

総説

わが国における赤米栽培の歴史と最近の研究情勢

猪谷富雄*・小川正巳

(広島県立大学)

要旨：赤米とは、糠層にタンニン系赤色色素を持つイネの種類であり、わが国においては日本型とインド型の2種の赤米が栽培されてきた。日本型の赤米は古くから日本に渡来し、7~8世紀には全国各地で栽培されたことが平城京跡などから出土する木簡から推測されている。14~15世紀には中国からインド型の赤米もわが国へ渡来し、「大唐米」と呼ばれ、近世に至るまでかなりの規模で栽培されていた。早熟で不良環境や病害虫に強い大唐米は、最盛期の江戸時代には関東から北陸地方以西において広く栽培され、特に低湿地や新たに開発された新田などに適していた。明治時代に入るとこれらの赤米は徐々に駆除され、わが国の水田から姿を消す道を辿った。例外として、日本型の赤米の一部が神聖視され、神社の神田などで連綿と栽培されてきたもの、雑草化して栽培品種に混生してきたものなどがある。約20年前から、赤米は小規模ながら栽培が復活し、日本各地で歴史や環境を考える教育や地域起こしの素材として利用されている。また、赤米は抗酸化活性を持つポリフェノールを含む機能性食品としても注目されている。わが国における赤米栽培の歴史と赤米を取り巻く最近の研究状況などについて、以下の順に概要を述べる。(1)赤米を含む有色米の定義と分類、(2)赤米の赤色系色素、(3)赤米の栽培の歴史、(4)残存した赤米、(5)赤米など有色米が有する新機能、(6)赤米の育種などに関する最近の情勢。

キーワード：赤米、イネ、抗酸化活性、雑草性イネ、色素、大唐米、プロアントシアニジン、有色米。

はじめに

本研究室では、赤米・紫黒米・香り米など日本産および外国産の在来品種を中心としたイネについて、遺伝資源の収集と栽培事例の調査、収集系統の形態的、生理・生態的、化学的特性の調査を行い、利活用面の開発を目指している。

最近、農林水産省による研究プロジェクト「スーパーライス(新形質米)」の成果もあり、紫黒米、香り米、低アミロース米、低アレルギー米、巨大胚米および観賞用稲などの従来にはない特徴を持った新品種の開発や利用が日進月歩で進んでいる(櫛淵1992, 堀末1999, 根本・井辺2002)。赤米の「ベニロマン」や「紅衣」などの開発、利用についても同様である。

他方、最近の約20年間に赤米への強い関心が全国各地の郷土歴史家、歴史資料館の関係者、教育関係者などから寄せられ、赤米の栽培は小学校教育や各地の歴史教育などに取り入れられてきた。現在全国には赤米に関連した同好会がいくつか活動し、また赤米の栽培や赤米の加工品の商品化が地域起こしの一環に利用されている。さらに、米穀商などにおける赤米の販売、酒造会社による赤米酒の販売なども数多くなされている(猪谷2000)。

一方、赤米、紫黒米の糠層に存在する色素はそれぞれタンニン、アントシアニン系色素などであり、両者ともポリフェノールの一種であって、その生理機能が注目されている。

本稿では、主にわが国における赤米栽培の歴史と赤米を

取り巻く最近の情勢について紹介したい。赤米との比較のために紫黒米についても言及したが、わが国での栽培の歴史に関して明らかな文献的資料は知られていないので、紫黒米の歴史や現況に関することは今後の課題としたい。

1. 赤米とは

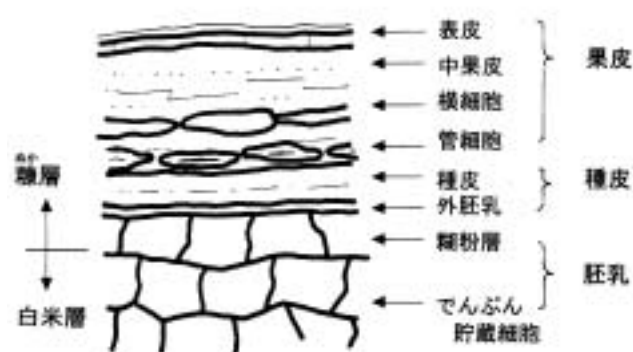
イネの中には、その玄米が遺伝的に普通米とは異なった色を呈するものがある。それらは「有色米」あるいは「色素米」などと総称され、有色米の色素は通常玄米の種皮あるいは果皮、すなわちいわゆる糠層の部分に含まれ、完全に精米するとほとんど白色系の普通米と区別できない。したがって、その特色を活かすために玄米のまま、または軽く精白して利用される。色素の種類としては、タンニン系の赤色系色素を持つ「赤米」、アントシアニン系で黒色に近い紫黒色系色素を持つ「紫黒米(黒米、紫米)」、さらにクロロフィル(葉緑素)による「緑米」に分類できよう(第1表)。3つの品種群とも玄米の着色の程度には濃淡の変異がある(猪谷1997, 2000)。

イネは開花、受粉、受精後に雌しべの子房が発達し玄米となる。したがって玄米はイネの果実である。普通米の子房壁は最初緑色を呈しているが登熟に伴って収縮し、最終的に玄米の外層部は淡い鉛色となる。第1図に玄米の外層部の形態を模式的に示した。赤米とは玄米の外層部の種皮層に赤色系の色素が蓄積した米またはそれを有するイネのことである(石川・渋谷1930, 永井1935)。普通米の種皮や果皮細胞は登熟に伴い細胞の形の確認が難しいほどま

第1表 有色米の分類.

種類	玄米色	色素	分布
赤米	赤褐色	タンニン系	日本, 中国, 南・東南アジア, U S A, イタリア, ブラジル など
紫黒米 (黒米, 紫米)	黒紫色	アントシアニン系	東南アジア, 中国, ネパール など
緑米	緑色	クロロフィル系	ネパール, ラオスなど

3品種群とも玄米色には班～全面, 淡～濃の変異がある.



第1図 玄米の外層部の構造.

でに収縮するのに対して, よく発達した赤米の種皮細胞には色素が充満し, 完熟期に至っても種皮細胞の形態を保持していることが赤米の特徴である (永井 1935). したがって赤米の玄米を完全に搗精 (精米) すると赤色を帯びた糠が得られ, 精米にはほとんど赤い色素が残らない.

植物体の各器官が種々の色素によって独特に着色したイネが知られている. それらの突然変異体の着色形質は遺伝研究の対象になり, 多くの研究成果が報告されている (大曾根 1990, 高橋 1990). 穎 (籾) に関しても芒, 穎全体, 穎の先端 (稃先) あるいは護穎がそれぞれ独特に着色したイネがあるが, これらとは関係無く赤米とは玄米の外層部分が赤色系色素によって呈色したものである.

なお, 紫黒米は完熟しても玄米の果皮層があまり収縮せずに, 主として果皮部にアントシアニン系の色素が蓄積した米またはそれを有するイネのことである (永井 1935). 緑米は本来なら登熟過程で消失するクロロフィルが収穫期まで残存し, 玄米表面が緑色を呈している米またはそれを有するイネである. 普通米においても極晩生や切り株のひこばえから生じたものなど低温のため登熟が不完全なまま収穫されたものは緑色を呈する可能性があり, 緑米の玄米色については特に環境の影響が大きいようである (梶原 2003).

