

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25年 5月 24日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580018

研究課題名（和文） 国内外から収集した在来稲遺伝資源の多面的評価と特性表の公開

研究課題名（英文） Many-sided characteristics of the native rice cultivars collected from Japan and other countries and their publication

研究代表者

猪谷 富雄 (ITANI TOMIO)

県立広島大学・生命環境学部・教授

研究者番号：60087898

研究成果の概要（和文）：在来種を中心としたイネ 500 品種を比較栽培し，出穂期・成熟期・草丈・全重・籾重・玄米形状，さらに玄米タンパク質含量，アミロース含量等を分析した。紫黒米品種の色素発現は栽培環境の影響を受けた。玄米の抗酸化活性は，赤米＞紫黒米＞緑米＝白米であり，ポリフェノール含量も同様であった。大腸菌および枯草菌に対して，有色米抽出成分の抗菌性を確認した。報告書「多様なイネで日本の水田を守る―県立広島大学で収集してきた国内外の稲遺伝資源の栽培特性と活用事例―」を発行した。

研究成果の概要（英文）： About 500 rice cultivars including native strains were cultivated in the university paddy field, Shobara, Hiroshima, and their characteristics such as heading date, maturing date, plant height, total weight, grain weight, and shape, protein content and amylose content of hulled grain were surveyed. The pigment expression of black rice was influenced by environmental conditions, such as temperature after heading and harvest time. Red rice and black rice showed anti-bacterial effects. Anti-oxidative activity and polyphenol content was in the order of red rice > black rice > green rice = white rice. The report “Protection of rice field in Japan using various rice cultivars: Agronomic characteristics and utilization case of rice cultivars that have been collected by Prefectural University of Hiroshima” was published.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学・雑草学

キーワード：赤米，イネ，抗菌性，抗酸化，在来種，紫黒米，食味，有色米

1. 研究開始当初の背景

イネは，世界 110 数カ国で栽培され，その種類も栽培法も極めて多様である。かつては世界各地または日本各地で，それぞれの自然環境や栽培環境あるいは栽培技術や食文化に適応した多様な在来種が栽培されていた。しかし，収量・品質・市場性に優れた改良品種の育成・普及や農村社会の変化などによって，栽培される品種数は激減し，農家が代々栽培し続けてきた在来種が永遠に失われている。しかも，国内外を含め在来稲の研究者は，コシヒカリなど銘柄品種の研究者と比較すれば，非常に少なく研究も立ち遅れている。

2. 研究の目的

本研究は，県立広島大学生命環境学部の研究水田において，均一条件下で材料を栽培し，その栽培特性（出穂期，成熟期，倒伏程度，稈長，穂長，穂数，全重，籾収量など）を比較するとともに，玄米のタンパク質含量，アミロース含量など食味や品質に関わる分析，抗酸化活性の評価などを行う。品種間差異とともに，一部品種については栽培環境条件の影響を明らかにする。

国内外から収集し栽培を続けてきた在来種を中心としたイネ遺伝資源約 500 品種・系統は，利用面からみた特徴によって表 1 のように分類し，また原産地や生態型（インディカ，熱帯ジャポニカ，温帯ジャポニカ）による整理を行う。

収集系統を対象に，生態的・形態的特性，食味および機能性成分などの観点から多面的に評価し，その成果を「県立広島大学で収集してきた国内外のイネ品種の栽培特性と活用事例」という刊行物として公表する。この研究によって，新しい機能性成分を持ったイネの用途開発，様々な調理法に対応したイネ，茎葉目的の飼料イネ，バイオエタノール用イネなど，日本の水田に多様なイネの栽培を推奨し，日本の水田を守りたい。

