

中国・草鞋山遺跡における古代水田址調査 (第2報) —遺跡土壌におけるプラント・オパール分析—

王才林¹⁾・宇田津徹朗²⁾・藤原宏志²⁾・佐々木章³⁾・湯陵華⁴⁾

1. はじめに

稲作の起源及びその伝播についてはこれまで様々な説が提唱されているものの、まだ定説がないのが現状である。なかでは、「アッサム・雲南起源説」(渡部:1977, 中川原:1985, 佐々木:1987)はこれまで最も有力な説とされてきた。しかし、最近の研究により、中国・長江下流域について、稲作起源の候補地としての証拠が次第に明らかにされてきている(嚴文明:1989, 佐藤:1990, 湯聖祥ら:1993)。宮崎大学, 国立遺伝学研究所, 中国江蘇省農業科学院は, 1989年より, 太湖流域に所在する竜南, 草鞋山(Cao Xie Shan)などの先史時代遺跡の周辺部でプラント・オパール分析による分析的探査を行っている。この探査は1992年から, 南京博物院を加え, 日中共同研究として, 中国国家文物局により認可された。それから, 草鞋山遺跡の本格的な発掘調査が始まった。また, 1994年からは, 文部省国際学術調査として行われている。

調査は, 1991年のボーリングによる予備調査から始まった。その分析的探査の結果に基づき, 1992年には試掘調査, 1993—94年には発掘調査が行われた。その結果, 春秋(Chun Qiu), 崧沢(Song Ze), 馬家浜(Ma Jia Ban)文化期の水田土壌の確認がされている。また, 春秋時代の水田址および馬家浜時代の「水田状遺構」が検出されている。ボーリングによる予備探査の結果については第1報で報告された(宇田津ら:1995)。本調査の成果について, その一部は既に発表されているが, 論文での発表は, 中国側との協力の関係で, まだ報告されていない。

本報では, 1994年の発掘調査で水田状遺構および土層から採取した土壌試料について行ったプラント・オパール定量分析及び形状解析結果について報告し, 太湖地域におけるイネの亜種及び系統の歴史の変遷について検討を行う。なお, 水田址及び水田状遺構に関する詳しい報告は, 近く別報する予定である。

2. 調査の概要

図1に示すように, 草鞋山遺跡は, 蘇州の東約20km, 陽澄湖(Yang Cheng Hu)の南ほとり, 江蘇

1) 鹿児島大学大学院連合農学研究科: 〒889-21 宮崎市学園木花台西1-1

2) 宮崎大学農学部: 〒889-21 宮崎市学園木花台西1-1

3) 大分短期大学園芸科: 〒870 大分市千代町3-3-8

4) 江蘇省農業科学院: 210014 南京, 中国

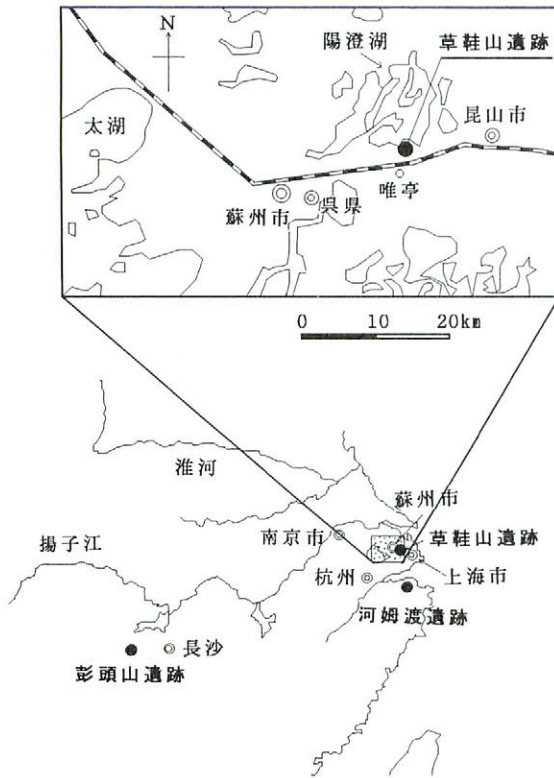


図1 草鞋山遺跡の所在
Fig.1 The location of Cao Xie Shan Site

省呉県唯亭鎮陵南村に位置する遺跡である。これまで行われた調査の結果、馬家浜時代 (B.P.6000) から春秋時代 (B.P.2400) にわたる住居址と墓址が発見され、当該遺跡が各文化期の複合遺跡であることが明らかにされている。また、馬家浜文化期の文化層からは炭化米が検出されている (南京博物院：1980)。

冒頭で述べたように、草鞋山遺跡についての調査は、1991年の予備調査から始まった。まず、ボーリングによる分析的探査を行い、プラント・オパール定量分析による水田址の埋蔵域の推定を行った (宇田津ら：1995)。

ボーリングによる分析的探査の結果に基づき、1992年には試掘調査、1993、1994年には発掘調査を行った。発掘区の位置を図2に示す。各年度の調査区および発掘面積は以下のとおりである。

1992年：ピット92WCT0406と0412 (各25 m²) およびトレンチ92WCT G1 (45m²)、計95m²の試掘調査を行った (図2の斜線部分)。

1993年：ピット93WCT I, II, III (各100m²) および93WCT IV (約200m²)、計500m²の発掘調査を行った (図2の横線部分)。

1994年：ピット94WCT III, IV, V, VI (各100m²) および94WCT VII (約150m²)、計550m²の発掘調査を行った (図2の縦線部分)。

以上合計1,145m²の発掘調査が行われてきた。その結果、ボーリング調査により判明した水田址埋蔵域の各文化層を把握することができ、春秋、崧沢、馬家浜中期の稲作址と見られる水田土壌の確認がされている。