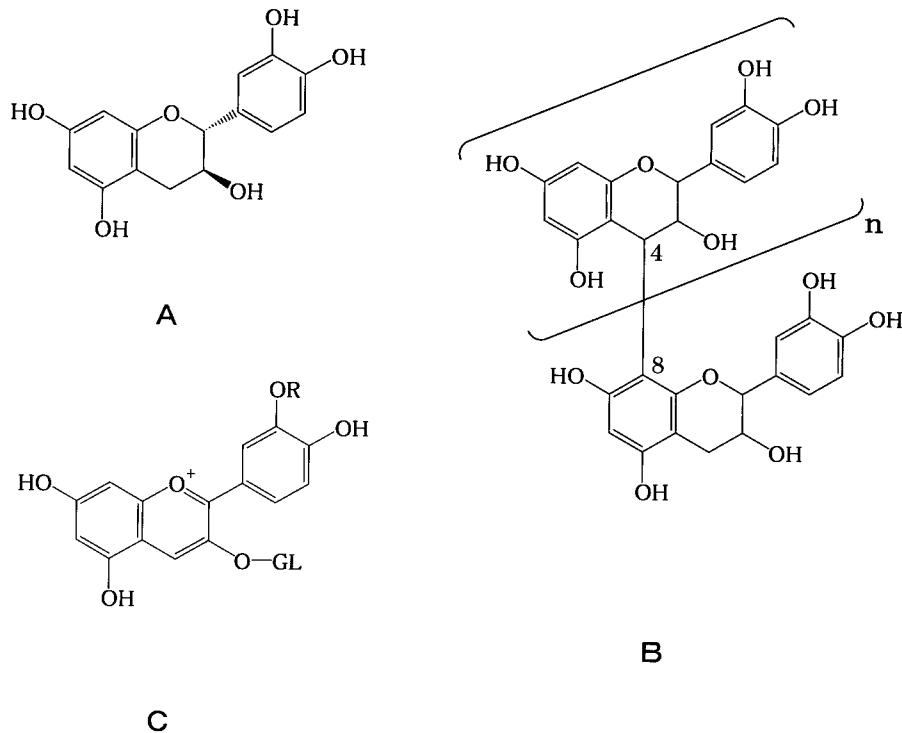
赤米については長年にわたって農学的あるいは民俗学的

に関心が寄せられてきた (盛永 1957, 1972, 永井 1965, 柳田 1971, 応地ら 1983, 坪井 1986a, b, c, 渡部 1987, 1990). また赤米研究に関しては嵐嘉一によって約 30 年前に集大成された『日本赤米考』 (嵐 1974) がある. 『日本赤米考』では, “赤米というのは玄米の種皮の部分に赤色系色素を含んだ米のことである. この粒色には品種, 系統によりかなりの濃淡があつて淡赤のものからほとんど黒紫色を帯びたものまでである. 白粒種はこの赤粒種から突然変異によって出来たもので, 遺伝的には単因子劣性を示す場合が主体であるとされている”と定義され, 赤米と紫黒米の総称として「赤米」とされている. その後の有色米に関連した酒造に関する論文などの中には, この定義に基づき紫黒米を赤米と称する例が見られ, また混同を避けるために総称の赤米から「タンニン系赤米」として区別する例もある. しかし, 両者は遺伝的性質も化学的性質も大きく異なるため, はっきりと区別した方が良くと考えられる. 以下, 本稿では赤米は紫黒米と全く別種のものとして取り扱う.

2. 赤米の赤色系色素

赤米の種皮に含まれる赤色系色素についてはカテキン, カテコールタンニンおよびフロバフェンが報告されている (Nagao et al. 1957, 前川・喜多 1983). また近年赤米にはカテキン類を構成単位とした重合度 1 から 38 で平均重合度 10 のプロアントシアニジンの存在が証明され, 後述の赤米が持つ生理機能との関連が明らかにされている (Oki et al. 2002). したがって赤米の赤色系色素は主にカテキンなどのタンニン系色素などから成っているものと考えられる (第2図, 名和・大谷 1991).

赤米の色素の構成成分や濃度に関して品種間に差異のある可能性があるが, その詳細については今後の問題である. 開花後登熟期間中に玄米色は徐々に濃くなっていくこと, 高温で促進され, 遮光条件下で抑制されること (一井 1990, 猪谷ら 1998), そして晩植え, 多肥栽培で赤色の発現が不良となること (松江ら 1998a) が観察されている. また, 赤色を帯びた玄米は収穫後の貯蔵中に一般にはより濃い赤褐色に変化する. 他方, 抽出された色素は溶液中で



第2図 赤米および紫黒米の色素関連化学物の構造。

赤米 A；カテキン，B；プロアントシアニジン（代表例としてC4 - C8 結合型を示した）

紫黒米 C；アントシアニン，GL：グルコース

R：H シアニジン-3-グルコシド

R：CH₃ ペオニジン-3-グルコシド

光，酸素，温度などによって変化を受け，一般に退色する。これらの化学的変化についても詳しくは解明されていない。一方，有色米を利用して製造される赤酒に関する論文などに，色素の化学的性質についての報告がある（吉永ら1986，山中ら1986，高橋・吉沢1987，稲村・黒田1988，高橋ら1989，山中・松沢1989，門倉ら1995）。

赤米の赤色は色原素遺伝子 Rc と分布遺伝子 Rd の補足作用によって発現される。Rc 遺伝子単独では色素の分布が一樣でなく赤褐斑米となり，Rd 遺伝子が共存すると全面的に赤から赤褐色の米となる。Rd 遺伝子のみでは発色しない。Rc, Rd ともに優性遺伝子であるから，赤米と普通米との雑種第一代 (F₁) は赤米となる（永井1935，Nagao and Takahashi 1963，高橋1990）。

なお，栽培種のイネ (*Oryza sativa* L.) 以外のオリザ属に含まれる約20種の稔実粒は多くの場合赤～赤褐色を呈している（渡部1987，森島2003）。しかし野生イネなどの稔実粒に含まれる赤色系色素の本体については調べられていない。

3. 赤米の栽培の歴史

わが国に水稲稲作が渡来し，全国各地に水稲の栽培が展開した弥生時代に赤米はあったのであろうか。当時極めて雑多な稲が栽培され，その中に赤米があった可能性は充分に考えられるが，これを考古学的あるいは文献的に確認す

ることはできない。

資料的に赤米の初見は現在のところ飛鳥京の苑池遺構から出土した木簡に見られる（奈良県立橿原考古学研究所2002）。そこに書かれた文は次の通りである。

〔表〕戊寅年十二月尾張海評津嶋五十戸

〔裏〕韓人ア田根春（春）赤米斗加支各田ア金

この文の大意は“天武7年（678年）12月に尾張国海部郡津嶋里（現在の愛知県津島市附近）に当たる地域の韓人部田根という者が春赤米を貢進し，その際の検収者は額田部金である”となる。ここでの春赤米とは搗いた赤米のことであり，斗加支（とがき）とは枡に入れた米を正確に計るために均す棒のことである。

これ以外に，飛鳥期から藤原京にかけての石神遺跡（奈良県明日香村）から2点，藤原京（694～710年）の遺跡から1点，平城京（710～784年）の遺跡から18点，紫香樂宮（8世紀中頃）の遺跡から1点の計22点の赤米，赤春米あるいは赤搗米を記した木簡が出土している（奈良文化財研究所2004）。そのほとんどは地方からの貢進物の荷札木簡であり，判明しているのは播磨国，但馬国，越前国，三河国，丹波国，丹後国，美濃国からのものである。

