

広島農技セ研報  
Bull. Hiroshima  
Agric. Res. Cent.

ISSN 0918-4848

広島県立農業技術センター研究報告第56号

# 酒米の生産技術改善に関する研究

前 重 道 雅

Studies on Improvement of Production Technology  
for Sake Brewery Rice

Michimasa MAESHIGE

平成 5 年 3 月

広島県立農業技術センター

(広島県東広島市八本松町原)

# 酒米の生産技術改善に関する研究

Studies on Improvement of Production Technology  
for Sake Brewery Rice

前 重 道 雅

Michimasa MAESHIGE

# 目 次

序 文	1
第1章 緒 言	4
第2章 酒米栽培に関する研究史	10
第3章 生産条件による酒米品質の変動とその改良	13
第1節 イネの分けつ次位と心白の発現状況	13
第2節 剪葉・剪根及び遮光処理が心白の発現に及ぼす影響	17
第3節 移植・直播様式の違いが心白の発現に及ぼす影響	20
第4節 栽植密度の違いが心白の発現に及ぼす影響	23
第5節 苗質の違いが心白の発現に及ぼす影響	26
第6節 肥料3要素が心白の発現に及ぼす影響	29
第7節 窒素施肥法の違いが心白の発現に及ぼす影響	32
第8節 穂肥時期の違いが心白の発現に及ぼす影響	35
第9節 直播栽培における施肥法が心白の発現に及ぼす影響	38
第10節 堆肥の施用が心白の発現に及ぼす影響	40
第11節 小 括	42
第4章 登熟条件による酒米の化学成分等の変動とその改良	43
第1節 酒米のタンパク質含量の品種間差異	43
第2節 酒米のタンパク質含量の生産地間変動	50
第3節 登熟気温の違いによる酒米のタンパク質含量の変動	54
第4節 登熟推移に伴う酒米の物性等の変動	59
第5節 登熟推移に伴う酒米の化学成分組成の変動	69
第6節 小 括	78

## 序 文

第5章 育種による酒米改良	80
第1節 八反系品種の改良（その1）八反35号	82
第2節 八反系品種の改良（その2）八反錦1号及び八反錦2号	86
第3節 雄町系品種の改良，広酒7号	95
第4節 小 括	100
第6章 総 括	102
第7章 摘 要	107
引用文献	110
Summary	117
付 写 真	122

清酒の醸造には酒造好適米と醸造用一般米が用いられている。

酒造好適米は、通称酒米（さかまい）と呼び、心白米（しんぱくまい）を指す。

清酒醸造に用いられる米の名称は、製造工程によって、麴米と、酒母米（しゅぼまい、別称もと米ともいう）及び掛米（かけまい）に分けられる。酒米（心白米）は麴米に使用され、酒母米と掛米には通常、一般食用米が使用される。それぞれの使用割合は麴米20～23%、酒母米7%、掛米70～73%である。酒米の使用割合は、原料米全体からみれば20～30%にすぎないが、酒質に及ぼす影響はきわめて大きいため最大級の関心が払われる。

そのため酒米の精白は一般食用米（91%）に比べて強度に行われ普通酒用でも70%程度、吟醸酒で60%以下、大吟醸酒では30～40%程度まで行われる<sup>64)</sup>。酒米は昔から一般食用米よりも高価格で取り引きされてきた。これは酒米生産には栽培適地が限定され、肥培管理に労力を多く要し、収量も低いため、現在でも産地、品種によって20～40%の加算金が支払われている。

醸造上有用な心白について作物学的にみると、心白は大粒種に発現しやすい。大粒種ではデンプン集積過程で、米粒の背側維管束に沿って集積が行われる際に、中央部に集積不十分な部分ができ白色不透明な心白が形成される<sup>64)</sup>。心白部は、吸水により亀裂が起り、蒸米の糊化性をよくし麴菌の侵入、いわゆる破精込み（はぜこみ）がよくなり醸造適性が高い<sup>37,65)</sup>。

野白<sup>72)</sup>の酒造技術史調査によると、酒造好適米の概念を提唱したのは醸造試験所の佐藤寿衛氏が大正中～後期に行った一連の研究からであるという。吉沢ら<sup>115)</sup>、米崎ら<sup>114)</sup>、花本<sup>7)</sup>、山根ら<sup>112)</sup>によると作物学的にみた酒米の3大醸造適性として、大粒性、心白の発現及び低タンパク質含量をあげている。

清酒醸造では、伝統的技術が重んじられ、その原料酒米の生産場面でもまた旧来の品種や栽培技術が踏襲・勵行されてきた。

近年、普通食用米品種の育種の急速な進展と栽培技術の高度化の中で、広島県においてもまた、特産酒米の栽培技術改善は立ち遅れることになった。

醸造原料である酒米品種特性として、これら大粒性、心白の発現、低タンパク質含量などの醸造適性を付加的に具備する必要がある、その他の栽培特性にリスクを持たざるを得ず、品種の欠点は栽培技術で補完しなければならない。

本研究は、これらの難しい問題背景のもとで、その解決のために作物学的解析と広島県における実証研究を行いながら、原料酒米の安定生産技術改善と品種改良を総合的に実施したものである。

第1章では、全国的な酒米生産状況、広島県の清酒醸造と酒米の歴史、酒米の育種目標、酒米の生産環境等について述べ、第2章では酒米栽培の研究史について概観した。

第3章では、酒米の品質のうち主に心白の発現について、生産条件による変動要因を究明し、生産技術の改善策を呈示した。

第4章では、酒米の品質のうちとくにタンパク質含量等化学成分や物性について、登熟条件による変動を究明し生産技術改善の資とした。

第5章では、酒米改良の一環として品種改良をとり上げ、広島県の伝統品種である八反と雄町の改良を行った。

本研究は、1957～1990年に広島県立農業試験場及び同吉舎支場、あるいは広島県内の酒米生産地の農家圃場で実施した。

これから得られた知見や成果は、広島県酒米栽培基準に組込まれるとともに、育成品種は広島県奨励品種として採用され、その作付けシェアは90%に達している。平成2年度の広島県酒米作付け面積は709haに拡大し、生産量3,550tのうち65%は県内で消費されるが、35%は北は青森県から、南は大分県までの31府県へ移出されている。

また、良質な原料酒米の供給は広島県の酒の酒質向上にも貢献し、安芸西条を中心とした広島酒は、灘、伏見とともに日本最高水準の品質を堅持し、毎年全国鑑評会で最高の評価を受けている。

## 謝 辞

本論文で行った試験研究や品種育成は、1957—1990年に広島県立農業試験場及び同吉舎支場、あるいは県下の酒米生産地の農家圃場で実施した。この間多くの方々にお世話になった。当场及び吉舎支場の研究員及び技術員は勿論、酒米産地の農業改良普及所、市町村及び農協、広島県経済連、現地試験等を担当された農家の方々、広島県庁先輩諸氏には、わけでも多くのご支援をいただいた。

さらに、賀茂鶴酒造株式会社取締役技師長鼓 尚夫氏、株式会社サタケ製作所化学研究室長古浦二郎氏、広島県立食品工業技術センター手島義春主任研究員、兵庫県立中央農業

技術センター農業試験場西田清数作物部長、当场那波邦彦主任研究員、原田昭彦主任研究員、林 英明主任研究員及び前重美保子らの方々にはデータの引用並びに調査取りまとめに各般のご協力いただいた。