また、1993年に、93WCT III区の生土の直上で9層に覆われた馬家浜中期の土坑が多数検出されている。1994年にも、94WCT IV, V区で、93年に検出された土坑に連続する多数の土坑が検出されている。図3は、検出された土坑の模式図である。S番号をついているのは土坑であり、JとHはそれぞれ井戸と灰坑、Gは溝を示す。これらの土坑は、稲作に伴う施設である可能性が高く、現時点では、とりあえず「水田状遺構」と呼ぶことにする。

発掘区の土層は、「生土」と呼ばれる無遺物の地山層を除く9つの層で構成されている。各層の特徴



図2 草鞋山遺跡における発掘調査区の位置
Fig.2 The excavation area in Cao Xie Shan Site

は以下の通りである。

- 第1層：現代水田作土
- 第2層：灰褐色粘質土
- 第3層：暗灰色粘質土（宋代水田土壌）
- 第4層：黒褐色粘質土（土器片多，馬家浜後期～崧沢）
- 第5層：暗灰褐色～緑黒色粘質土（Mg, Fe 集積粒多）
- 第6層：黒褐色粘質土（Mg, Fe 集積ブロック多）
- 第7層：灰黒色～黒褐色粘質土（Mg, Fe 集積ブロック多）
- 第8層：灰黒色粘質土（Mg, Fe 集積ブロック少）
- 第9層：黒色粘質土

出土遺物から，5層から9層が馬家浜中期の文化層であることが確認された。

3. 分析試料の採取及び分析方法

分析用試料は，水田状遺構および各土層から採取した。水田状遺構については，IV区のS9，S14，S15の3つの遺構から3試料ずつ，V区のS12は南北で2分し，S12-SとS12-Nとしてそれぞれ3

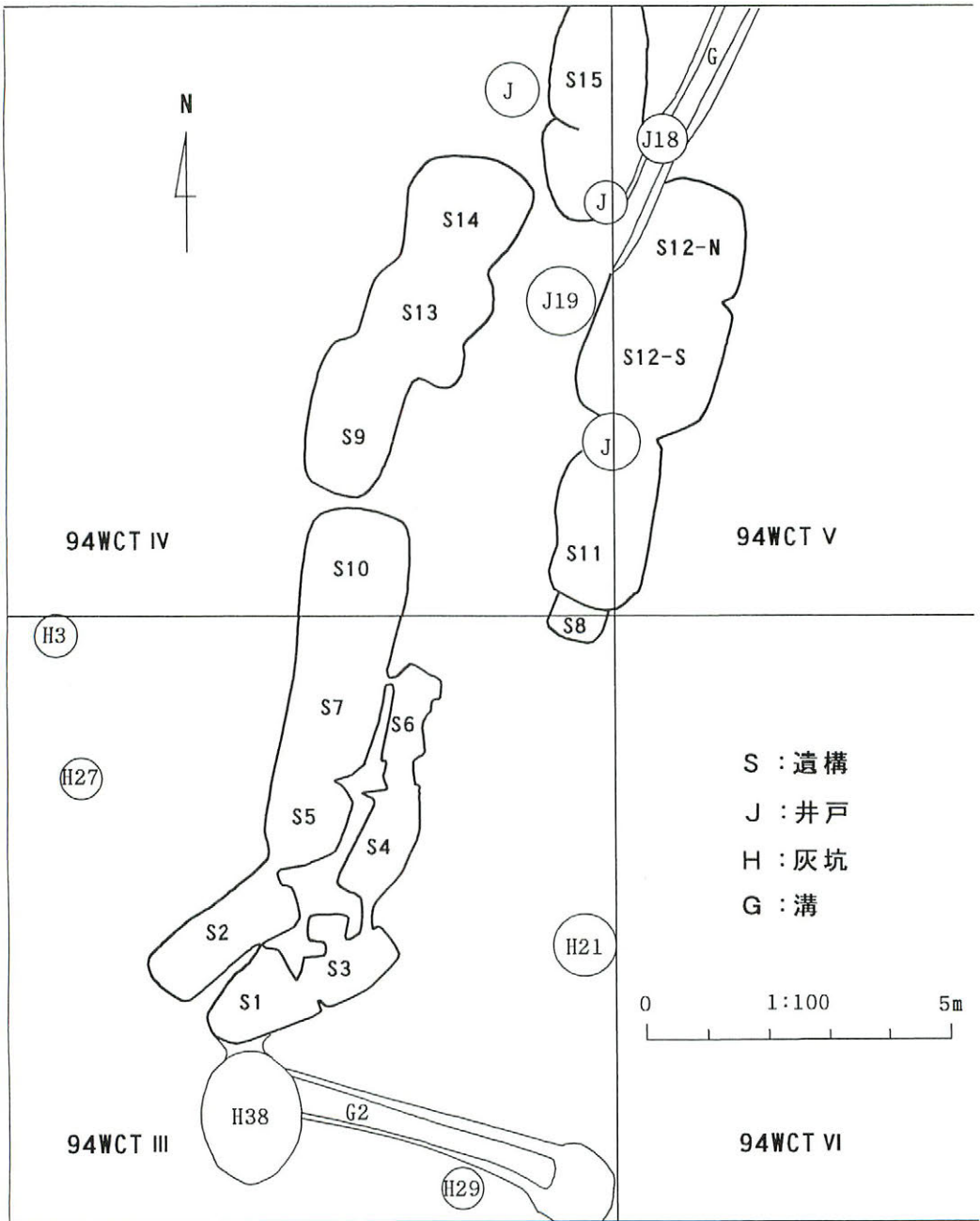


図3 草鞋山遺跡から検出された水田状遺構模式図

Fig.3 The pattern of paddy-like fields excavated in Cao Xie Shan Site

試料，合計15試料を採取した。また，各土層については，1～9の各層を3等分し，層ごとに3試料ずつ計27試料を採取した。

これらの試料についてプラント・オパール定量分析及び形状解析を行った。定量分析は，藤原(1976)の方法にしたがって定量分析用試料を作成し，イネ，ヨシ，タケ，ススキ，キビ族についての定量を行った。検出されたプラント・オパールの量から各種植物の地上部乾物重および種子重に換算し，面積10アール，厚さ1cm当たりの生産量を推定した。本論の検討では，イネの乾物重と籾重のデータだけを用いた。