他方，奈良時代の天平2年（730年）の正倉院文書，『大倭国正税帳』には大和国の平群郡，城下郡，山辺郡，添上郡において赤春米の記載がある。同じく天平6年（734年）の『尾張国正税帳』には尾張国から赤米80石が酒造り用

に朝廷の大炊寮に納められたことが記されている。天平宝字3年(759年)の『越前国足羽郡書生鳥部連豊名解』に見られる米の一種の「赤」の文字も赤米を意味するのではなかろうか。このように7世紀後半から8世紀前半のわが国の古代期に全国各地で広く赤米が栽培されていた。

中世に入ると米粒が細長いインド型の赤米もわが国へ渡来し、近世に至るまでかなりの規模で栽培されていた(安田1981, 宮川1987, 阪本1990, 高谷1992)。これは12世紀頃ベトナムから揚子江下流に導入された占城稲の系統と思われる。わが国における文献上の初見は14世紀初頭の丹波国の荘園におけるもので、現在の兵庫県多紀郡丹南町に所在する3町6反の田のうち8反は“たいたうほうしいね”が作付けされていた(教王護国寺文書218号1308)。その後15世紀初めにかけて讃岐国国東長尾荘、播磨国矢野荘などの荘園における“太唐米”や“大唐”の作付けの記録がある(安田1981)。この種の赤米はタイトウ、ダイトウ(大唐, 太唐, 大冬, 太冬, …), トボシ, トーボシ(唐干, 唐法師, 乏, 登凡志, …), セン(秈)などと呼ばれた。これらは以下大唐米と記す。大唐米作付けの初期の記録類が中国, 四国地方に見られたことから, わが国に大唐米が最初に導入されたのは瀬戸内沿岸地域ではないかとの考えもある。しかし, 時代的には少し遡るが滋賀県甲西町岩根の善水寺の仏像胎内に納められていたイネ籾は約1,000年前の平安時代後期のもので, その一部はインド型の赤米であったとの報告があり, 大唐米の一種であった可能性がある(加藤1911)。

大唐米には種々の品種があったことが知られている。例えば伊予国の農書『清良記』(土居 江戸時代)には早大唐, 白早大唐, 唐法師, 大唐餅, 小大唐, 晚大唐, 唐穂青, 野大唐の8品種が挙げられ, さらにこれらには変種があると記されている。また, 『毛吹草』(松江1645)には国別に物産名, 古今の名物が数多く列挙されていて, そのなかに肥前国の白大米(シロダイタウ), 日向国, 大隈国および薩摩国の赤大米(アカダイタウ)そして土佐国の白い大米餅(タイタウモチ)の名が見える。このうち赤米について『和漢三才図会』(寺島 江戸中期)には烏赤色を呈した日向産の米は良く, 鮮赤色を呈した薩摩産のものがそれに次々と記されている。さらに薩摩藩の農書『成形図説』(1804)には多数の大唐米の品種が複雑に分類されている。これらのことから大唐米には早生, 中生と晩生があり, ウルチとモチがあり, 水稲と陸稲があり, さらに香り米もあったことが判る。大唐米には玄米の色が赤, 白の2種のもがあったが, その大部分は赤米であったため, 特記しないかぎり従来一般に大唐米は赤米として取り扱われている。江戸時代後期の『本草図譜』には秈(別名 たいとうまい, たうほうし)として取り上げられ, 植物体が極彩色で描かれ, 斑点状の赤色を呈した玄米の図も挿入されている(岩崎1844)。大唐米の特性として多くは早生で, 無芒で, 耐旱・耐湿性を有し, 収量は高く, 脱粒性に富んでいた。大唐米

の脱粒性に富むということは立毛のまま脱粒しやすいという欠点とともに脱穀が容易であるという長所でもあった。大唐米の最盛期の江戸時代には関東から北陸地方以西において広く栽培され, 特に低湿地や新たに開発された新田などに適していたといわれている。その食味は一般に劣っていたが炊飯すると炊き増えするという利点を有していた。『好色一代女』(井原1686)に書かれた“朝夕も余所 <よそ> は皆, 赤米なれども, こち(こ)は播州の天守米”の赤米とは大唐米のことであろう。ここでは下等米の赤米と高級米の播州の天守米が対比されている。このように当時大唐米は下級米として一般庶民に広く食べられていたものと思われ, 『和漢三才図会』にも“賤民の食と為す”と説明されている。『耕稼春秋』(土屋1707)によると, 北陸地方の一部ではその早生性を利用して端境期の農民の自給米として田の畦畔沿いに栽培されていた。大唐米は搗精の過程で碎け易いため, 特殊な食べ方としては前もって籾を蒸し乾燥させた後に籾摺りをした米すなわちパーボイルドライス(parboiled rice)に調製することを薦めることが『和漢三才図会』および『成形図説』に記されている。また加賀の農書, 『耕稼春秋』や阿波の農書, 『農術鑑正記』(砂川1723)によると大唐米を煎り, 挽いて粉にしたものに香料などを加えたいわゆる香煎やべにきり(紅粉切, 紅切)といったそば切りに似た特別な食べ方もあった。『犬筑波集』(山崎 中世~近世)には大唐米を香煎として利用したことを詠った歌, “日本のものゝくちく口>のひろさよ たいたうく大唐>をこかしく焦し>にして飲ぬ覧”が見られる。さらに, わが国最初の菓子製法の専門書である『御前菓子秘伝抄』(梅村1718)には南蛮菓子, 餅, 団子, 羊羹, 飴など105種の菓子類の製法が取り上げられ, そのうち15種の菓子類の材料に大唐米が使用されている。

江戸時代に大唐米については上記のもの以外にも多くの文書類に記されているが, その多くは明治期に採録された『古事類苑』に収められている。なお, 中世の祝詞などに見られる赤丹穂や江戸時代の地誌や農書類に記された赤稲, 赤シネ, 赤糯などと呼ばれたイネが赤米であったのかどうか, さらに赤米と記されたものが日本型であったかインド型であったのかについては判別できないものが多数ある。

上述のようにわが国においては古代からの赤米(おそらく日本型)と中世に導入された大唐米(インド型)の2種の赤米が栽培されてきた。明治時代に入るとこれらの赤米は駆除され, わが国の水田から姿を消す道を辿った。九州から四国地方にかけて最後まで残っていた赤米を取り除くことは第二次世界大戦前頃までには一応成し遂げられた。

例外として逆に日本型(あるいはジャワ型)の赤米の一部が神聖視され, 神社の神田などで連綿と栽培されてきたものがある(坪井1986a, 小川1992)。現在よく知られているのは岡山県総社市の国司神社(坪井1986b), 長崎県対馬の多久頭魂神社(坪井1986c, 城田1987)および鹿児

島根種子島の宝満神社（下野 1982, 渡部 1990）に伝わる赤米である。これら3種の晩生の赤米は形態的に全く異なり、それらの間に系譜上のつながりは無い。かつてはこれらの三神社以外にも赤米を特別視し、それを伴う神事が各地にあったらしいことが民俗学の分野から指摘されている。