表 1 様々な特徴を持ったイネ品種群

グループ	特徴
赤米	タンニン系赤色素を糠層に含むイネ。日本型とインド型がある。

紫黒米（黒米，紫米） アントシアニン系黒紫色色素を糠層に含むイネ。

緑米 クロロフィルが残っているうちに収穫した米。また，残存しやすいイネの系統。

香り米 ポップコーンのような香りを持つイネ。世界で最高の評価を受けるバスマティ米やジャスミンライスもこの一種。

低アミロース米 アミロース含量が 5~16%程度。粘りが強く，ブレンド米や冷凍米飯に向く。

高アミロース米 アミロース含量が 25%以上。硬く，パサパサしており，カレーライス，チャーハン，ピラフやライスヌードルに向く。

低アレルギー米 米アレルギーの原因物質を減らしたイネ。

巨大胚米 胚芽の部分が大きく，浸漬によって血圧降下作用などがあるギャバを生成するイネ。

大粒・小粒稲 普通の米粒の 2~3 倍 (40~50mg)，または半分程度 (10mg) の大きさのイネ。

矮性（わいせい）稲 草丈が 20~50cm のイネ。
観賞用イネ 葉が紫色，黄色，縞模様（白・黄）の葉色変異稲や，穂が赤や紫，ピンク色で美しいイネ。水田アートにも利用される。

飼料イネ 茎葉をサイレージに利用する，または米を家畜の濃厚飼料として利用するイネ。

その他 鎌不要（かまいらず），もつれ，垂れ葉，濡れ葉，多げつ稲，直立穂，長芒稲，無毛稲，糖質稲，粉質稲など

3. 研究の方法

(1) 生命環境学部付属フィールド科学教育研究センターの研究水田において，全量基肥 N:5, P₂O₅:8, K₂O:8 g/m²，条間 30cm 株間 15cm の 1 株 1 本植の均一条件下で栽培し，出穂期・成熟期・草丈・収量などの栽培特性を調査した。さらに，玄米の形状，色（色彩色差計 MINOLTA CR-221, 200），食味の要因であるアミロース含量（ヨード・ヨードカリ法）とタンパク質含量（CN コーダー）を測定した。

(2) 推定肥効率から計算した窒素 N 0~28g/m²の異なるレベルの牛糞堆肥と鶏糞を施用した水田で，ホールクロップサイレージ（発酵粗飼料，WCS）用品種「たちすずか」などの飼料イネを栽培し，バイオマス生産量と田面水の分析を行った。

- (3) 玄米のポリフェノール含量は Folin-Ciocalteu 法、抗酸化活性は DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) 法または ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) 法によって測定した。
- (4) 紫黒米玄米の着色およびアントシアニン含量について、出穂後の推移と登熟期間中の気温の影響を調べた。
- (5) 赤米・紫黒米の糠層と玄米粉を蒸留水およびエタノールで抽出し、抗菌性を白米（しろまい）と比較した。比濁法および寒天拡散法により、大腸菌 *Escherichia coli* および枯草菌 *Bacillus subtilis* を用いた。
- (6) 高・低アミロース米および有色米の玄米を炊飯し、小麦粉（強力粉）の 15 または 30% を置き換えて、ホームベーカリーで食パンを製造した。製造後 24 時間経過後、パンの容積・内皮色を測定し、官能試験を行った。
- (7) 赤米 8、紫黒米 4 および白米 2 の計 14 品種の玄米を用いて、高温糖化もとを模倣した醸造試験を行い、醸造におけるコウジ菌および酵母に対する色素の影響を検討した。
- (8) 直播適性を比較するために、新形質米や有色米を含む 19 品種を対象に、圃場試験および発芽試験（低温発芽性・土中出芽性）を行った。
- (9) 有色米を含む 18 品種のイネ幼植物体を部位別に分けて乾燥、70%メタノールで抽出し、レタスとホワイトクローバーに対するアレロパシー活性（成長抑制効果）を検討した。
- (10) 過去のデータも含めて、栽培特性や玄米の分析値をとりまとめ、既報の整理を行い、報告書を作成する。