形状解析は，定量分析結果に基づき，各試料ごとに行った。形状の測定は，画像解析装置を用いて行った。1試料につき，検出されたイネプラント・オパール50個について，図4の示すように，縦長，横長，側長及びbの長さを計測し，bの長さをaの長さで割った形状係数 b/a を算出した。形状形質としたのは，プラント・オパールの大きさを表す縦長，横長，側長と断面形状を表す b/a の4つである。50個プラント・オパール形状の平均値を各試料の形状値とした。

計測した形状値を用い，プラント・オパールの由来するイネの亜種の判別を行った。なお，亜種の判別は，アジア在来イネ (Indica50品種， Japonica47品種) の機動細胞珪酸体形状から作成した判別式

$$Z = 0.49VL - 0.30HL + 0.14LL - 3.82b/a - 8.96$$

VL：縦長 HL：横長 LL：側長

($Z < 0$: *indica*, $Z \geq 0$: *japonica*)

を用いた。

当該遺跡周辺で栽培されたイネ系統の歴史の変遷を検討するため，各層から検出されたイネプラント・オパールの形状およびその判別得点の比較を行った。また，中国在来イネの機動細胞珪酸体との比較を行い，馬家浜中期の土層から検出されたイネプラント・オパールの形状特性を検討した。

4. 結果

4.1 プラント・オパール定量分析の結果

図5は，1994年の発掘調査においてIV，V区で検出された水田状遺構の模式図に各遺構から検出されたイネプラント・オパールの量から推定されるイネの生産量を示したものである。一般に，1gの

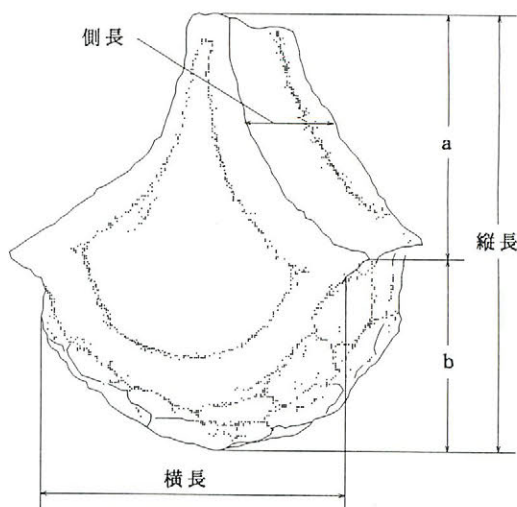


図4 イネプラント・オパール形状の測定部位
Fig.4 The morphology of plant opal derived from motor cell of rice

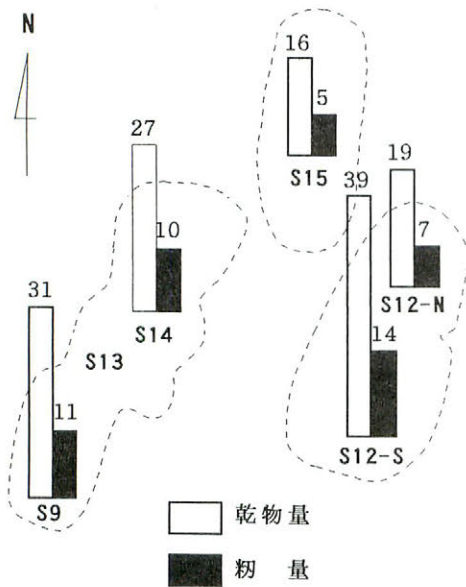


図5 水田状遺構から検出されたイネプラント・オパールの量より推定されたイネの生産量 (t/10a.cm)
Fig.5 Rice production estimated from the number of plant opals detected from paddy-like fields

土の中に5000個以上のプラント・オパールがあれば、イネが作られていた可能性が高いとされている。これらの遺構では、いずれも土1gから5万個以上のプラント・オパールが検出されている。これを地上部の乾物量と粃量に換算すると、それぞれ16~39, 5~14 t/10a.cmに達する。

また、各遺構の生産量を遺構の位置関係から見ると、西南の遺構から東北の遺構に向かって、生産量が減少していく傾向が認められる。

図6は、各土層から検出されたイネプラント・オパールの量から推定されるイネの生産量を示したものである。すべての土層からイネのプラント・オパールが検出されている。特に、4層（崧沢~馬家浜後期）から9層（馬家浜中期）までに検出されたイネのプラント・オパールの量は極めて多く、イネの粃量を換算すると、いずれも10 t/10a.cmを越えて

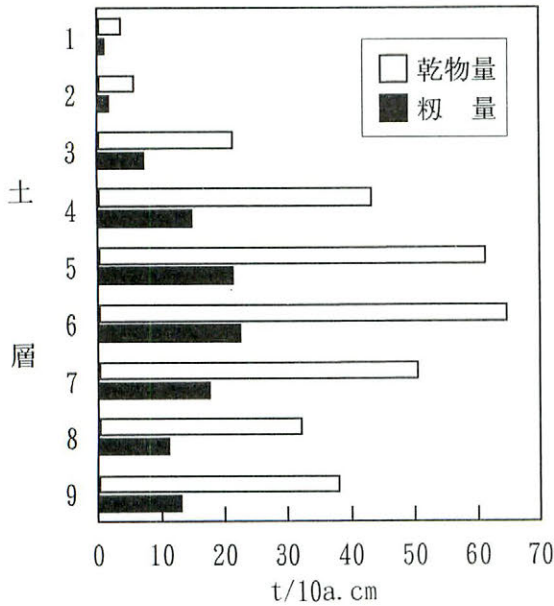


図6 草鞋山遺跡各土層から検出されたイネプラント・オパールの量より推定されたイネの生産量
Fig.6 Rice production estimated from the number of plant opals detected from soil layers