第二次世界大戦以後にも残った赤米の栽培特に雑草化した赤米については次項で詳しく取り上げる。

4. 残存した赤米

江戸時代後期に薩摩藩において成立した『成形図説』（1804）には紅玉（あかだま）という赤米が水田の雑草を取る際に一緒に駆除されるという興味ある記述がある（応地 1983）。しかし、一般に赤米の除去が行なわれるようになったのは明治時代に入ってからである。当時普通米へ赤米が混入すると米の等級が下がり、品質の劣化と見なされ、全国的に赤米の駆除が徹底的に行なわれた。この赤米の駆除に多大な労力が払われた様子は宮城県立農事試験場の報告（1913）などに見ることができる。愛知県稲武町の古橋懐古館には約100年前の日露戦争に備えた大量の玄米が保管されてきた。現在でもその一部は残されているので、調べてみるとその玄米1,000粒中には約3粒の日本型の赤米が混入していることが確認できた（小川 未発表）。このような赤米の混入の状況は全国的に珍しいことではなかったと思われる。第二次世界大戦後に至ってもこの赤米が根絶されたわけではなかった。

浜田（1956）は昭和27年以降に全国から収集した42種の赤米の形質を調べた。当時の赤米の長粒種（インド型）は主として関東地方と九州地方に、短粒種（日本型）は全国の僻地に分布していた。昭和37から40年にかけて農林省（1970）は全国の山間僻地などに残っている在来イネの調査・収集を行なった。収集された1,000種余りの在来イネの中に50種余りのインド型と日本型の赤米があった。それらの赤米のなかには別項で述べた神事用の神社に伝わるものもあったが大部分は山村の農家で小規模に栽培されていたものや保存されていたものであった。一部には普通イネに混生して栽培されていたものもあった。

雑草性イネ（Weedy rice）とは栽培イネと同じ種（species）のオリザ サティバ（*Oryza sativa*）に属し、栽培イネの米の生産にとってマイナスの要因をもたらす、しかも栽培圃場に適応して生育するイネのことである。アメリカ、ブラジルそして東南アジアなどの稲作地帯における赤米（Red rice）や朝鮮半島のサルペーなどは典型的な雑草性イネであって、生産農家にとって米の減収や品質低下を引き起こすため大きな問題となっている（森島 2001, 徐・許 2003）。アメリカの南部稲作地帯における赤米による被害は年間5000万ドル（日本円で約60億円）にも達しているといわれている（Rice Journal 1988）。

雑草性イネの生態的特徴として種子は脱粒性に富み、

休眠性を有して越冬性を有することが挙げられる。従って、雑草性イネは特に直播稲作圃場において随伴雑草として生活し、栽培イネの収穫前に脱粒した種子は翌年発芽し、生育する。栽培イネと同じ種のため除草剤による防除は困難で、一旦混入するとその駆除は極めて厄介である。生育旺盛な雑草性イネは栽培イネの生育を抑制し、減収をもたらすことにもなる。また、栽培イネの収穫時まで脱粒しない雑草性イネの籾は栽培イネと共に収穫され、米の品質を低下させる。さらに翌年その混入された種籾を使用して稲作を行なうと雑草性イネはさらに拡大する。

近年わが国においてもこのような雑草性イネの問題に全く無縁ということではない。第二次世界大戦後から現在までの半世紀余りの、わが国の雑草性イネの赤米に関する報告には次のようなものがある。

盛永（1946, 1957）は原爆投下直後の昭和20年（1945年）秋に長崎市郊外の水田の稲作状況を調査し、「神力」と「赤神力」を栽培する水田に赤米のトウボシが大量に混在していることを観察した。トウボシは無芒で、種子は長粒で、脱粒性に富んでいた。さらに栽培イネとトウボシとが自然交配した結果生じたと思われる、青立ちした草丈の高い株も多発していた。その多くは有芒で、大粒であったが極めて低い稔性のものであった。

戦後関東平野などの陸稲の畑には赤米が多数混生していた。これらは栽培イネと全く異なるインド型の草型を有する赤米であった。これらは芒の有無、籾や茎葉の色調について変異に富み、また半不稔性の一群もあった（盛永 1951, 1957, 中山 1952, 鳥山 1994）。中山らは陸稲畑から採集した赤米を実験圃場において栽培種と混生させ、両者間の生育の競争を調べ、赤米は栽培種の陸稲に囲まれると赤米本来が持つ繁殖力よりも高い繁殖力を発揮することを見出した（酒井・中山 1953）。また関東地方の15ヶ所の陸稲畑から130点のインド型の赤米が採取され、生理的特性が調べられた（中山 1956）。赤米の強い増殖力は根元の細根がよく発達し、耐旱性が強く、穂数が多いことなどが関与していると思われた。

時代が進み、昭和51年茨城県筑波郡谷和原村のミツバ、露地野菜そして陸稲が栽培されている畑に雑草化した赤米が存在することが確認された（大泉 1983）。陸稲を毎年連作した畑では赤米の出芽が多く、300本/m²以上のところもあった。陸稲畑にはモチ品種を栽培していたが、雑草化した赤米には2種類のものがあった。一つは古くからあるウルチで長粒のインド型赤米で、他のものは当時急激に増加したモチの日本型赤米であった。この極早生の日本型赤米の成熟期は変異に富み、さらに脱粒性がインド型赤米に比べて極めて大きかった。日本型赤米が急増した原因はこのためと考えられた。

収穫前に畑にこぼれ、土中に保持され、翌年に発芽した赤米のうち畝間のものは除草されるが、畝に陸稲とともに生育した赤米の除草は困難であった。前年の赤米が混入し

第2表 有色米および普通品種の玄米のメタノール抽出液が示す抗酸化活性 (猪谷ら 2002).

品種群 品種	ラジカル 50%消去の値, EC ₅₀ (抽出液 μ l / 反応液 1ml)	
	スーパーオキシドアニオン消去 活性 (亜硝酸法)	ラジカル消去活性 (DPPH 法)
普通品種		
コシヒカリ	50.50 ^a \pm 4.11	22.00 ^a \pm 0.78
中生新千本	46.17 ^a \pm 5.01	22.50 ^a \pm 0.50
赤米		
総社赤米	0.73 ^c \pm 0.11	1.08 ^d \pm 0.04
ベニロマン	2.41 ^{bc} \pm 0.06	1.90 ^c \pm 0.07
紫黒米		
朝紫	2.29 ^{bc} \pm 0.25	2.21 ^c \pm 0.02
中国黒米	6.22 ^b \pm 0.19	6.51 ^b \pm 0.10

3回測定 of 平均値 \pm 標準偏差, 同一の肩文字を付した平均値間では LSD5% レベルで有意な差がないことを示す.

た種籾を使用しないこと, そして陸稲の連作を止めることが雑草性の赤米の有効な除去法であると考えられた.

赤米の雑草化は長野市郊外においても認められた (柳島 1965). 1963 年当時長野県篠ノ井市 (現 長野市) の水田裏作の麦畑に赤米 (トウコン) が雑草として発生し, このトウコンの越冬性と出芽性に関する性質が調べられた. トウコンの籾殻は高い "不透過性" を有することが一因で種子は極めて高い越冬性を示した. またトウコンは土中においてメソコチルをよく伸長させ, 出芽性に優れていた.

さらにその後長野市を中心にした善光寺平の乾田直播田にトウコンが雑草化して問題となった (宮島・高橋 1974). この極めて高い脱粒性を持つトウコンが栽培イネの収穫物に混入することはほとんどなかったが, 多発すれば生育量が大きいため雑草害として栽培イネに対する影響が心配された. トウコンの玄米の長さ/幅は 2.0~2.1 で, 種々の形態的特性などから 14 群に分類でき, 生態的諸特性から大唐米系統と考えられた.

