かった。

現地調査では合計81粒の出土種子を調査した。これらはどれも浙江省河姆渡遺跡の出土米で今から約7,000年前のものと考えられている。発掘調査報告書によると、出土した稃の総量は1トンを超えるといわれるが、今回は浙江博物館に保存され、保存状態が良好なサンプルだけを調査した。なお河姆渡遺跡は世界でも最古の稲作遺跡と

して知られており、その出土米も中国の研究者によって詳細に調査されているが、電子顕微鏡での観察は今回が初めてである。

調査した 81 粒のうち 70 粒余りには芒の痕跡が認められず、これらは栽培イネの種子と考えられた。残る 10 粒ほどの種子には芒の痕跡を認めたので電子顕微鏡によって詳細に調査した。調査の結果、この 10 粒ほどのうち 5 粒の種子には長い鋸歯が高密度で観察され、その長さや密度の変異から野生イネの変異の範囲に収まることがわかった (図 1)。さらにこれら 5 粒の基部を観察したところどれも離層の跡を認めることができた。つまりこの 5 粒は芒の形態および規模の離層の状態から見て野生イネまたはそれに類似のものと考えられる。芒の痕跡が認められた 10 粒の残

り 5 粒は芒に明瞭な鋸歯は認められず、また基部に穂軸の断片と思われる構造が認められたことから、これらが有芒の栽培系統の種子と判断された。

したがって、河姆渡遺跡周辺では当時、栽培イネに混じって野生イネ系統が混在していた様子がうかがわれ、当時その一帯に野生イネが自生していた可能性が高いと判断された。

今後の課題と発展

本研究の成果は、現在は長江の中、下流域に存在しない野生イネが河姆渡時代には広く分布した事実を示唆したことで長江起源説の正当性を裏付けることが出来た点にあると思われる。

従来のアッサム-雲南起源説ではイネの二つの亜種である *indica* と *japonica* がともに共通の祖

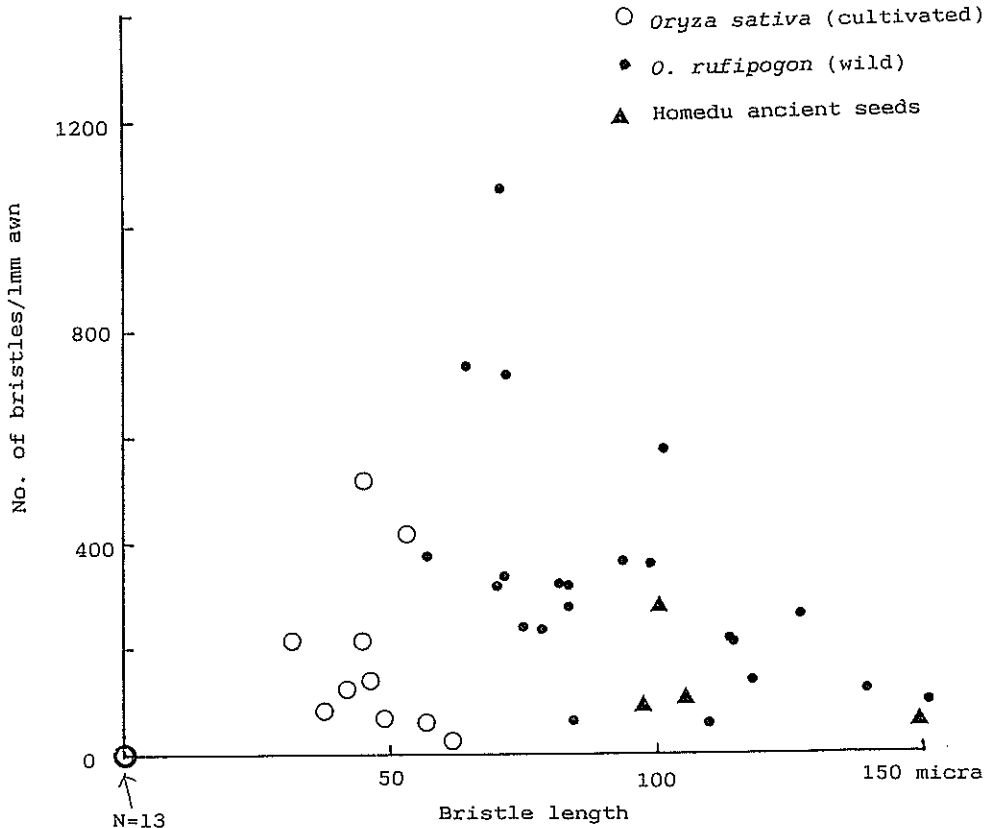


図 1. 野生イネ、栽培イネおよび河姆渡出土稲の芒の鋸歯の長さや密度。

先から生まれてきたという説である。しかし長江起源説は、*indica* と *japonica* は異なる場所で異なる祖先から生じてきたとの立場をとり、イネについても稲作の文化についても二つの系統を認めるまったく新しい説であって、広範な学問分野に大きな波及効果をもたらすことが予想される。

しかし長江起源説はまだ未完成の部分が多く、今後多くの課題を残していることも事実である。第1に、長江起源説では *japonica* のうち温帯 *japonica* の起源地を長江中、下流と推定できたものの、熱帯アジアに広範に分布するもう一つの *japonica* である熱帯 *japonica* の起源地が特定できていないことである。熱帯 *japonica* は今から3,000年近く前に日本にも渡来していると考えられ、日本文化が稲作文化としての歩みをはじめの端緒ともなった品種群であり、その起源はぜひ明らかにしたいところである。

第2点は *indica* の起源である。*indica* は今のところ熱帯アジアのどこかで起源したと考えられ

るが、中国のようなまとまった考古事例もなく作業は更に難航すると思われる。しかしイネの起源と伝播の全容を明らかにするには避けて通ることの出来ない問題であり、将来の検討課題の一つである。

第3に、当時の野生イネの地理的分布、野生イネの動態を明らかにすることである。今回の調査では河姆渡遺跡の出土米だけを調査したが、今後これにとどまらず各地、各時代の出土米について同様の調査を行い、長江の中、下流域における野生イネの消長を明らかにしたいと思う。

発表論文リスト

- Sato, Y. I., Tang, S. X., Yang, L. U. and Tang, L. H.: Wild rice seeds found in an oldest rice remain. *Rice Genetics Newsletter* 8: 76-78 (1991).
佐藤洋一郎:「新・稲起源考」, 日中文化研究, 3: 160-166 (1992).
佐藤洋一郎: 遺伝学からみた稲の伝播と稲作の受容。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—」。講談社(編集集中)。