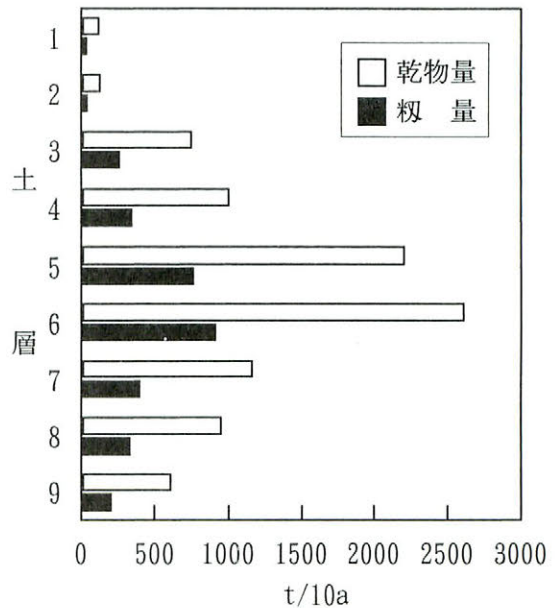


図7 草鞋山遺跡各土層から検出されたイネプラント・オパールの量より推定されたイネの総生産量
Fig.7 Total rice production of soil layers estimated from the number of plant opals detected

いる。

また、5層から9層までの馬家浜中期には、時代が進むにつれて生産量が増加しており、5、6層でピークがみられる。ピーク時のイネの収量は $20\text{ t} / 10\text{ a} \cdot \text{cm}$ 以上にも達している。

層の厚みから各層の時代のイネの総生産量を換算すると、5、6層のピークはより明瞭である（図7）。

これらの結果から、草鞋山遺跡周辺では、B.P.6000年の馬家浜中期から、イネが連続的に作られていたことは間違いないと考えられる。また、各土層には、それぞれの時代の水田が包含されていると推定される。各土層のイネのプラント・オパールの量の推移から、馬家浜中期には稲作が盛んになっていたことが推定される。

なお、4層から1層に向かってイネの生産量が減少しているのは、イネの収穫方法が穂刈から株刈に移行することにより、水田に還元される稲藁の量が減少したためであると考えられる。

4.2 プラント・オパール形状解析の結果

各遺構及び各土層から検出されたイネのプラント・オパールの形状解析結果について、アジア在来品種の機動細胞珪酸体形状から作成した判別式を用い、亜種判別を行った。図8は、その判別得点の

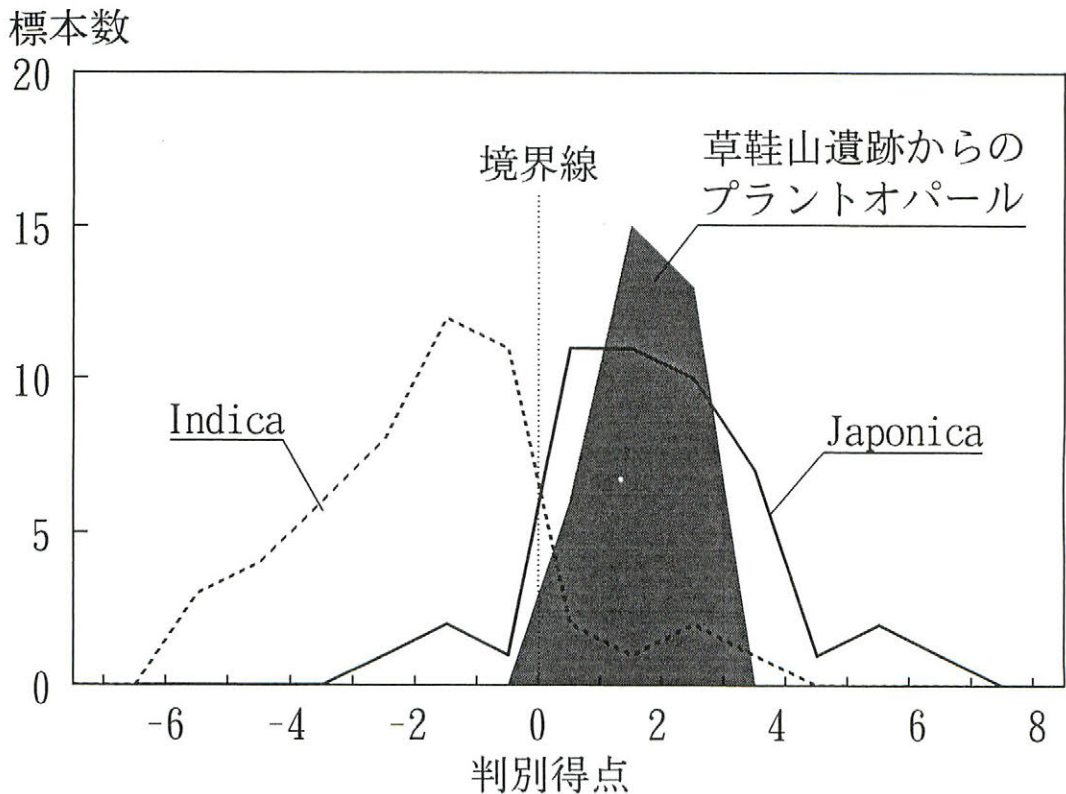


図8 草鞋山遺跡から検出されたイネプラント・オパールの形状による亜種判別得点の分布

Fig.8 Distribution of discriminant scores based on the shape of plant opals of rice detected from Cao Xie Shan Site

分布を示したものである。破線と実線はそれぞれ *indica* と *japonica* の分布域であり、判別得点 0 のところの点線はそれらの境界線である。草鞋山遺跡から検出されたイネのプラント・オパールは、すべて *japonica* の分布域に含まれており、プラント・オパールの形状から見ると、当該遺跡周辺で栽培されたイネは *japonica* のイネであることが推定される。

また、検出されたイネプラント・オパールの形状の変化をみると、9層から3層にかけて側長が小さくなる傾向が見られる。また、縦長については、4層から1層にかけて、明らかに小さくなっている(図9)。