現在善光寺平以外にも長野県内の各地の直播田においても雑草性の赤米が見られる (酒井・斎藤 2003). 多くの場合, 直播栽培の導入以前には雑草性イネは見られなかった地域である. かつて栽培されていたであろう赤米のトウコンが根絶されず, 新たに直播栽培を続けると発生する機構はよく分からない. 移植栽培では発生が極めて少ないために見逃していたのか土中深く休眠状態であった種子が直播栽培の条件下で覚醒し, 出芽したのかなど不明な点が多い.

雑草化した赤米ではないが, 1986 年に徳島県三好郡池田町の 6 ヶ所の水田において赤米が混生していることが確認された (一井 1988). これらの水田では全て異なった在来品種が栽培されていたが, そこに 1~10% の混入率で赤米が混生していた. 1 ヶ所の耕作者だけが赤米の駆除に努めていたが, 他所では特に赤米の混入を気にしていないか,

あるいは混入していることを知らなかった. 6 ヶ所の耕作者ともかつて赤米そのものを栽培したことはないとのことであった. これらの赤米は全て短粒で日本型であったが, 籾殻と玄米の特性に関して 26 系統に分類された. 他の 10 種の赤米とともに徳島県で採取した 3 系統の赤米について低温適応性が調べられた. しかし, 低温発芽性・低温クロロシス・低温生長性に関して赤米種はそれ固有の高い低温適応性を有しているとは認められなかった (一井・玉井 1988).

上述のように雑草性イネとしてはインド型あるいは日本型の赤米があるが, 最近岡山県ではイネの乾田直播栽培の圃場には玄米が白色系の普通種の雑草性イネが増殖し, 大きな問題となっている (石井 2001a, b, 石井・赤澤 2003).

5. 赤米など有色米が有する新機能—最近の研究から

ヒトの生体内に生じるラジカルの一種の活性酸素は, 動脈硬化, 糖尿病, ガンなど各種疾患や老化を直接あるいは間接的に誘発するといわれている. 食品には栄養面, 嗜好面以外に生理的リズムの変調を調整し, 病気の発症を予防する機能面での働きがあることが知られている. そこで近年食物のラジカル消去活性 (活性酸素消去活性) あるいは抗酸化活性が注目を受けている. 赤ワインのポリフェノール, 緑茶のカテキン, トマトのリコペンなどとともに, 米についてもフィチン酸, トコロール類, フェルラ酸などが疾病予防, 治療効果を有することが知られている (大坪 1997).

紫黒米は中国では古くから病人や産婦の栄養食品とされており, ネパールでも赤米は薬用として食されている (安本 1991, 1997, 猪谷 2000). 紫黒米のアントシアニンおよび赤米のタンニンはいずれもポリフェノールの 1 種であ

第3表 最近育成された赤米品種・系統の来歴.

番号	品種・系統名 (品種名の読み方, 特性など) 育成場所, 育成年, 来歴 (母本/父本)
1.	つくし赤もち (モチ) 福岡県農業総合試験場, 1995, サイワイモチ/対馬赤米
2.	ベニロマン (ウルチ) 九州沖縄農業研究センター, 1996, 南海 97 号/対馬赤米
3.	紅更紗 (べにさらさ, ウルチ) 新潟県農業総合研究所, 2001, 新潟糯 31 号/篠ノ井//新潟糯 31 号/東北 144 号
4.	紅香 (べにか,モチ・香り米) 新潟県農業総合研究所, 2001, 新潟糯 31 号/篠ノ井//新潟糯 31 号/東北 144 号
5.	紅衣 (べにごろも, ウルチ) 東北農業研究センター, 2002, 奥羽 331 号/赤室//ふくひびき
6.	西海糯 243 号 (モチ) 九州沖縄農業研究センター, 登録中, ひみこもち/ベニロマン
7.	関東赤 211 号 (ウルチ) 作物研究所, 登録中, モチミノリ/92 単系 3342
8.	西海糯 246 号 (モチ・観賞用イネ) 九州沖縄農業研究センター, 登録中, ひみこもち/ベニロマン

来歴中太字で示したものが赤米遺伝子給源。「92 単系 3342」は稲系 517 (アケノホシ/月の光) // 88V528 (Lepedumai/IR28).

り, 抗酸化活性や抗変異源性など様々な生理的機能があることが判明してきた (大澤 2001).

著者らは有色米から抽出液を調製し, 抗酸化活性を普通米と比較することで, 有色米が高い DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ラジカル消去活性, スーパーオキシド (O_2^-) 消去活性を持つことを確認している (第 2 表, 猪谷ら 2002). 玄米の部位別に見ると, 抗酸化成分は糠層に局在する. 赤米の「ベニロマン」に存在する主要な抗酸化成分はシアニジンタイプであり, 平均重合度 10 のプロアントシアニンである (第 2 図, Oki et al. 2002). 他方, 紫黒米ではアントシアニン (シアニジン-3-グルコシドとペオニジン-3-グルコシドなど) である (第 2 図, 高橋ら 1989, Ryu et al. 1998).

試験管内レベルでの機能性がヒトの体内で発現するためには, 機能性成分の体内吸収性が重要となる. これまでの動物実験において, 紫黒米に含まれる主要なアントシアニンの体内吸収性は実証されている. 他方, 赤米の高重合度のプロアントシアニンについては体内に直接吸収されるか否かは不明であり, 現在, プロアントシアニンの体内機能性とその発現機構について検討が行われている段階である.

赤米および紫黒米の動物実験レベルでの生理的機能性として, 鉄ニトリロ三酢酸の投与による腎臓障害モデルラットでの腎臓障害の予防効果 (Toyokuni et al. 2002), 高コレステロール食を摂取させたウサギでの粥状動脈硬化病変

形成の減少効果 (Ling et al. 2001), ラットの血糖値上昇の抑制作用 (Ling et al. 2002) などが報告されている. 玄米の糠層に局在する活性化合物の生理的機能性は実験動物を用いた結果であり, ヒトが活性画分をどの程度摂取することによりこれらの効果を発現できるかなどについては今後解明すべき問題である. しかし, 日本人が日々摂取することが容易である米に生理的機能性が見出されたことは, 近年生活習慣病の患者数が増加の一途を辿っている我々日本人にとって福音となるであろう. 赤米などの有色米はさらに新たな機能として黄色ブドウ球菌の増殖を抑制するとの報告 (山口ら 2003) がある.

一方, 新しく有色米に仲間入りしそうなものに「ゴールデンライス」(Golden Rice) がある. スイスとドイツの科学者が遺伝子組換え技術でラッパズイセンと微生物の遺伝子をイネに導入し, ビタミン A 前駆体であるベータカロテンを米の胚乳内で合成させることに成功した (Ye et al. 2000). これは胚乳内部まで黄金色に着色した米である. 開発途上国での栄養改善に大きな期待が寄せられ, 現在フィリピンの国際イネ研究所で実用化が試みられている (高岩 2002).