また、歴代の農業試験場長であった江戸義治氏、故滝広徳男氏、鳥生久嘉氏、当時の吉舎支場長竹井孝行氏、研究員古川和雄氏及び神笠俊昭氏ら先輩諸兄のご指導ときびしい叱咤激励をいただいた。

本論文をとりまとめるに当っては、東京農業大学教授田辺 猛博士、同大学教授平井八十一博士、同大学教授（元国税庁醸造試験所）吉沢 淑博士、同大学教授（元農林水産省食品総合研究所）竹生新治郎博士、元東京農業大学教授金木良三博士、元農林水産省食品総合研究所平 宏和博士、元同研究所平 春枝博士の諸先生方にたゆまぬご指導ご教示を賜った。

竹下虎之助広島県知事は、筆者のことをよく酒の場長として激励いただいているところであるが、1県職員として奮起いたすところである。

また新品種育成に当り酒米産地で現地選抜圃を担当してくれた両親の協力も大きな支えであった。

以上多くの方々のご協力で小論の集大成ができたことに対し、ここに銘記して心からお礼を申し上げますとともに、広島酒と酒米の生産にいささかでも寄与することができれば望外の喜びである。

# 第1章 緒 言

## 1. 全国の酒米生産状況について

全国における平成2年度の醸造用玄米の産地品種銘柄は63産地品種で、28府県28品種となっている。

全国の作付面積は約16,482ha、生産量は71,800トンで、作付けの多い品種は五百万石(6,327ha)、山田錦(4,100ha)、美山錦(1,871ha)、兵庫北錦(1,275ha)、八反錦(572ha)の順で、これら5品種で全体の86%を占めている。

酒米品種の育種は、明治時代から行われており在来種の雄町や亀の尾に由来するものが多い。著名な山田錦、五百万石あるいは、たかね錦、改良雄町等はこれらの系譜に属する。八反錦は八反の系譜を守り改良したものである。

酒米育種を行っている県と最近育成された品種をみると、青森県はおくほまれ(1984)、華吹雪(1987)、愛知県は若水(1983)、兵庫県は六甲錦(1983)、灘錦(1983)、兵庫北錦(1987)、広島県は八反錦1号(1984)、八反錦2号(1984)等があり、これら新品種のうち全国作付面積上位10位に入る品種は、わずか兵庫北錦、八反錦1号、灘錦ぐらいで、新品種が使い慣れた五百万石や山田錦など古い大物品種にとって代わることはなかなか難しいのが現状である。

しかし、最近の純米酒、吟醸酒など高級酒志向のもとで、良質な原料酒米が要望されており、各県とも新品種育成や生産奨励に積極的に取り組んでいる。

## 2. 広島の清酒醸造と酒米の歴史について

広島県の清酒醸造業は古く、天正年間(1573)に起きたといわれ<sup>10)</sup>、最近のような発展は明治28年(1895)日清戦後のことである。この時期から明治後半にかけて、広島酒の改良は先覚者たちによりめざましくすすみ、全国的に銘醸造地の名声を博するに至った。

全国トップの品質を誇る広島酒を生んだ先覚者は、広島県安芸津町(広島杜氏の里)の三浦仙三郎(1847~1908)である。

氏は明治20年代(1887~)に灘の硬水に対して広島の軟水を生かした軟水醸造法を開発した。また、杜氏の人材育成に努力し、今日の優良酒生産の伝統を残した<sup>106)</sup>。

一方、原料となる酒米の改良については、大正11年(1922年)までは民間育種家にゆだねられていた。明治、大正年間に民間で育成された酒米品種は八反、雄町、伊勢穂、小天狗の4品種であり、現在その系譜を保っているのは八反系と雄町系である。

八反を育成した育種家は、広島県入野村の大多和柳祐(1819~没年不祥)である。花崗岩系のやせた土壌と山間地の秋冷を回避するために、早生種の大粒、長穂個体を抜穂で選抜したものと思われる。広島県の中山間地帯に適応した生態型をもつ八反系はこのようにしてでき上がっていったものであろう<sup>53)</sup>。

その後の八反系の品種改良は、農業試験場で行われ、八反10号は大正10年(1921)に純系分離法で、八反35号は昭和37年(1962)に八反10号×秀峰、八反40号は昭和40年(1965)にヤエホ×八反10号でそれぞれ人工交配による系統育種法で育成した。さらに八反錦1号(農林種苗登録第589号)<sup>50)</sup>及び八反錦2号(同第590号)<sup>51)</sup>は八反35号×アキツホの人工交配による集団育種法で昭和59年(1984)に育成した。雄町系の品種改良は、民間育種として大正中期から広島県比婆郡で栽培されていた中生雄町を命名した比婆雄町(1929)及び広島県船木村西本武雄が備前雄町から純系分離した船木雄町(1928)がある。

島根県農業試験場が比婆雄町×近畿33号で育成した改良雄町(1960)<sup>14)</sup>を、著者が更に片親に人工交配した広酒7号(改良雄町×関東98号F<sub>10</sub>)<sup>15)</sup>について、大量醸造試験を継続検討中である。このようにして八反系と雄町系の血脈を絶やさないように、現代品種にアレンジしてきた。

広島県における水稻育種事業は、明治33年、農業試験場創立当時から開始された。当初は在来種の収集・選定や純系分離育種であったが、大正中期から交雑育種が実施された。しかし、昭和2年の国による育種体制整備に伴い県独自の育種事業は中止され、専ら国の育種組織から配付される系統の選定事業に移行した。ところが、広島県特有の酒米品種については小規模ながら継続された。

広島県立農業試験場における主要育種法は系統育種法である。最近は突然変異誘起や薬培養法もとり入れているが、主要な育種法は世代促進法を組み合わせた集団育種法ですすめている。一般に心白発現個体は長稈で晩生なものが多い。この連鎖をたちきるため、初期世代でできるだけ多くの心白発現個体を選抜し、その中で劣悪形質個体を破棄するのが効率がよい。すなわち初期選抜効果が高い粒大や心白についてはF<sub>2</sub>でまず粗選抜を行い、F<sub>3</sub>~F<sub>5</sub>は遺伝的歪みを起こさせないように留意しながら苗代集団で経過させる。同型接合性がすすんだ中後期世代から現地で本選抜を実施して効果を上げている。

## 3. 酒米の育種目標について

酒米品種の育種は、一般食用米品種の育種より遅れている<sup>111)</sup>。そのため、耐倒伏性や耐病性が劣ったり、晩生すぎたり、穂発芽や脱粒性が易のものもある。収量や心白の発現は、気象による年次間変動が大きく、不安定である。品種によって地域適応性が異なり広域適

応性が小さい。

これら酒米品種の特性改良には、改良がすすんでいる一般食用米品種を片親に用いて実績を上げている<sup>59)</sup>。

育種目標としては<sup>75)</sup>、早熟化、短稈化、多収化を狙うが、このことは裏がえせば、短穂小粒化、心白発現の低下、高タンパク質化、醸造適性の低下などにつながりやすく、一般食用米の育種にもまして困難が伴う。反面、優良新品種育成は、生産者、実需者双方に対し大きい経済効果が期待される。

筆者が広島県立農業試験場で掲げた育種目標について述べる。

① 稈長及び草型；酒米品種は長稈なものが多いが、短稈化すると小粒・短穂化し、心白の発現は低下しやすい<sup>3,59)</sup>。このため稈長は80cm程度を目標とする。大粒化には長穂穂重型が有利であるが耐倒伏性や生産力が不十分となりやすい。反面、穂数型は小粒で心白の発現が劣り、環境条件次第では登熟低下が著しい。このため草型は中間型を選ぶのが無難である。