図10は、プラント・オパールの形状による亜種判別得点の分布を表したものであり、縦の点線はその平均値を示す。各土層から検出されたイネのプラント・オパールの判別得点は下層から上層に向かって減少する傾向が見られる。7層の判別得点も平均値以下に減少しているが、3層から1層までの減少が特に顕著である。

また、検出されたイネのプラント・オパール形状の変動係数の変化を見てみると、縦長と横長の変動係数は比較的小さくて安定しているに対し、側長と b/a のそれは大きくて変化もやや大きい。特に、 b/a の3層以降の変動係数は顕著に大きくなっている(図11)。

4.3 馬家浜中期イネプラント・オパールの形状特徴

馬家浜文化層から検出されたイネのプラント・オパールと中国の在来粳稻 (*japonica* に相当) の珪酸体による判別得点を比べると、馬家浜文化層から検出されたイネのプラント・オパールの判別得点

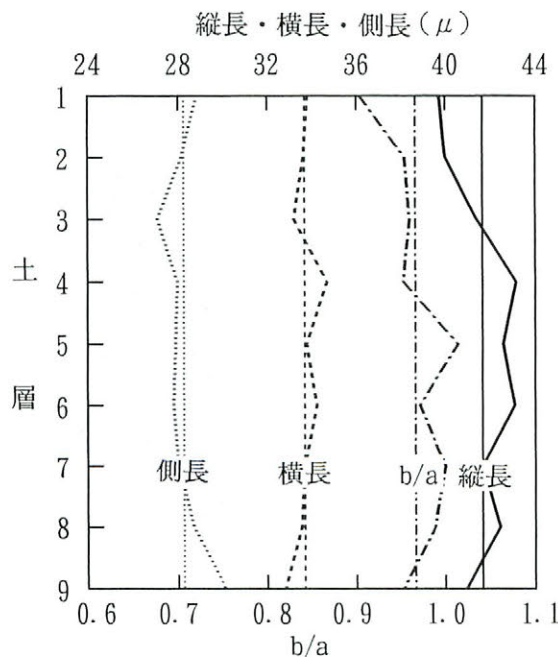


図9 草鞋山遺跡各土層から検出されたイネプラント・オパール形状の変化
Fig.9 Morphological changes of plant opal detected from soil layers

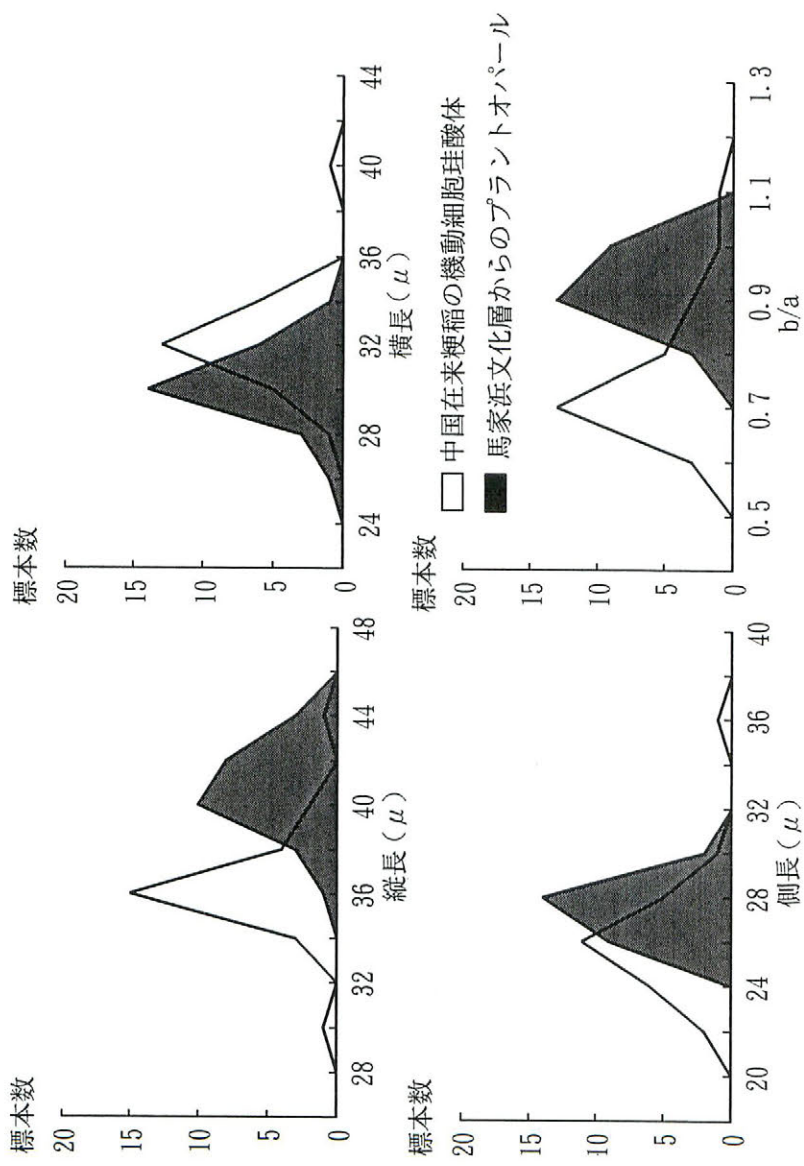


図13 草鞋山遺跡馬家浜文化層から検出されたイネアプラント・オパールと中国在来梗稻の機動細胞珪酸体の4つの形質形状の分布
 Fig.13 Distributions of the 4 morphological characters of plant opals detected from soil layers of Ma Jia Ban Peroid in Cao Xie Shan Site and silica bodies from motor cells of Chinese native *keng rice*