6. 赤米の品種・系統および栽培などの状況

米はもともと粒型, 粒色, 香りなど変異に富んでいるが, 色や香りのある米は排除され, 日本の米は質的に画一化されてきた. しかし, 平成元年から実施された農林水産省の

プロジェクト研究「スーパーライス計画」などの成果で、多くの新しい形質を持った新品種が育成され、利用面の開発も進んでいる。

赤米についても、最近の約20年間に九州から北海道まで全国各地でその栽培や加工品の商品化が地域起こしの一環に利用されている。多数の小規模栽培で毎年変化することでもあり、赤米の栽培面積を把握するのは困難であるが、比較的規模も大きく継続的に栽培している地域には、福岡県二丈町、山口県須佐町、岡山県総社市、京都府弥栄町・野田川町、福島県いわき市などがある(宇根 1993, 猪谷 2000)。使用されている赤米には、種子島、対馬、総社市の神社に伝わるもの、そしてその他のわが国に在来していた日本型が主であるが、一部外国から導入した赤米もある(唐木田 1991)。国や県の研究機関が育成した品種として、ウルチでは「ベニコロマン」, 「紅衣」, モチでは「つくし赤もち」, 「紅香」などがある(第3表, 松江ら 1998a, b, 小林ら 2001, 山口 2003, 作物研究所 2003)。これらの新品種の赤米にはわが国に在来した赤米の「対馬赤米」, 「赤室」などが交配親に使われている。「対馬赤米」は長崎県対馬の神社において連綿と栽培されてきた品種であり、「赤室」は冷害に強いイネとして明治30年代には青森県下で100ha以上も栽培されていた品種である(盛永 1957)。新たに品種改良された赤米は普通品種と同様な栽培体系に従って栽培することができ、高収量で食味も改善されている。

赤米、特に新しい赤米を栽培する際には、在来種か改良種か、地元種か導入種か、ウルチかモチか、景観作物としての価値はどうか、あるいは普通品種との識別性の有無はどうかなどの見地から適した品種を選択するべきである。また、特に大唐米系や個人的に外国から導入した脱粒性の強い赤米系統は雑草化の恐れがあるので栽培する際には特別な注意が必要である。さらに、赤米が周辺の普通品種と交雑する可能性があるため、隔離圃場で栽培するか、周辺の普通品種とは出穂期の異なる品種を選択すると良い。また、収穫作業中および精米への調製過程に普通品種への僅かな赤米の混入にも十分な注意を払う必要がある。普通品種への赤米の混種を防ぐ最も有効な方法は毎年使用する種籾を全く赤米が混入していない新しいものに更新することである。また、雑種弱勢遺伝子を赤米品種に導入して一般品種との交雑種子が増殖しないような方法も検討されている(佐藤・稲村 1989)。

加工利用に当たって注意すべきことは、材料により色素量や食味・加工特性に関わるアミロース含量、タンパク質含量などが大きく異なることである(大坂ら 1994, Matue et al. 1997, Matsue and Ogata 1998)。この要因として、品種による遺伝条件と産地や栽培年度など環境条件によるものがある(猪谷ら 1998, 猪谷 2000)。

終わりに

巷間赤米や紫黒米は「古代米」と呼ばれるが、この「古

代米」とは俗称あるいは商品名であり、古そうな在来米という意味で使われているようである。学術用語としての古代米とは古代の遺跡から出土した米、粳(佐藤 1971)あるいは古代の資料に記された米、粳を指す。国内外の赤米などの有色米や茎葉部が紫色を呈した紫イネを「古代米」というのは単なるマスコミ用語である。多くの辞書や辞典類では、赤米について不十分な、あるいは不適切な説明がなされている場合があるので注意が必要である。コシヒカリなど改良品種にない特徴を持った赤米や紫黒米に一般消費者および専門家の関心が向いており(佐々木 1989, 横尾 1989, 安本 1997, 日本古代稲研究会 2003, 小西 2003)、なお一層正確な理解が必要と考える。

嵐嘉一(1974)の『日本赤米考』以降に多くの新たな研究や新史料の発見もなされたので、このことも踏まえて本稿ではわが国における赤米栽培の歴史と最近の諸情勢について紹介した。来歴から推測すれば在来の赤米品種・系統は耐冷性、耐旱性、土中発芽性、耐虫性など現在の改良品種にはない有用遺伝子を持つ可能性がある。従って、現存する赤米品種は優れた赤米育成の素材としてのみならず、普通米の育種における有用な遺伝資源としても利用される可能性が大きい。脱粒性や草型、ストレス耐性など形態的、生理・生態的特性など赤米の諸特性を知ることはこの意味でも重要と考えられる。

10年後、20年後には赤米の研究開発はどこまで進み、一般市民からどのように受け入れられているのであろうか。

謝辞：本稿を取りまとめるにあたり、岡山大学資源生物科学研究所武田和義教授から多くの情報や示唆をいただいたことに感謝します。

引用文献

- 嵐嘉一 1974. 日本赤米考. 雄山閣.
土居水也 江戸時代. 清良記(親民鑑月集) < 成立期に諸説あり > (日本農書全集 10. 1980. 農文協).
越前国足羽郡書生鳥部連豊名解 758 (大日本古文書 編年之四. 東京大学史料編纂所編 367 頁, 東京大学出版会).
浜田秀男 1956. 日本赤米の分布とその形質. 日作紀 24: 147 — 148.
堀末 登 1999. 新しい米—「新形質米」の特性と加工・利用. 米麦改良 9月号: 14 — 25.
一井真比古 1988. 残っていた赤米. 農業および園芸 63 (2): 259 — 260.
一井真比古 1990. 赤米とその利用. 近畿作育研究 35: 115 — 122.
一井真比古・玉井敬三 1988. 赤米種イネの低温適応性. 日作紀 57 (2): 281 — 286.
井原西鶴 1686. 好色一代女 巻4の4 (新潮日本古典集成 1987. 新潮社).
稲村達也・黒田喜佐雄 1988. 光学特性から見た赤米の赤酒醸造適性. 近畿作育研究 33: 28 — 30.
石井俊雄 2001a. 岡山県の水稲乾田直播栽培圃場に発生した雑草イネ.