② 早晚性；早生種は小粒、高タンパク化しやすく、デンプンの物性が劣り醸造適性が劣るため、酒米としては晩生種がすぐれている。山田錦、雄町などが好例である。しかし晩生種の作付拡大は多くを望めないで中生種をめやすに選抜する。

③ 穂発芽性及び脱粒性；酒造原料でもあり、穂発芽して胚乳の溶解が起こった米は厳禁である。世代促進における休眠打破の高温処理は十分に行い、発芽難の個体を失わないように注意する。

④ 耐病虫性及び耐冷性；酒米品種は耐病虫性が劣る品種が多いが、最近ではしまはがれ病、いもち病など多病害複合抵抗性を備えた優良な母本が用意できる<sup>76)</sup>。いもち病や耐冷性については常発地で検定して選抜する。

⑤ 粒大及び心白；心白は大粒に発現しやすいが大粒個体は長稈長穂のものが多い。大粒性や心白の発現は劣性であるので選抜は困難であるが、遺伝率は高く<sup>28,102)</sup>初期選抜の効果が高いから、F<sub>2</sub>で粗選抜すると効果的である。玄米1000粒は早生種で24.5g以上、中晩生種で26g以上を、また、心白の発現粒数歩合は80%以上をめやすとする。

⑥ 玄米成分及び醸造適性；タンパク質含量が重要である。タンパク質含量は白米吸水性や蒸米消化性と逆の相関関係にあり、酒質や貯蔵性に影響するので低い方がよい<sup>55,114)</sup>。晩生種はタンパク質含量が低い故作付拡大は困難であるのでタンパク質含量は玄米6~7%、白米5~6%の中生種をめやすに選抜する。

醸造適性の評価法に関しては、多くの研究成果が報告されており<sup>7,114,116)</sup>、全国統一法で実

施されている。育種場面では後期世代の生産力検定試験段階から実施する。育成の最終段階では、大量醸造試験を3年以上実施して結論を出している。

#### 4. 酒米の生産環境について

酒米の生産は、古くから特定の地域で行われている。広島県における酒米生産地は中国山脈の南麓に位置する標高200~400mの中山間地帯で、主要産地は比婆郡比和町(標高400m)、双三郡三和町(350m)、高田郡高宮町(300m)である。

適地をかたち作る環境要因は何か、広島県気象及び土壌メッシュ地図<sup>11,12)</sup>からみると、酒米産地における5月から9月の稲作期間の平均気温は、19.2~20.7℃(年平均気温は11.0~13.0℃)であり、19℃以下の中国山地地帯や、21℃以上の瀬戸内沿岸地帯には酒米産地はない。

この地帯の稲作期間の気象的特徴としては、日照時間は多く950~960時間、月平均日射量は14.9 MJ/m<sup>2</sup>/dayである。降水量は900~1,000mmであり1,100mmを超える多雨地帯には酒米産地はない。登熟期間の日気温較差は9~11℃もあり、9℃未満の南部の低標高地帯には酒米産地はない(第1-1図)。

土壌の母岩及び土壌型分類は、三和町及び高宮町は花崗岩に由来する粗粒質乾田である。比和町は火山放出物に由来する腐植質の黒ボク乾田である。このように作土の土壌型は異なるが共通点として河川の流域や山麓緩斜面に立地し、下層への透水が良好なことがあげられる。

広島県のオリジナル品種である八反系品種の八反10号、八反35号、八反40号、八反錦1号及び八反錦2号などは、比較的早熟品種であり、日気温較差の大きい高標高地帯で栽培される。大粒心白米品種にとっては、日気温較差が大きく、多日照時間及び良好な透水性による根活性の維持など効率的な登熟条件が必要である。

このような品種生態と生産環境の関係が融合化して酒米産地が形成される。この事象は晩生品種の雄町系品種についてもみられる。

大粒品種の雄町系品種である比婆雄町、船木雄町及び改良雄町はかつて第3紀層凝灰岩あるいは頁岩の粘質土壌地帯の世羅郡世羅町(標高300m)、庄原市(250m)、豊田郡船木村(100m)でよく適応し、産地が形成されていた。晩生品種の立地条件として低標高地に向き、後期栄養の維持にも合致した粘質土壌条件であったが、晩生種が作業体系に合わず、作付面積は少なくなった。

また、兵庫県における晩生大粒品種山田錦の産地形成に同様な事象がみられる<sup>16,17)</sup>。山田錦の産地は、瀬戸内海から、距離的に近い六甲山地の北の内陸部であるため、温暖(年平均

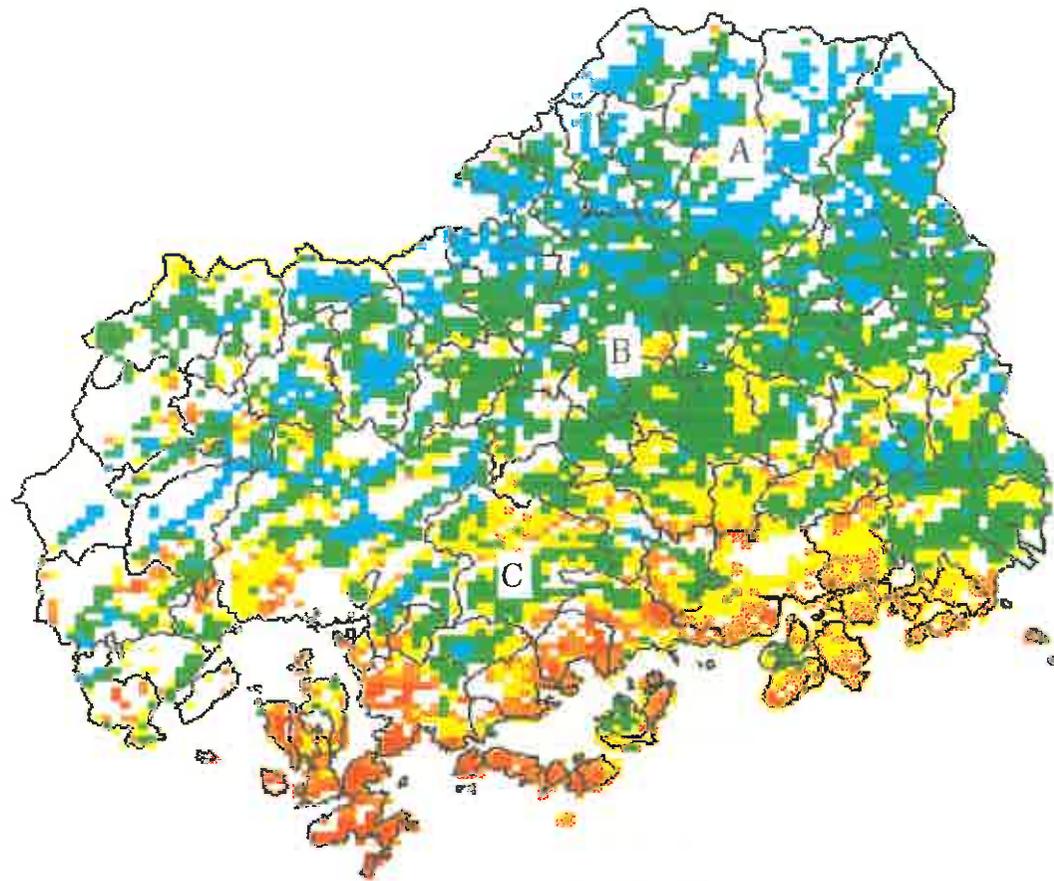


Fig. 1-1 Air temperature conditions of production for Sake brewery rice in Hiroshima prefecture.