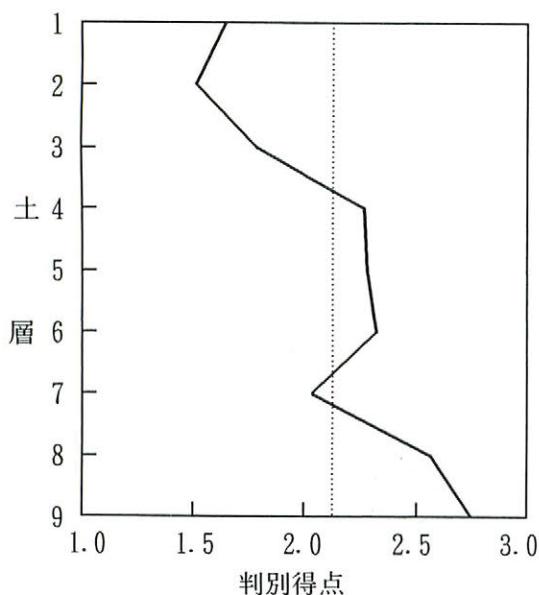


図10 草鞋山遺跡各土層から検出されたイネプラント・オパール形状による判別得点の変化
 Fig.10 Change of discriminant scores based on the morphological characters of plant opals detected from soil layers

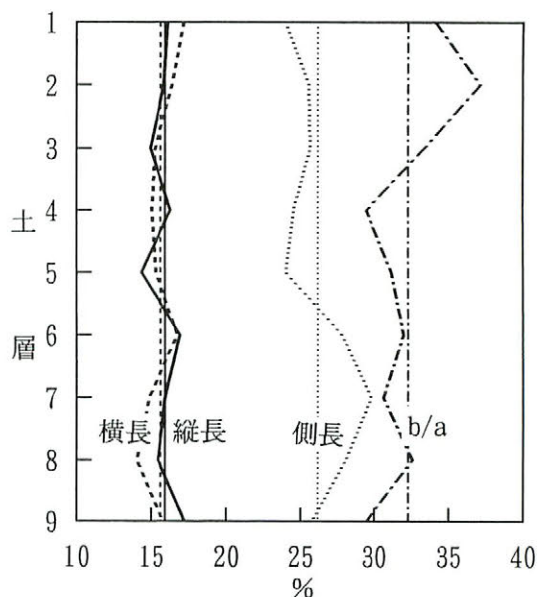


図11 草鞋山遺跡各土層から検出されたイネプラント・オパール形状の変動係数
 Fig.11 Coefficient of variation for the morphological characters of plant opal detected from soil layers

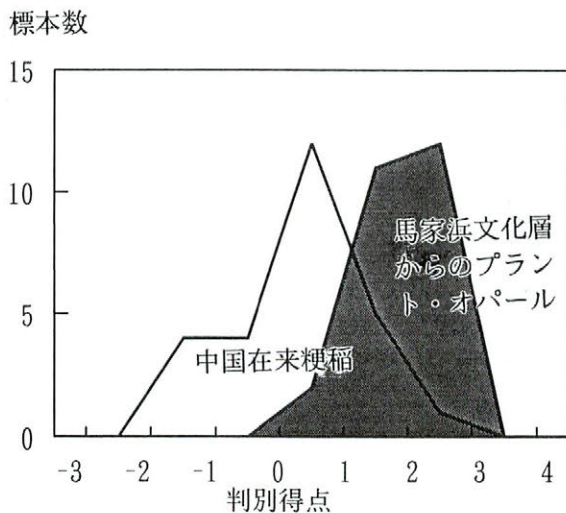


図12 馬家浜文化層から検出されたイネのプラント・オパールと中国在来粳稻の機動細胞珪酸体形状による判別得点の分布
 Fig.12 Distribution of discriminant scores based on the shape of plant opals detected from soil layers of Ma Jia Ban and silica bodies from motor cells of Chinese native *keng* rice

は、すべて在来粳稻の分布域に入っているが、ピークが明らかに離れている。馬家浜文化層から検出されたイネプラント・オパールのほうがより *japonica* 的なものであることが判る (図12)。

また、縦長、横長、側長と b/a の4つの形状の分布を比べてみると、横長だけは馬家浜文化期のプラント・オパールのほうが小さく、その変動範囲も少し小さい方向へずれているが、縦長、側長と

b/aの変動範囲はすべて在来粳稻の範囲にはいつているものの、ピークは明らかに大きな方向へずれている(図13)。両方の平均値およびその有意差の検定の結果(表1)から見ると、横長はほぼ同じであるが、他の形質はいずれも1%の水準で有意であった。特に、縦長とb/aは、馬家浜文化期のプラント・オパールのほうが著しい大きく、b/aは中国在来籼稻(*indica*に相当)と同じであった。

このことから、馬家浜中期に当該遺跡周辺で栽培されていたイネのプラント・オパールは、現在の

表1 草鞋山遺跡馬家浜文化層から検出されたイネのプラント・オパールと中国在来イネの機動細胞珪酸体形状の比較
Table 1 Comparison of the morphological characters between plant opals detected from the soil layers of the Middle Ma Jia Ban Age and silica bodies from motor cells of Chinese native rice

比較対象 Item	VL	HL	LL	b/a
在来籼稻の珪酸体 Silica bodies from <i>hsien</i>	35.37a*	31.98a	24.51a	0.97a
在来粳稻の珪酸体 Silica bodies from <i>keng</i>	37.55b	33.19b	27.29b	0.81b
出土プラント・オパール Plant opals detected	41.56c	33.07b	28.55c	0.97c

*: 同列で違う小文字であるのは1%の水準で有意差があることを示す。

Different letters in the same culum mean significant difference at 1% level.