- 農業技術 56 (6) : 257 — 261.
- 石井俊雄 2001b. 岡山県の水稲乾田直播栽培圃場で問題となる雑草イネ. 植調 35 (8) : 269 — 277.
- 石井俊雄・赤澤昌弘 2003. 岡山県の水稲乾田直播栽培と雑草イネ. 日本雑草学会第 18 回シンポジウム講演要旨 : 7 — 16.
- 石川潤一・渋谷常紀 1930. 赤米の組織学的特徴に就て. 熱帯農学誌 2 — 1 : 65 — 70.
- 猪谷富雄 1997. 国内外から収集した赤米・紫黒米 45 系統における栽培特性と玄米色の変異. 日作中国支部研究集録 38 : 25 — 35.
- 猪谷富雄・杉戸政之・玉置雅彦 1998. 赤米および紫黒米における色素発現の推移と温度の影響. 日作紀 67 (別 2) : 32 — 33
- 猪谷富雄 2000. 赤米・紫黒米・香り米—「古代米」の品種・栽培・加工・利用—. 農文協.
- 猪谷富雄・建本秀樹・岡本実剛・藤井一範・武藤徳男 2002. 有色米の抗酸化活性とポリフェノール含量の品種間差異. 食科工 49 : 540 — 543.
- 岩崎灌園 1844. 本草図譜 (復刻本; 北村四郎監修, 北村四郎・塚本洋太郎・木島正夫解説 1981. 同朋舎出版).
- 門倉利守・丸山智香・中里厚実・竹田正久・金子太吉・名越時秀・大森俊一 1995. 黒米および赤米を原料とした赤ライスワインの試験. 東京農大集報 40 : 1 — 7.
- 梶原慶三 2003. 古代米について (古代稲は生きている. 日本古代稲研究会編, 弦書房) : 24 — 38.
- 唐木田清雄 1991. 主要穀物在来品種保存事業報告書 (長野県農協地域開発機構, 長野市).
- 加藤茂苞 1911. 稲の種類改良に就て. 愛知県農会報 155 : 1 — 6.
- 小林和幸・松井崇晃・平尾賢一・重山博信・阿部聖一 2001. 地域農業の活性化につながる新形質米の育成とラインナップ. 北陸作物学会報 36 : 7 — 9.
- 古事類苑 植物部 12. 草 1 (復刻本 : 1971. 植物部 1. 吉川弘文館).
- 小西猛朗 2003. 日本赤米再考. 農業技術 58 : 422 — 426.
- 櫛淵欽也 (監修) 1992. 日本の稲育種—スーパーライスへの挑戦. 農業技術協会.
- 教王護国寺文書 218 号 1308 (安田 1981 の文献から引用).
- Ling, W. H., Q. X. Cheng, J. Ma and T. Wang 2001. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. *J. Nutr.* 131 : 1421 — 1426.
- Ling, W. H., L. L. Wang and J. Ma 2002. Supplementation of the black rice outer layer fraction to rabbits decreases atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. *J. Nutr.* 132 : 20 — 26.
- 前川雅彦・喜多富美治. 1983. イネにおける遺伝的着色粒の抽出色素の分光分析. 北大農場研究報告 23 : 11 — 21.
- 松江重頼 1645. 毛吹草 4 (毛吹草 1943. 岩波書店).
- Matsue, Y., M. Hiramatsu, T. Ogata and K. Odahara. 1997. Physicochemical properties of Japanese native red-kerneled non-glutinous rice cultivars of the Japonica type. *Jpn. J. Crop Science* 66 : 647 — 655.
- Matsue, Y. and T. Ogata. 1998. Physicochemical and mochi-making properties of the native red and black-kerneled glutinous rice cultivars. *Plant Production Science* 1 : 126 — 133.
- 松江勇次・浜地勇次・尾形武文・西山壽・原田皓司・住吉強・今林惣一郎・吉野実 1998a. 水稲新品種 'つくし赤もち' の育成. 福岡農総試研報 17 : 9 — 14.
- 松江勇次・尾形武文・浜地勇次. 1998b. 赤米糯品種の育成ともち質特性. 日作紀 67 : 516 — 519.
- 宮川修一 1987. 大唐米と低湿地開発 (稲のアジア史 3 アジアの中の日本稲作文化, 小学館) : 251 — 290.
- 宮城県立農事試験場 1913. 大正元年 稲作試験報告 第 12 報.
- 宮島吉彦・高橋信夫 1974. 長野県産赤米の稲トウコン. 農業技術 29 : 453 — 455.
- 盛永俊太郎 1946. トウボシと青立ち株. 採集と飼育 8 : 55 — 57.
- 盛永俊太郎 1951. 赤米の話. 農業技術 6 : 46 — 48.
- 盛永俊太郎 1957. 日本の稲—改良小史—. 養賢堂.
- 盛永俊太郎 編 1972. 稲の日本史 上. 筑摩書房.
- 森島啓子 2001. 野生イネへの旅. 裳華房.
- 森島啓子 2003. 野生イネの自然史—実りの進化生態学. 北海道大学図書出版会.
- 永井威三郎 1935. 日本稲作講義. 養賢堂.
- 永井威三郎 1965. 米十話 (8) 赤い米. 毎日新聞 昭和 40 年 3 月 31 日.
- Nagao, S. and M. Takahashi 1963. Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 53 : 72 — 130.
- Nagao, S., M. Takahashi and T. Miyamoto 1957. Genetical studies on rice plant 21. Biochemical studies on red rice pigmentation. *Jap. J. Genet.* 32 : 124 — 128.
- 中山治彦 1952. 陸稲における赤米の混在. 育種学会誌 1 (3) : 195.
- 中山治彦 1956. 関東に見出される陸稲の赤米. 農業及園芸 31 : 729 — 730.
- 奈良文化財研究所 2004. 木簡データベース.
(<http://www.nabunken.go.jp/Open/mokkan2.html>).
- 奈良県立橿原考古学研究所編 2002. 飛鳥京跡苑池遺構 調査概要. 学生社.
- 名和義彦・大谷俊郎 1991. 有色米の色素特性. 食品工業 11 : 28 — 33.
- 根本博・井辺時雄 2002. 新しい米の特徴と利用 (米の事典—稲作からゲノムまで—. 石谷孝佑編, 幸書房) : 83 — 114.
- 日本古代稲研究会編 2003. 古代稲は生きている. 弦書房.
- 農林水産技術会議編 1970. 昭和 37~40 年に収集したわが国の在来稲品種の特性. 農林水産技術会議.
- 小川正巳 1992. 赤米. 化学と生物 30 : 385 — 388.
- 大泉久一 1983. 陸稲栽培での雑草としての赤米 (食べ物の科学. 小島道也・伊東正編著. N H K 出版) : 45 — 48.
- Oki, T., M. Masuda, M. Kobayashi, Y. Nishiba, S. Furuta, I. Suda and T. Sato 2002. Polymeric procyanidins as radical-scavenging components in red-hulled rice *Agric. Food Chem.* 50 : 7524 — 7529.
- 大坂香保里・石井規子・横川幸義・関口正勝 1994. 古代米に関する研究 (第 1 報) 赤米, 黒米および緑米の化学成分. 川村短期大学研究紀要 14 : 7 — 15.
- 大澤俊彦 2001. ポリフェノール, 特にアントシアニンの機能性. *Foods Food Ingredients J. Jpn.* 192 : 4 — 10.
- 大曾根兼一 1990. 自然突然変異と育種 (稲学大成 3 遺伝編. 農文協) : 485 — 493.
- 応地利明 1983. 『成形図説』(1804) にみる赤米の栽培・加工技術—そのオーストロ=ネシア的諸要素の検出—. 農耕の技術 6 : 58 — 85.
- 応地利明・坪井洋文・渡部忠世・佐々木高明 1983. 学際討論 赤米の