Symbol	Range of air temperature in the ripening period <sup>1)</sup> (°C)	Region	Main production place
	10.1~11.0	Chugoku mountainous area	A: Hiwa
	9.1~10.0	Central plateau	B: Miwa, Takamiya
	8.1~ 9.0	Southern flat	C: (Agric. Expt. Stn.)
	7.1~ 8.0	Coastal area of the inland sea	
	5.1~ 7.0	Islands in the inland sea	

<sup>1)</sup> Aug. 11~Sept. 19.

均気温14℃、広島県の八反系品種の産地では11—13℃) かつ、標高は100~250mの丘陵地帯で登熟期の気温較差は大きい。棚田状水田で日照条件はよく、透水性は良好である。特徴としては晩生品種向きに第3紀層の凝灰岩あるいは頁岩のモンモリロナイトの粘質土壌で後期栄養の維持に好適する。この事象についても品種生態と生産環境要因がうまく合致している。

ところで、酒米の産地形成に大きく寄与している要因として、自然環境要因に加えて、人的要因が大きく関与していることを見逃してはならない。

広島県立農業試験場は気象庁の協力を得て全国に先駆けて1982年に広島県メッシュ気候図<sup>11)</sup>を作成し、1990年には広島県メッシュ土壌分布図<sup>12)</sup>を完成させたが、著者は、この天(気象)、地(土壌)の資源データに人(労働資源)的メッシュデータの構築を提唱、推進しているところである。作物生産には人的要因が重要である。酒米生産地帯では米づくりに対する農家の意欲は高い。広島県の八反錦にしても兵庫県の子田錦においても、農家は酒米生産の伝統に誇りを持ち、生産技術を磨き、産地を維持形成しているのである。

## 第2章 酒米栽培に関する研究史

生産環境要因が心白の発現に及ぼす影響についての研究は、既に1935年に永友ら<sup>71)</sup>が施肥、土壌、落水期、倒伏、遮光等との関係について検討している。しかし、本格的な研究が開始されたのは、1950年代後半になってからである。

長戸ら<sup>64)</sup>は心白の発現機構について、米粒の中心部が透明化する開花後10日頃に未だ粒の外側部への養分集積が行われ、中心部への集積が円滑を欠き白色不透明な心白として残る、とした。

心白部の細胞構造について、植田ら<sup>108)</sup>長戸ら<sup>66)</sup>は、粒の周囲のデンプン細胞の肥大に伴って、中心部は圧迫破壊されてひだ状の亀裂が起こることを認めた。長戸ら<sup>65)</sup>前重ら<sup>39)</sup>は、肉眼的に心白が認められなくても中心部の硬度は小さく、潜在的に心白様構造を有しているとした。心白部のかたちについて植田ら<sup>109)</sup>は5つの型に、また江幡ら<sup>1)</sup>は線状心白、眼状心白及び中間の3型に分類した。

心白の発現を分けつ次位別にみると、高次分けつより低次分けつに発現が多い<sup>4,40,77,104)</sup>。1穂の着粒位置では開花順位の早い強勢穎花に発現が多く、粒大が大きくなるような良好な登熟条件で発現が多い<sup>27,63,64,77,96,104)</sup>。

北井<sup>34)</sup>他多くの施肥研究によると、肥料3要素のうち窒素は心白の発現を低下させ、リン酸、加里は発現を増大する。窒素の施肥法としては、分施方式がよい<sup>4,5,35,58,104,107)</sup>。

前重<sup>40)</sup>によると栽植密度を高めると、心白発現の高い低次分けつ割合が高くなり、心白粒歩合が高まった<sup>104,107,111)</sup>。田淵<sup>98,99)</sup>は直播栽培を試みたが、心白の発現がわるく中止した。前重<sup>38)</sup>は分けつ体系と心白の発現の関係に着目し、低次分けつで構成する直播栽培の有利性を認めた。実用化のためには直播栽培の一般的不安定要因は残されているが、心白の発現の増大には、早熟品種を用いた乾田直播がもっともすぐれていることを確認した。

酒米の生産環境条件に関する研究についてみると、兵庫県における山田錦の生産適地について井上ら<sup>22)</sup>は、第3紀層のモンモリオナイト粘質土壌が適するという。これとやや異なり広島県の早熟品種八反系の各品種は、河川の流域等の地下透水の良い砂壤土地帯に適している<sup>52)</sup>。これは品種の早晚性と土壌窒素発現との関係に起因しているためと考えられる。

気象条件としては、日気温較差が10℃以上あり、日照が良好な地帯がよい<sup>52,105,111)</sup>。夜温は13℃では低くすぎ<sup>2)</sup>、普通米品種の成績<sup>57)</sup>からみて、16℃～19℃が最適とみられる。

心白発現に関する遺伝解析の体系的研究は少なく、かつて農業試験場等で1～3の主動

遺伝子を仮定して心白発現様式を説明する試み等が行われたが、明確な結果は得られていない。これについて上島<sup>30)</sup>は心白や腹白が、登熟条件による変動や粒質の分類等で明確な解析を行いにくく厳密な遺伝解析を妨げているとしている。

上島ら<sup>28)</sup>は、心白発現には胚乳の遺伝子型が影響してキセニア現象の可能性があるとし、F<sub>2</sub>での選抜が有効であるとした。また、心白発現を促進する遺伝子がやや劣性であり、遺伝率は交配組み合わせによって0.533～0.897と異なるが高く、心白発現率と粒重との遺伝相関係数は0.316～0.845とかなり高いことを認めた<sup>29)</sup>。

育種事業に関しては、各県独自の伝統ののった品種を開発してきた<sup>53,75)</sup>。

育種上の問題点や育種目標については前述のとおりであるが、近年酒米育種を推進している主な県は、青森、長野、愛知、岐阜、兵庫、広島など10県余にのぼっている。

タンパク質や脂質は、古くから醸造上好ましくない成分とされ注目された<sup>55,61,114)</sup>。酒米品種のタンパク質含量は低いとした報告<sup>70)</sup>があるが、これは品種の早晚性その他のちがいに由来のものとみられ、多数品種を供試した平ら<sup>80)</sup>や前重<sup>41)</sup>によると普通米品種との差は認められなかった。普通米品種のタンパク質含量に関する研究は多く、高含量化の原因は早生<sup>90)</sup>、登熟期の高温、小粒化<sup>18,43)</sup>、窒素追肥<sup>83)</sup>、生産地の標高<sup>42)</sup>その他多くの要因がある。

タンパク質以外の化学成分について、デンプンや脂質等は未検討の分野である<sup>61,114)</sup>。平・前重は、登熟推移に伴う化学成分組成の変動について、タンパク質、灰分、リン、カリウム、マグネシウムは成熟期以後もわずかず増加するが、脂質は減少するとした。成熟期までは、脂肪酸組成のうち、ミリスチン酸、オイレン酸、リノレン酸は増加したが、パルミチン酸、ステアリン酸、リノール酸は減少した<sup>93,95)</sup>。脂肪酸組成が品種や生産年で変動する原因は登熟気温の高低によるものとした<sup>94)</sup>。