ものと異なり、特に縦長とb/aが大きいことがわかった。

5. 考察

5.1 水田状遺構について

III, IV区で検出された水田状遺構は約20面であるが、図3の模式図には、明瞭に確認されたS1からS15の15面だけに番号を付けている。遺構の大きさは、小さいもので1.1m²、大きいもので9m²程度である。深さは、生土の上面から約20—45cmである。これらの遺構は、III, IV, V区の西南から東北へ走る窪地に沿って、おおむね2列に並んでいる。III区南部に深さ約140cm、長径180cm、短径114cmの楕円形灰坑(H38)があり、幅50cm、長さ350cmの溝(G2)がつながっている。また、IV区の水田状遺構の中心にも、直径約200cm、深さ約150cmの馬家浜中期の井戸(J19)があり、北へ延びる溝とつながっている。井戸の口縁部は、すり鉢状になっており、井戸から周辺の水田状遺構へ水を汲み上げたのではないかと考えられる。水田状遺構は、生土(無遺物層)に掘り込まれた状態で検出され、畦状部には水口状の切り込みが認められている。水田状遺構内部の土壌は、黒褐色粘質土であり、有機

物の多い作土層と見られる。その作土層からは、炭化米も検出されている。また、遺構の周辺からは同時代のタニシとシジミの殻も検出されている。

プラント・オパール定量分析の結果、すべての水田状遺構の埋土からイネのプラント・オパールが検出されており、しかもその量は極めて多い。この結果から、草鞋山周辺では、馬家浜中期の時代にこれらの遺構でイネが栽培されていたことはほぼ間違いないと考えられる。ボーリング調査による古地形復元の結果によると、生土と呼ばれる地山層の上層は、地山層とほぼ同じ起伏に富んだ地形をしている(宇田津ら：1995)。このことを考え合わせると、馬家浜中期、当該遺跡周辺では自然地形を大きく変えることなく、遺跡周辺の谷部を利用して稲作を営んでいたと考えられる。つまり、これらの遺構は、これら谷部に手を加えた原始的な水田である可能性が考えられる。

また、各遺構の生産量が西南の遺構から東北の遺構に向かって減少していく傾向が認められた。このことは、これらの遺構が同じ時期(馬家浜中期)のものであるものの、利用期間については異なっていることを示唆している。つまり、西南の方が古く、東北の方が新しいと考えられ、遺構が窪地に沿って西南から東北へと広げられた可能性が伺われる。

5.2 草鞋山遺跡周辺に栽培されていたイネの変遷について

各土層から検出されたイネプラント・オパールの亜種判別の結果は、いずれも *japonica* であった。しかし、これらのプラント・オパールは、1つの層から検出されたものであるが、1つのイネ品種あるいは系統に由来するものではなく土層が堆積する間に栽培されたすべてのイネに由来するものである。したがって、同層から検出されたイネプラント・オパールがその形状から *japonica* に属するものと判別されても、*indica* が栽培されていた可能性を否定できない。

この点を検討するために、各土層から検出されたイネプラント・オパールの形状、変動係数および判別得点の変異を見ることにした。その結果、判別得点は、時代とともに減少する傾向がみられ、特に、3層(宋代)以降の土層から検出されたイネプラント・オパールの判別得点は明らかに小さく(図10)、 b/a の変動係数が顕著に大きい(図11)ことが認められた。このことは、3層以降の土層に、*indica* が混入している可能性を示している。

中国は、イネ亜種の分類について、*indica* と *japonica* に相当する秈稻と粳稻の2つに分けている。秈稻はいつの時代から入ってきたのがまだ分からないが、この結果から草鞋山周辺では、秈稻が宋代から栽培されていた可能性が高いと推定される。

5.3 馬家浜中期に栽培されていたイネのタイプについて

草鞋山遺跡の馬家浜文化層から出土した炭化米についての報告は、H2灰坑から出土したのは粳稻であり、H7灰坑から出土したのは秈稻(*indica*に相当)であるとされている(南京博物院：1980)。しかし、同報告に付録した江蘇省農業科学院許濟川先生の検定報告によれば、H2灰坑から出土された炭化米は粳稻であるが、H7灰坑から出土した炭化米については複雑であり、形からみれば、多くの部分は現在中国に栽培されている秈稻の粳型と似ており、また一部は現在太湖流域に栽培され

ている粳稻の粳型と近似している。結論としては、秈粳両方とも存在する可能性があると考えられている。

今回、プラント・オパール形状解析の結果からみると、馬家浜中期の文化層から検出されたイネのプラント・オパールは、中国在来粳稻 (*japonica* に相当) の機動細胞珪酸体と比べ、より *japonica* 的なものであると推定される。形状解析の特性上、馬家浜中期に *indica* イネが栽培されていた可能性が全くないとはいえないが、少なくとも *japonica* イネが中心的に栽培されていたことはほぼ間違いないと考えられる。

また、馬家浜文化層から検出されたイネのプラント・オパールは、中国の在来粳稻と比べ、縦長と側長が大きいとともに、 b/a も大きい。これは、この時期この地で栽培された *japonica* イネのプラント・オパールの特徴であろう。これまでの研究結果は、縦長、横長と側長が大きいのは、*japonica* イネのプラント・オパールの形状特徴であり、 b/a が大きいのは、*indica* イネのプラント・オパールの形状特徴であるとされている (藤原・佐々木：1978, 佐藤ら：1990, Wang et al. : 1994)。この点では、馬家浜中期に草鞋山遺跡周辺で栽培されていた *japonica* イネのプラント・オパールは、中国在来粳稻に由来する珪酸体と違い、*japonica* イネと *indica* イネの形状特徴を合わせ持っているといえる。

また、草鞋山遺跡から検出されたイネプラント・オパールの量が極めて多く、これまで日本の遺跡から検出されたものの5倍位であった。これは、当時栽培されていたイネ品種あるいは系統の珪酸体密度 (葉身乾物重 1 g 当たり含んでいる珪酸体の個数) が高いことが考えられる。これまで調べてきた結果によると、*indica*、熱帯および温帯型 *japonica* の3品種群の珪酸体密度の平均値は、*indica* > 温帯型 *japonica* > 熱帯型 *japonica* という傾向がある (佐藤ら：1990)。

このように今回検出されたイネプラント・オパールはその形状と密度にこれまでと異なる特徴をもち、当時栽培されていたイネの品種がどのような系統であるか、極めて興味深く、今後の調査・研究が必要である。