4. 研究成果

- (1) 約 500 品種・系統について、出穂期、成熟期、稈長、穂長、穂数、止葉（長・幅・着生角度）、ぼう性、着色、倒伏程度、脱粒性、全重、籾重、玄米形状、色（色彩色差値）を整理した。約 50%の品種については、さらに玄米タンパク質含量、アミロース含量、外観品質を整理した。
- (2) 飼料イネの地上部収量は $N14g/m^2$ のレベルで頭打ちとなった。また、「たちすずか」は乳牛による消化性の低い籾の収量が低く、ワラ収量が高く、WCS に向いた品種であることが示された。さらに栽植密度により、籾の割合すなわち収穫指数が大きく変わることなどを明らかにした。
- (3) 紫黒米・赤米・緑米・白米（しろまい）の玄米の玄米色は、色彩色差計で 4 品種群を明確に区別でき、品種間差異も明らかにできた。DPPH ラジカル消去活性は、赤米>紫黒米>緑米=白米であり、ポリフェノール含量も同様であった。ORAC 法による抗酸化活性は DPPH 法とほぼ正比例した。有色米を用いた健康機能性食品製造の可能性が示された。
- (4) 紫黒米の玄米アントシアニン含量は、出穂後 4 週間でピークに達し、その後徐々に低下した。また、登熟期間中が高温ほど色素発現は劣ったが、その程度に品種間差異が認められ、高温耐性の紫黒米開発の可能性が示された。
- (5) 大腸菌および枯草菌に対して、白米は全く抗菌性を示さなかったのに対して、赤米・紫黒米の抽出成分は抗菌性を有することが確認できた。
- (6) パン製造時に米の添加量を増加させることにより、パンの膨らみが悪くなった。有色米で内皮色は a^* （赤み）が増大し、 L^* （明度）は低下した。米の添加により、パンの粘りや甘みで高い評価が得られた。米のアミロース含量が低いほど、パンの粘りが増した。
- (7) 醸造試験において、発酵は順調に推移したので、コウジ菌由来の糖化酵素に対して有色米の色素の影響はないと考えられた。酵母に対しては、アントシアニンは初期増殖を抑制している可能性が示された。
- (8) 種子発芽試験の結果、低温条件下や土中からの出芽性（発芽率・平均発芽日数）には大きな品種間差異がみられた。直播の際のストレス環境下でのイネの発芽や初期生育は、移植栽培の育苗の際のような好適条件下ではわからない品種の特性が重要である。
- (9) イネ幼植物体のアレロパシー活性は、葉・種子・根の部位によって差があったが、活性は濃度に比例して高まり、とくに全部位で強い活性を示した品種は「対馬赤米」であった。
- (10) 奈良時代から江戸時代の資料類あるいは現物を調査し、わが国の古代の赤米および陸稻の呼称に関する歴史的考察を報告した。
- (11) 平成 22~24 年度科学研究費補助金報告書「多様なイネで日本の水田を守る—県立広島大学で収集してきた国内外の稲遺伝資源の栽培特性と活用事例—」（A4 106 頁、写真

1) を発行し、関連の研究機関・研究者・農家および希望者へ配布した。内容は、以下のとおりである。

第1章 多様性に富むイネ(品種の多様性、世界のイネ、観賞用イネ、スーパーライス計画と古代米、栽培・調査法、栽培上の注意と種子の入手法) ----- P1

第2章 本研究の背景と目的----- P7

第3章 有色米および香り米等に関する研究(栽培特性、分析結果、利用法の開発、現地調査等に関する論文と学会発表要旨) ----- P11

第4章 イネ品種特性表(栽培特性、玄米の色彩色差値・アミロース含量・タンパク質含量) ----- P65

第5章 巻末カラー写真(出穂期の花・穂、籾の形態的変異例、葉色変異稲と栽培特性、水田アート事例、有色米等の活用事例、組織観察・抗酸化活性等の研究、国内外での現地調査、大学研究水田) ----- P91

発表論文リスト(全91点) ----- P103

あとがき----- P106

囲み記事(品種名の表記、水田の多面的機能、在来作物の魅力、稲体各部位の名称、主要品種説明、文献紹介、鉄コーティング直播栽培、等)