酒米品種の理化学的特性として、糊化特性、炊飯特性などについて、村山ら<sup>60)</sup>は兵庫県産米の産地間差異について報告している。前重<sup>44)</sup>は、登熟推移に伴う特性の変動を普通米品種と対比して検討した結果、品種間差異を認め、特性値は成熟期前約10日に安定し成熟期後約20日で劣化し始めた。

研究の成果は実学的に帰納され生産現場で活用される。最終的には良質な酒米を安定生産するために収量構成要素の目標値<sup>52,112)</sup>を定め、それに近づけるための生育指標<sup>13)</sup>を設けている。

県下の稲作をその生育指標に近づけるための手段として広島県では前重の提唱<sup>45,46,47)</sup>で1983年から全国に先駆けて水稻生育予測診断事業(OFAC, Observation Forecasting Adjustment and Control)を実施している。

これは、気象の年次変動による生育状況を、酒米を含め県下100地点で10日おきに農業改良普及所が調査し、これを農業試験場で集計予測し、適切な制御対策のコメントを付して生産者へ返す情報システムである。このシステムは酒米の安定生産をはじめ、県全域の稲作に貢献しており<sup>48,49)</sup>、1984年農林水産省「農業の動向に関する年次報告」(農業白書)でも報告され、多くの県で実施するところとなった。

## 第3章 生産条件による酒米品質の変動とその改良

### 第1節 イネの分けつ次位と心白の発現状況

強勢分けつに心白の発現が多いことが認められ<sup>47)</sup>、その発現特性により栽植密度を高め、相対的に強勢分けつ割合を増せば心白粒歩合を高め得ることが推測される。このような観点から栽培手段として密植、過剰分けつ抑制などは有効と考えられる。

直播栽培では強勢分けつ割合が高いこと<sup>88)</sup>から心白粒歩合が向上するであろうと推定される。このことを証明するため、異なる直播播種密度下における分けつ次位別心白の発現状況について調査を行った。

#### 試 験 方 法

当场吉舎支場において改良雄町を供試し、5,000分の1 a ワグネルポットに1964年6月1日湛水直播した。

処理区別は播種密度を1ポット当り仕立本数1, 3, 5, 7及び9本としそれぞれの本数を区名とした。1処理10ポットとして5処理区計50ポットを使用して実施した。施肥分量(g/pot)はN 1.2, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.4, K<sub>2</sub>O 1.4とし各区一律に施用した。

#### 試験結果及び考察

播種密度を高めるに従い個体間競争がおこり、主稈葉数、草丈及び個体当り穂数は減少し、次位別穂数構成中、心白の依存度が高次位から低次位へ移行した。また、収量構成要素のうち個体当り穂数、1穂えい花数は減少する反面、登熟要素は向上し、個体群としての収量は穂数とともに増加し、ある限界点から負に転じた(第3-1-1表)。

心白の発現を分けつ次位別にみると、分けつ発生の早い低次分けつほど、また同一次内の号位別には同じく分けつ発生の早い低号分けつほど、心白の発現は高い特性があり、従って、播種密度を高めるに従い低次分けつ依存度が高くなり、個体全体の心白粒歩合は向上した(第3-1-2表、第3-1-1図)。

このことから、稲の生育収量はある限界点から負に転じ漸減するが、心白の発現については高次位から低次位へ、また弱勢えい花から強勢えい花へその構成割合が移行するため、高い心白粒歩合が維持されることが考えられる。

同伸性の観点から、同伸分けつごとにとりまとめてみると(第3-1-3表)、前述の規則性は各次位間、または単一次位内で認められる特性であり、分けつ発生日を同じくする同分けつ群が、一律に近似的に高い心白発現値を示すわけではなく、同伸分けつ群内でも、分けつの強弱勢性が大きく影響していることが認められた。

心白の発生形態からみると、心白粒歩合のうちで心白鮮明粒割合(写真1)が高くなり、このことは同時に、玄米1粒中に占める心白部分の体積比(心白占有度)が増大しているものとみられる。

以上のことから、直播栽培で心白の発現値が高い理由は証明されると共に、主稈や低次分けつで構成する分けつ体系を目標とすることが栽培面で重要と考えられる。

Table 3-1-1 Sowing density and yield components.

Seed per pot	No. of leaf of main stem	No. of panicle		No. of grain per head	Percentage of ripened grain (%)	1000-kernel-weight (g)
		per plant	per pot			
1	15.5	30.7	30.7	70	70.1	23.7
3	15.2	10.5	31.5	64	72.8	24.5
5	15.0	6.6	33.0	54	76.9	24.6
7	15.0	5.3	37.1	49	78.7	24.9
9	14.3	3.6	32.4	49	86.8	24.9

Table 3-1-2 Appearance of white core in tillering position of rice plant. (%).

Plant per pot	Main stem	Primary tiller	Secondary tiller	Tertiary tiller	Quaternary tiller	per plant
1	80.0	75.3	74.7	66.4	24.7	67.1
3	79.0	73.7	63.9	—	—	68.3
5	85.7	85.1	62.2	—	—	76.0
7	87.4	80.4	65.9	—	—	78.9
9	88.6	83.5	66.3	—	—	79.9

Table 3-1-3 Appearance of white core in connection with the occurrence ecology of synchronously emerging tiller of rice plant. (%)

Plant per pot	Order of tiller	Rate of appearance of white core									
		80.9	80.0	79.7	77.6	77.6	76.9	75.9	73.0	70.7	60.5
1	Primary	80.9	80.0	79.7	77.6	77.6	76.9	75.9	73.0	70.7	60.5
	Secondary	—	—	—	80.2	79.9	79.9	78.8	73.3	69.9	—
	Tertiary	—	—	—	—	—	80.0	79.9	69.9	62.3	—
	Quaternary	—	—	—	—	—	—	—	26.4	19.4	—
3	Primary	85.9	75.4	72.6	70.7	70.9	66.5	—	—	—	—
	Secondary	—	—	—	—	73.4	66.4	58.5	54.3	—	—
5	Primary	86.5	85.0	84.5	84.7	85.0	—	—	—	—	—
	Secondary	—	—	—	—	62.4	61.7	—	—	—	—
7	Primary	87.6	86.3	86.1	77.3	64.8	—	—	—	—	—
	Secondary	—	—	—	—	66.9	—	—	—	—	—
9	Primary	88.9	86.5	86.4	87.9	67.6	—	—	—	—	—
	Secondary	—	—	—	—	64.6	—	—	—	—	—

■ : Primary tiller  
 ▬ : Secondary tiller  
 ▬ : Tertiary tiller  
 ▬ : Quaternary tiller