6. 結論

6.1 B.P.6000年の馬家浜中期から、草鞋山遺跡周辺では、イネが連続的に作られていた。また、馬家浜中期には、稲作が盛んになっていたと考えられる。

6.2 馬家浜中期、当該遺跡周辺で栽培されたイネは主に *japonica* である可能性が高い。また、検出されたイネのプラント・オパールは、中国の在来粳稻と比べ、縦長と側長が大きく、 b/a も大きい。判別得点を比較すると、より *japonica* 的である。

6.3 各時代の土層から検出されたイネプラント・オパールの判別得点を比較すると、時代とともに判別得点が減少する傾向が認められた。また、宋代以降の土層から検出されたイネプラント・オパールの判別得点は特に小さく、*indica* が混入した可能性が考えられる。

参 考 文 献

- 宇田津徹朗・王才林・柳沢一男・佐々木章・鄒江石・湯陵華・藤原宏志 (1995) 中国・草鞋山遺跡における古代水田址調査 (第1報) —遺跡周辺部における水田址探査—, 考古学と自然科学 第30号, p.23-36.
- 佐々木高明 (1987) 稲作文化の伝来と展開—照葉樹林文化と日本の稲作—, 「稲のアジア史 3」渡部忠志他編, 小学館, 東京, 39-96.
- 佐藤洋一郎 (1990) 日本におけるイネの起源と伝播に関する一考察—遺伝の立場から—, 考古学と自然科学 第22号, p.1-11.
- 佐藤洋一郎・藤原宏志・宇田津徹朗 (1990) イネの *indica* および *japonica* の機動細胞にみられる珪酸体の形状及び密度の差異, 育雑 40, p.495-504.
- 中川原捷洋 (1985) 稲と稲作のふるさと, 古今書院, 東京, 234pp.
- 藤原宏志 (1976) プラント・オパール分析法の基礎的研究(1)—数種イネ科植物の珪酸体標本と定量分析法, 考古学と自然科学 第9号, p.15-29.
- 藤原宏志・佐々木章 (1978) プラント・オパール分析法の基礎的研究(2)—イネ (*Oryza*) 属植物における機動細胞珪酸体の形状, 考古学と自然科学 第11号, p.9-20.
- 藤原宏志・佐藤洋一郎・甲斐玉浩明・宇田津徹朗 (1990) プラント・オパール分析 (形状解析法) によるイネ系統の歴史的変遷に関する研究, 考古学雑誌 75, p.349-384.
- 渡部忠志 (1977) 稲の道, NHK ブックス304, 日本放送出版協会, 東京, 226pp.
- 南京博物院 (1980) 江蘇省呉県草鞋山遺跡, 文物資料叢刊 3, p.1-24.
- 湯聖祥・閔紹楮・佐藤洋一郎 (1993) 中国粳稻起源的探討, 中国水稻科学 7(3), p.129-136.
- 嚴文明 (1989) 再論中国稲作起源的幾個問題, 農業考古 第2期, p.72-83.
- Udatsu, T. and H. Fujiwara (1993) Application of the discriminant function to subspecies of rice (*Oryza sativa* L.) using the shape of motor cell silica body. Ethnobotany 5, p. 107-116.
- Wang, C. L., H. Fujiwara and T. Udatsu (1994) Morphological features of silica bodies from motor cells in local and modern cultivated rice (*Oryza sativa* L.) from China. Ethnobotany 6, p. 77-86.

Investigation on ancient paddy fields in the Cao Xie Shan Site of China II. Plant opal analysis on soil samples from Cao Xie Shan Site

Cailin WANG¹⁾, Tetsuro UDATSU²⁾, Hiroshi FUJIWARA²⁾,
Akira SASAKI³⁾, Linghua TANG⁴⁾

- 1) The United Graduated School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, Gakuen Kibanadai Nishi 1-1, Miyazaki, 889-21 Japan
- 2) Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Gakuen Kibanadai Nishi 1-1, Miyazaki, 889-21 Japan
- 3) Department of Horticulture, Ooita Junior College, Chiyo Machi 3-3-8, Ooita, 870 Japan
- 4) Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing, 210014 China

In recent years, a joint research project has been carried out between Japan and China on the origin and spread of rice in the Middle and Lower Changjiang River Valley of China by plant opal analysis. In 1992, the project was approved by Chinese National Bureau of Culture and History and the investigation was started on Cao Xie Shan Site in Wu County, Jiangsu Province. The excavation has so far found that there were nine soil layers, belonging to different cultural ages. The fifth to ninth layers were identified as belonging to the Middle Ma Jia Ban Age. And the existence of paddy field soil was proved in Chun Qiu, Song Ze and Ma Jia Ban Ages. In addition, the paddy-like fields were excavated in the ninth layer. This paper reports the results of quantitative and morphological analysis of plant opal on soil samples collected from the four paddy-like fields and nine soil layers of the site in 1994.

The quantitative analysis of plant opal detected large amounts of rice plant opals in all the paddy-like fields and the nine soil layers, suggesting that the rice cultivation near the Cao Xie Shan Site began from the Middle Ma Jia Ban Age (B.P.6000) and continued up to the present. Moreover, the rapid increase of rice products inferred in soil layers of the Middle Ma Jia Ban Period suggested that rice cultivation was prevalently practised during this period.

The morphological analysis of plant opal suggested that the plant opals from the soil layers of the Middle Ma Jia Ban Age were derived from *japonica* rice. Compared to the silica bodies from motor cells of Chinese native *keng* (correspond to *japonica*) rice, the plant opals had a larger value in b/a as well as in vertical length and lateral length, and the discriminant scores were more like those from typical *japonica* rice.

A comparison of the discriminant scores of plant opals from the nine soil layers showed a decreasing trend from the lower layers to upper ones. And the scores were especially small for the soil layers above the third one (the Song Age), suggesting that it is highly possible for the plant opals from the upper three layers to mix with those from *indica* rice, that is, from the Song Age, the *indica* rice would be probably cultivated near the Cao Xie Shan Site.