以上

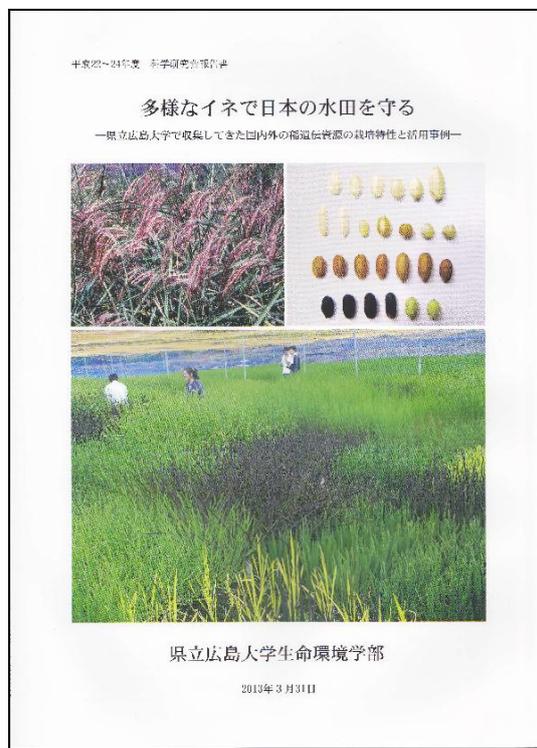


写真1 報告書の表紙

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

① Noguchi-Kato, Hisashi, Kenji Nitta and Tomio Itani. Allelopathic potential of several white, red and black rice cultivars. Plant Production Science (印刷中). 査読有.

② 小川正巳・猪谷富雄. わが国の古代の赤米. 生命環境学術誌 5: 49-63. 査読有, 2013.

③ Chen, Xiao Qiong, Norio Nagao, Tomio Itani and Kohei Irifune. Anti-oxidative analysis, and identification and quantification of anthocyanin pigments in different colored rice. Food Chemistry 135: 2783-2788. 査読有, 2012.

④ 猪谷富雄. 「古代米」から稲の世界へ. 日本醸造協会誌 107: 719-732. 査読無, 2012.

⑤ 小川正巳・猪谷富雄. 我が国の陸稲の呼称に関する歴史的考察. 生命環境学術誌 3: 57-71. 査読有, 2011.

[学会発表] (計10件)

① 地川侑希・妹尾拓司・猪谷富雄. 土壌条件及び施肥条件が紫黒米品種の生育・収量・品質に与える影響. 日本作物学会中国支部研究集録 52: 49-50. 2012. (岡山大学)

② 佐野智広・森永力・猪谷富雄. 有色米の抽出成分による抗菌性. 日本作物学会中国支部研究集録 52: 51-52. 2012. (岡山大学)

③ 猪谷富雄・Gusmini・河野幸雄・岸本一郎・池田匠・鈴木克年・増田泰三・西村和之. 堆肥施用水準が異なる飼料イネ栽培水田におけるバイオマス生産量と環境負荷の実態調査. 日本作物学会紀事 81(別2): 66-67. 2012. (東北大学)

④ 小林祐太・Tuty Angrainii・長尾則男・吉野智之・猪谷富雄. 紫黒米・赤米・緑米の抗酸化活性と関連形質の品種間差異. 日本作物学会紀事 81(別2): 118-119. 2012. (東北大学)

⑤ 猪谷富雄・新田賢司・加藤尚. イネ幼苗メタノール抽出液のアレロパシー活性. 農業生産技術管理学会誌 19(別1): 62-63. 2012. (鹿児島大学)

⑥ 地川侑希・河村麻衣・猪谷富雄. 赤米・

紫黒米等の炊飯玄米を添加したパンの製パン性と官能試験. 日本作物学会紀記事 80 (別 2) : 28-29. 2011. (山口大学)

⑦ 小林祐太・柴田奈未・猪谷富雄. 登熟期間中の温度条件が紫黒米の着色及びアントシアニン含量に与える影響. 日本作物学会紀事 80 (別 2) :24-25. 2011. (山口大学)

⑧ 猪谷富雄. 県立広島大学で保存する在来種を中心としたイネ品種群の分類と利用例. 日本作物学会紀事 80 (別 2) :292-293. 2011. (山口大学)

⑨ 大塚健太・猪谷富雄・石川隆二. 日本在来香り米の系統解析に基づく BADH2 遺伝子の遺伝的・形態的解析. 日本育種学会第 120 回講演会 (2011 年秋季) : 613. 2011. (福井県立大学)

⑩ 猪谷富雄・中野幸恵・谷本昌太. 赤米および紫黒米の醸造試験. 農業生産技術管理学会誌 18 (別 1) : 24-25. 2011. (神奈川県立農業技術センター)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

猪谷 富雄 (ITANI TOMIO)

県立広島大学・生命環境学部・教授

研究者番号 : 6 0 0 8 7 8 9 8