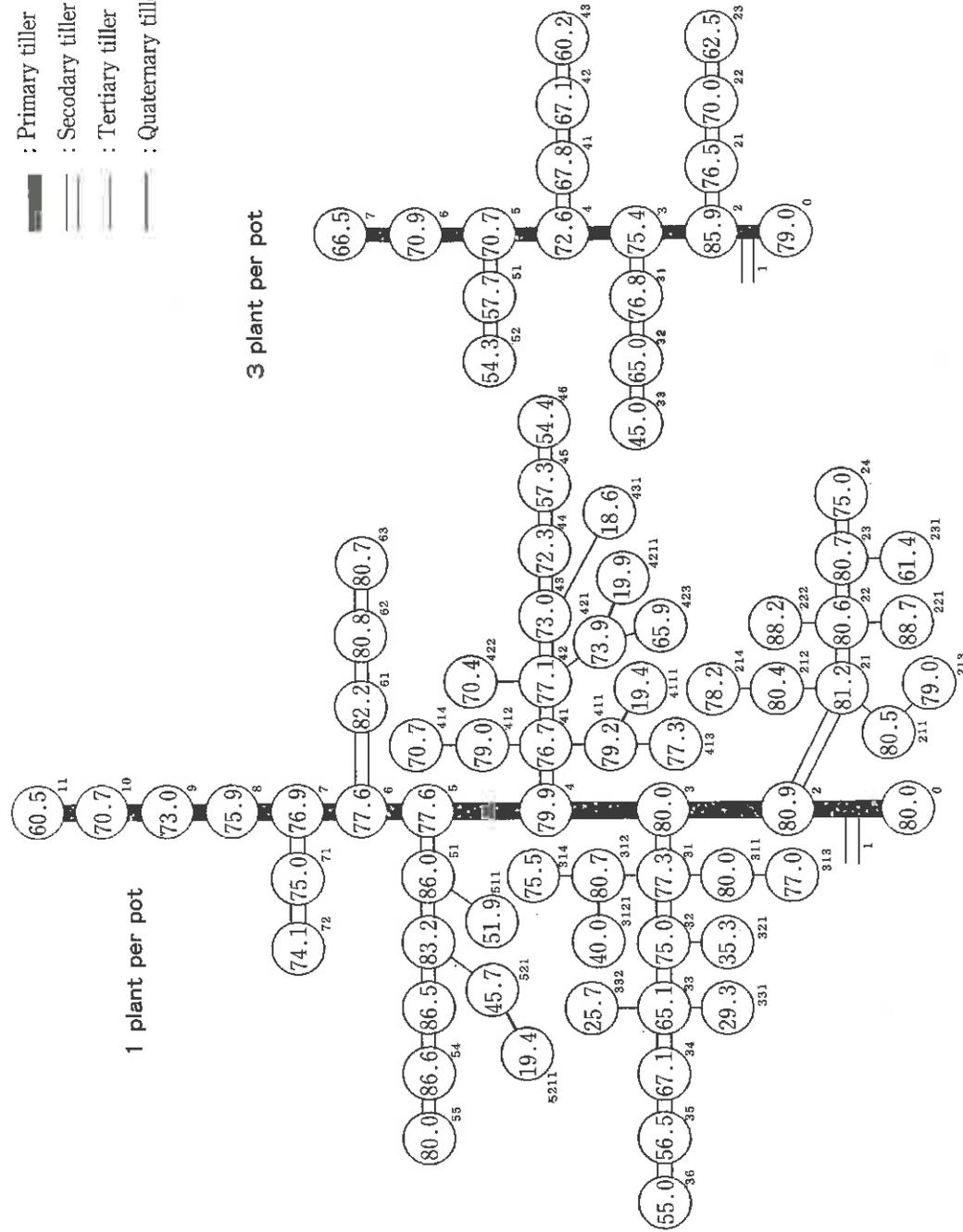


Fig. 3-1-1 Relation between appearance of white core and tillering position of rice plant.  
 Note: Figures in circle show the percentages of appearance of white cores and small figures out of circle show the rank of emerging tillers.

## 第2節 剪葉・剪根及び遮光処理が心白の発現に及ぼす影響

心白の発現に影響する生育時期と要因を明らかにするため、松島<sup>57)</sup>が収量構成要素解析で行った手法によって、生育時期別に剪葉、剪根、及び遮光等の生育阻害処理を加えて、心白の発現の変動を検討した。

### 試験方法

1958年当時吉舎支場で標準栽培した八反10号を供試し、1区1.7m<sup>2</sup>(30株)の3区制により試験を行った。なお調査は成熟期に各区それぞれ生育均一なる10株を抽出し、全穂数について行った。

- 1) 剪葉試験；出穂前20日より出穂後30日まで、5日毎に11回処理した。処理方法は、はさみで各処理時に出葉している全葉身を剪除し、その後は放置した。
- 2) 剪根試験；出穂前20日より出穂後30日まで、5日毎に11回処理した。処理方法は小さい丸型スコップで全根を株際より切断し(株中心より半径3cm)、その後は放置した。
- 3) 遮光試験；出穂前15日より出穂後35日まで、10日間ずつ5処理を行った。処理方法は天竺白木綿を上部及び側面に張った1.5×1.5×1.5mの遮光わくを作り各処理期間稲体を遮蔽した。平均遮光率は90%であった。

上記3試験は別々に行い、各試験毎に無処理区を設けてそれぞれ比較した。

### 試験結果及び考察

生育時期別に剪葉、剪根、及び遮光試験を行った結果、心白の発現は生育時期によってかなりの変動があることを認め、さらに心白粒歩合と玄米1000粒重の間には一定の傾向があることを認めた。

1) 剪葉試験；心白粒歩合は、出穂前15日(-15)～出穂後15日(+15)処理が低下し、とくに-15～0処理において著しかった。そして影響が認められなくなるのは+20以降の処理であった。玄米1000粒重は-20及び+15まで連続的に低下しており、心白粒歩合に比較してその間の変動は小さく連続的であった(第3-2-1図)。

2) 剪根試験；心白粒歩合は-10～+15処理が低下し、とくに出穂期頃の処理が著しく低下した。剪葉試験の場合と同様、処理の影響が認められなくなるのは+20以降の処理であった。玄米1000粒重は-5から+25まで連続的に低下しており、心白粒歩合に比較して変

動は小さいが連続的に低かった（第3-2-1図）。

3) 遮光試験；心白粒歩合は-15~-5処理が無処理に対して60%低下し、ついで+5~+15, +15~+25, 及び+25~+35処理であり、各々約30%低下した。すなわち穂孕期の遮光は心白粒歩合に著しく影響をもたらし、出穂後の処理ではその影響は比較的少なく出穂期頃の影響は認められなかった（第3-2-2図）。