- 文化史. 季刊人類学 14-4:3-66.
- 大坪研一 1997. 穀類が持つ生理機能. 農業および園芸 72:89-94.
- 尾張国正税帳 734 (大日本古文書 編年文書之一. 東京大学史料編纂所 編 608, 東京大学出版会).
- Rice Journal 1988. Red rice causes losses of over 50 million \$. March:6-13.
- Ryu, S.N., S.Z.Park and C-T. Ho 1998. High performance liquid chromatographic determination of anthocyanin pigments in some varieties of black rice. J. Food Drug Analysis 6:729-736.
- 酒井寛一・中山治彦 1953. 陸稲と赤米の競争. 育種学会誌 3 (1):60.
- 酒井長雄・斎藤稔 2003. 長野県における雑草イネの発生状況と防除法. 日本雑草学会第18回シンポジウム講演要旨:1-6.
- 阪本寧男 1990. 秈稲・粳稲・稈稲. (稲学大成 3 遺伝編. 農文協):102-110.
- 作物研究所編 2003. 新しい米を創る '03. 作物研究所:34-35.
- 佐々木武彦 1989. 香り米・有色米の育種. 農業技術 44:374-378.
- 佐藤敏也 1971. 日本の古代米. 雄山閣.
- 成形図説 1804. (複製本. 1934. 国本出版社).
- 下野敏見 1982. 種子島の民俗 I. 法政大学出版局.
- 城田吉六 1987. 赤米伝承—対馬豆酸村の民俗—. 葦書房.
- 徐學洙 (Suh H.S.)・許文會 (Heu M.H.) 2003. 雑草イネとは? (野生イネの自然史—実りの進化生態学. 森島啓子編. 北海道大学図書出版会):107-120.
- 砂川野水 1723. 農術鑑正記 (日本農書全集 10. 1980. 農文協).
- 高橋萬右衛門 1990. 色素的形質. 1. アントシアニン (稲学大成 3 遺伝編 農文協):226-242.
- 高橋康次郎・杉本多起哉・三浦孝志・鷺巣幸夫・吉沢淑 1989. 赤米色素の分離同定. 醸造協会誌 84:807-812.
- 高橋康次郎・吉沢淑 1987. 赤米色素とそれを利用した酒類の製造. 醸造協会誌 82:740-743.
- 高岩文雄 2002. 第2世代遺伝子組換え作物開発の現状. 農業技術 57:289-294.
- 高谷好一 1992. 太唐米に海域世界をみる (海と列島文化 10 海から見た日本文化. 小学館):379-406.
- 寺島良安 (江戸時代中期). 和漢三才図会 卷 103 穀類 (日本庶民生活史料集成 29. 1980. 三一書房).
- 鳥山國士 1994. 古代米を食べて古都を散策—赤米による遺伝子汚染を防ぐ育種法—. 農業および園芸 69 (1):37-38.
- Toyokuni, S., T. Itani, Y. Morimitsu, K. Okada, M. Ozeki, S. Kondo, K. Uchida, T. Osawa, H. Hiai and T. Tashiro. 2002. Protective effect of colored rice over white rice on Fenton reaction-based renal lipid peroxidation in rats. Free Radic. Res. 36:583-592.
- 坪井洋文 1986a. 稲作文化の多元性—赤米の民俗と儀礼— (風土と文化—日本列島の位相—. 小学館):296-340.
- 坪井洋文 1986b. 備中の赤米 (日本民俗文化大系 14 技術と民俗 (下). 小学館):316-317.
- 坪井洋文 1986c. 対馬の赤米 (日本民俗文化大系 14 技術と民俗 (下). 小学館):318-319.
- 土屋又三郎 1707. 耕稼春秋 (日本農書全集 4. 1980. 農文協).
- 梅村市朗兵衛編 1718. 御前菓子秘伝抄 (近世菓子製法書集成 1. 2003. 平凡社).
- 宇根豊 1993. 生命力を生かし減農薬・有機栽培—山間地の棚田で自主選抜し赤米復活. 加除式農業術大系作物編 3. 農文協. 追録 15 号 福岡・吉住:1-8.
- 渡部忠世 1987. 赤米の意味と民俗 (稲のアジア史 第2巻 アジア稲作文化の展開. 小学館):27-32.
- 渡部忠世 1990. 宝満神社の赤米と踏耕—オーストロネシア的稲作の北上— (海と列島文化 5 隼人世界の島々. 小学館):378-404.
- 山口誠之 2003. 早生で多収の赤米うるち新品種「紅衣 (べにごろも)」。農業技術 58:261-262.
- 山口誠之・横上晴郎・片岡知守・中込弘二 2003. 有色米「朝紫」,「紅衣」の静菌作用とラットでの血糖値上昇抑制作用. 育種学研究 5 (別 1):154.
- 山中信介・松沢一幸・川西祐成 1986. 赤米を用いた着色酒類の製造. 奈良県工業試験場研究報告 12:4-7.
- 山中信介・松沢一幸 1989. タンニンを利用した着色酒類の製造. 奈良県工業試験場研究報告 15:54-59.
- 大倭国正税帳 730. (大日本古文書 編年文書之一. 東京大学史料編纂所 編東京大学出版会):398,405,408.
- 山崎宗鑑 編 犬筑波集 (中世から近世にかけて編纂) (板本古活字大本 新撰犬筑波集) (古典俳文学大系 1 貞門俳諧集 1. 1970. 集英社).
- 柳田國男 1971. 赤米のこと (定本 柳田國男集 別巻 3 筑摩書房):409-410.
- 柳島純雄 1965. 雑草の立場からみた赤米 (トウコン) の越冬と出芽について. 雑草研究 4:67-70.
- 安田健 1981. 日本の秈稲. 農業 (大日本農会) No.1157-1165:1-57.
- 安本義正 1991. 中国雲南省の赤米・黒米事情. 京都文教短大研究紀要 30:156-164.
- 安本義正編 1997. 赤米に魅せられて. 窓映社.
- Ye, X., S. Al-Babli, A. Kloti, J. Zhang, P. Lucca and I. Potrykus. 2000. Engineering the provitamin A (β -carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. Science 287:303-305.
- 横尾政雄 1989. 赤い米 (米の話 I. 横尾政雄編. 技報堂出版):146-152.
- 吉永和彦・高橋康次郎・吉沢淑 1986. 赤米色素を用いたりキュールの製造. 醸造協会誌 81:337-340.

History and recent trends of red rice in Japan : Tomio ITANI and Masami OGAWA (*Hiroshima Prefectural University, Shobara, 727-0023, Japan*)

Abstract : Red rice (or red-kerneled rice) is a kind of rice containing tannin pigments giving the hulled rice a red or brownish red appearance. Both japonica-type and indica-type red rice have been cultivated in Japan. The japonica red rice is presumed to have been introduced to Japan from the Asian Continent in ancient times along with white rice. Some wooden tablets excavated from court ruins and historical documents show the cultivation of red rice over Japan during the 7th and 8th century. The red rice of indica-type, named "Taitoumai", was introduced from China during the 14th and 15th century (the Medieval ages). This long grain type of red rice had been cultivated extensively in the central and southwestern part of Japan for its early ripening, drought resistance, insect resistance and high yield though its taste was inferior. It occupied the maximal cultivation area during the 16th and 18th century (the Edo era). Around the later half of the 19th century (the Meiji era) these two types of red rice were gradually eliminated and disappeared finally from the paddy field in Japan. As exceptions, some japonica red rice, which were regarded as sacred, have been cultivated at shrines, while some red rice remained as weedy rice in local areas. The cultivation of japonica red rice revived in many districts in Japan from about 20 years ago. The intensive interest for colored rice has resulted in the emergence of many kinds of secondary products (colored noodles, cakes, alcoholic beverages, etc.) and ultimately in the promotion of regional social activities (educational programs, rice festivals, etc.). In addition, red rice is attracting attention as a functional food because it is rich in polyphenols. This paper summarizes the history of red rice and recent trends in Japan as follows. (1) The definition of colored rice that contains red rice, purple-black rice and green rice, (2) red pigment of red rice, (3) history of cultivation of red rice in Japan, (4) remaining red rice and weedy rice, (5) antioxidative activity of colored rice, and (6) recent cultivation and breeding of red rice in Japan.

Key words : antioxidative activity, colored rice, *Oryza sativa* L., pigment, proanthocyanidine, red rice, Taitoumai (indica red rice), weedy rice.