剪葉、剪根の両試験を比較すると心白粒歩合の低下の時期が異なっており、剪葉試験よりも剪根試験の方が影響の表れる時期が約1処理段階（5日）遅れていた。

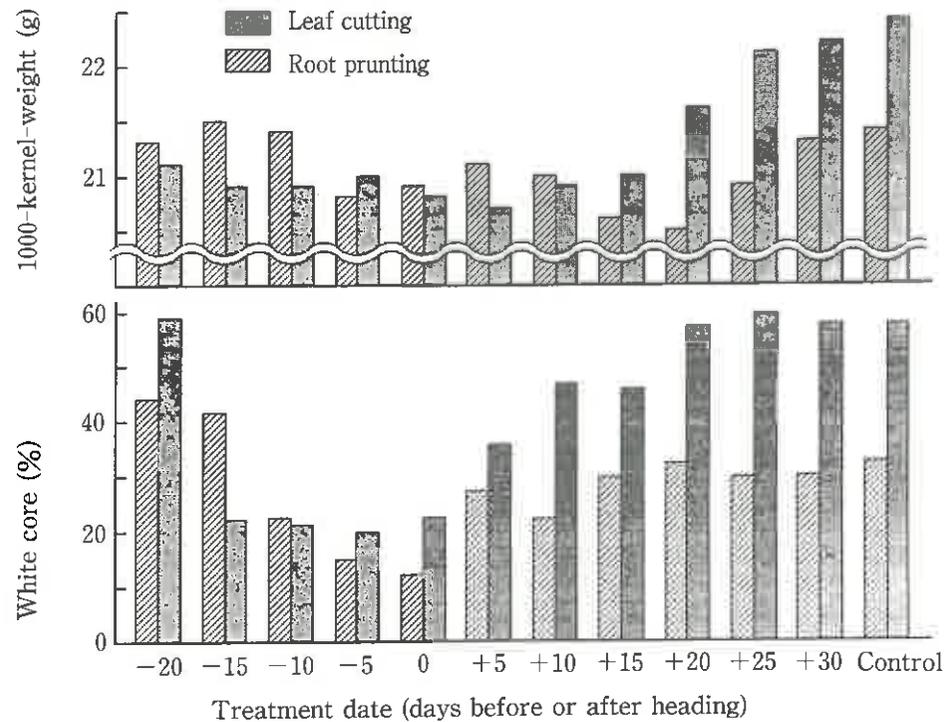


Fig. 3-2-1 Effect of leaf cutting or root pruning treatment on the appearance of white core and 1000-kernel-weight.

剪根試験では-20~-10処理の籾殻及び玄米は粒の長径が減じて粒厚、粒巾長が増大し丸味を帯びているが、これは-20~-10処理では籾殻が小さく規制されるが同時に1穂えい花数が約1/2に減少しており、従って1粒当たり蓄積養分量が増加したこと、また抜きとり観察では再生根量が多く（-20, -15処理では再活着し根量において無処理区と大差がない）養水分吸収機能がある程度回復して登熟期の栄養転流条件に大きな影響を及ぼさなかったことが推測される。さらに玄米1000粒重が最終的に決定される乳熟期頃に粒の2次生長方向、すなわち粒厚、粒巾長の肥大に影響して玄米1000粒重並びに心白粒歩合が増大したも

のと考えられる。

以上のように、心白粒歩合は生育時期によってかなりの変動を示し、これらの処理の影響が強く表れる時期は出穂前15日の減数分裂期頃から出穂後15日の登熟初期までであることがわかった。

このように心白粒歩合の変動の原因は、直接的には出穂前では処理時期が早い程、再生葉面積並びに再生根量が多いこと、また出穂後では処理時期が遅いほど葉身並びに根の存在期間が長いことなどが関係しており、剪葉、剪根や遮光によって光合成作用並びに根の吸収機能を阻害し炭水化物生産量を減じ、登熟歩合、玄米1000粒重及び心白粒歩合が低下したものと考えられる。

この期間はちょうど玄米1000粒重の決定期間に当るので、玄米1000粒重を増大する栽培手段をとることが心白粒歩合を高める栽培手段であることがわかった。

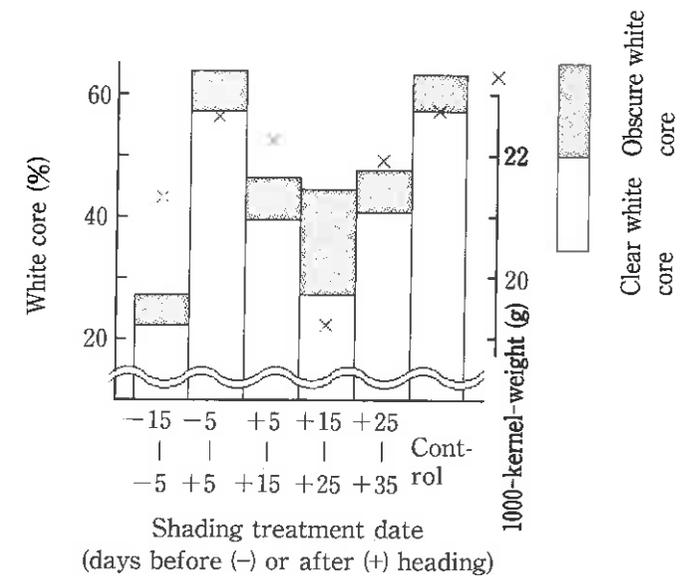


Fig. 3-2-2 Effect of shading treatment on the rate of appearance of white core.

### 第3節 移植・直播様式の違いが心白の発現に及ぼす影響

直播栽培で心白粒歩合が向上することを認めたが、この特性を利用して品質向上が図れるかどうかその可能性を検討した<sup>38)</sup>。

酒米品種の直播栽培に当って最も懸念されるのは、直播栽培された稲は移植栽培を行った稲に比べて生育相及び収量構成要素等が異なること、加えて酒米品種は概して長稈大穂で耐倒伏性、耐病性などが普通品種に比べて劣ること等のために玄米及び心白の発現特性に悪影響を及ぼし、品質の劣悪化を招きはしないかということであった。

#### 試験方法

栽培様式は移植区（6月25日、30×12cm、1株3本植）に対して乾田直播区（5月25日30cm条播、600g/a播）並びに湛水直播区（5月21日、30cm条播、600g/a播）を設け、これら各様式にそれぞれ八反10号、八反35号、改良雄町、改良山田錦、白露の5品種を供試した。試験は1963年に当時吉舎支場圃場で実施した。

施肥量は、N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O、各成分1.0kg/aとし、施用法は各栽培様式別の標準法によった。1区面積14.0m<sup>2</sup>、3区制、乱塊法で実施した。

#### 試験結果及び考察

収量構成要素を解析してみると、最高莖数は、移植区に比較して、直播区は20~30%多かったにもかかわらず有効莖歩合が15~20%低下し、その結果m<sup>2</sup>当り穂数は湛水直播区は移植区並み、乾田直播区は14%程度少なかった。個体当り穂数は両直播区が少なく強勢分げつ割合は高かった。

m<sup>2</sup>当り粒数は、移植区>湛水直播区>乾田直播区の関係を示し、一方登熟歩合、玄米1000粒は逆の関係を示した。

以上の結果、収量は各品種共、乾田直播区>湛水直播区>移植区の順に減収した。品質についてみると、直播栽培によって、個体当り穂数は少なく、強勢分げつ割合が高く、そのまま登熟歩合、玄米1000粒重及び心白粒歩合、心白占有度が增大する品種群の八反10号、八反35号、改良雄町と、逆に登熟要素は向上しても、心白粒歩合及び心白占有度が低下する品種群の改良山田錦、白露が認められた（第3-3-1表、第3-3-1図）。

この原因は、直播栽培によって5~10日晩熟化したため、これら晩生種では登熟度がや

や劣ったためと考えられた。

心白粒の調査は、肉眼鑑定による見かけの発現粒数をカウントしたものである。直播栽培によって心白粒歩合が増大する品種と逆に減少する品種について玄米硬度及び白米吸水率を調査したところ、前者の品種群は勿論、後者の品種群についてもまた米粒組織は軟らかく白米吸水性も良好であった。

これは、強勢分げつ割合の高い直播栽培法では、心白形成作用が旺盛であり、たとえみかけの心白粒歩合及び心白占有度が低い場合でも porous な柔組織<sup>68)</sup>が発達し、酒造好適性には大差がないものと考えられた。水稻の直播栽培には、発芽苗立ち、倒伏など栽培上の問題があるが、ほぼ解決できるので早生・中生品種を用いれば酒米品質向上の面からみれば適した栽培様式であるといえる。

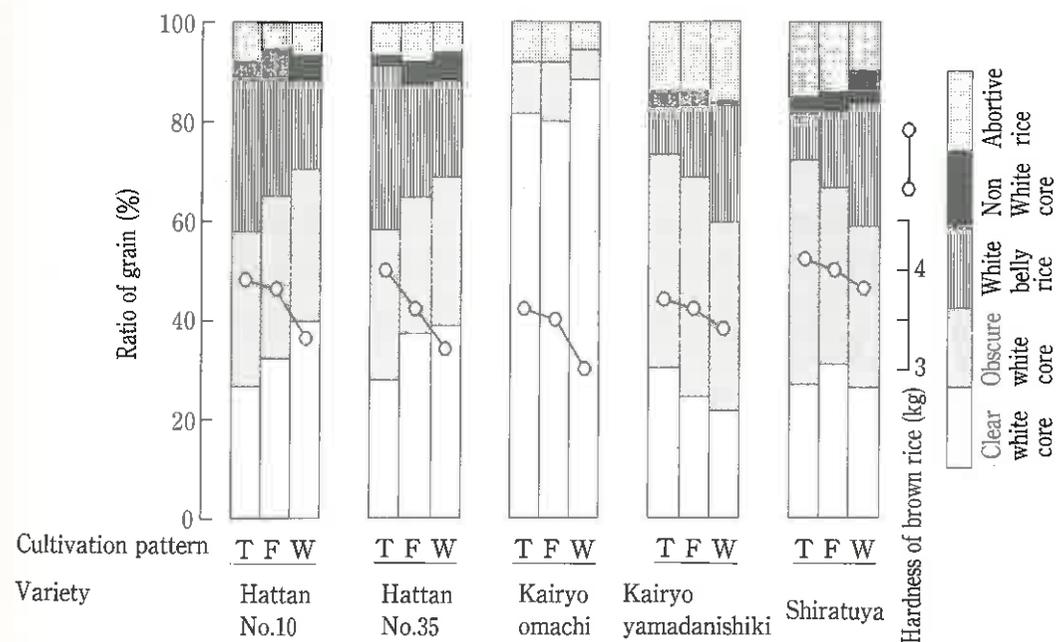


Fig. 3-3-1 Effect of difference in cultivation patterns on the composition ratio of white core.

Note : T : Transplanting. F : Direct sowing in flooded paddy field.

W : Direct sowing in well-drained field.

Table 3-3-1 Effect of cultivation patterns (transplanting, direct sowing in flooded and well-drained paddy field) on yield and qualities of rice grain.

Variety	Cultivation pattern	No. of Panicle		No. of grain (/m <sup>2</sup> )	Percentage of ripened grain (%)	1000-kernel-weight (g)	Yield (kg/a)	Percentage of white core (%)	White core <sup>4)</sup> volume (%)	Hardness of brown rice <sup>5)</sup> (kg)	Degree of water absorption of milled rice <sup>6)</sup> (%)
		(/m <sup>2</sup> )	(/plant)								
Hattan No.10	T <sup>1)</sup>	338	3.9	409	51.6	25.0	30.2	56.7	6.9	4.1	19.7
	W <sup>2)</sup>	340	1.8	309	68.8	25.7	31.6	66.0	7.7	4.0	19.8
	F <sup>3)</sup>	245	1.8	260	82.1	26.4	44.3**	70.3	10.1	3.4	23.5
Hattan No.35	T <sup>1)</sup>	325	3.7	364	71.6	23.8	36.0	59.2	8.7	4.0	20.3
	W <sup>2)</sup>	375	2.2	345	75.5	24.4	36.8	67.8	9.7	3.7	20.2
	F <sup>3)</sup>	311	1.6	314	83.4	25.0	44.1**	69.3	11.4	3.4	24.7
Kaiyo omachi	T <sup>1)</sup>	366	4.0	318	65.6	25.8	32.5	91.4	25.8	3.5	21.2
	W <sup>2)</sup>	377	2.1	294	84.9	26.7	41.5**	91.5	26.4	3.5	21.5
	F <sup>3)</sup>	363	1.7	298	82.0	27.0	42.0**	95.5	26.2	2.9	22.3
Kaiyo yamadashiki	T <sup>1)</sup>	446	4.5	359	57.1	26.4	27.3	76.9	13.9	3.8	23.5
	W <sup>2)</sup>	394	2.4	272	61.4	27.0	30.8	70.1	6.8	3.8	27.5
	F <sup>3)</sup>	379	2.9	254	64.2	28.2	37.7**	62.2	7.3	3.6	26.3
Shirayuyu	T <sup>1)</sup>	411	3.9	362	57.2	27.3	31.9	72.9	7.7	4.2	24.2
	W <sup>2)</sup>	389	2.0	323	69.2	27.8	33.4	67.6	7.3	4.2	27.5
	F <sup>3)</sup>	326	2.2	310	73.6	27.9	37.3	61.3	7.3	3.8	26.5

\*\* : significant at the 1% level to transplanting(T) plots by t-test.

Note: <sup>1)</sup> Transplanting. <sup>2)</sup> Direct sowing in flooded paddy field. <sup>3)</sup> Direct sowing in well-drained field.

<sup>4)</sup> White core (length × width × thickness)/Brown rice (length × width × thickness) × 100.

<sup>5)</sup> By KIYA grain hardness measure.

<sup>6)</sup> Ratio of weight of milled rice (milling percentage:70%) before steeping in water to its weight 20 minutes after steeping.

#### 第4節 栽植密度の違いが心白の発現に及ぼす影響

分けつ体系に関する基礎的知見から、主稈や低次の強勢分けつに心白の発現が多いことがわかったが<sup>38)</sup>、栽培手段としては、密植してこれら強勢分けつ割合を高めればよいと推定される。

このことは、栽培環境や施肥量に大きく左右されると考えられるので、標高の異なる2ヶ所の酒米産地で、窒素施肥量（硫酸を使用、リン酸、加里は過リン酸石灰及び塩化加里を用い同一量施用）を変えて実証試験を行った。

#### 試験方法

試験地は、標高や土壌条件が大きく異なる吉舎町（標高220m、花崗岩洪積砂壤土）、及び比和町（標高400m、腐植質火山灰植壤土）の2場所で1961年に実施した。

吉舎町では、窒素施肥成分量を a 当り0.6及び0.8kgとし、栽植密度はm<sup>2</sup>当り18, 24, 30株、田植月日は6月10日とした。

比和町では、窒素施肥成分量を a 当り0.4及び0.6kgとし、栽植密度はm<sup>2</sup>当り24, 30, 36株、田植月日は5月20日とした。

両試験地共、供試品種は穂重型の八反10号で、1株3本植とした。1区12m<sup>2</sup>、3区制、乱塊法で実施した。

#### 試験結果及び考察

両試験地共、栽植密度を高めると、単位面積当りの穂数が増加し収量が向上した。一方、玄米1000粒重、心白粒歩合は高まり、検査等級は向上した。

多収を上げるために多肥にした場合、倒伏の発生や登熟歩合の低下を招き品質収量に限界を認められるが、栽植密度を上げていくと明らかに増収傾向が認められ、吉舎試験地では18及び24株区に対し最多株数区の30株区が最もよく、比和試験地では24株区に対し30株区が最もよく、36株区では頭打ちになる傾向が認められた。

ところが心白粒歩合に関しては、両試験地の両施肥量区共、密植ほど顕著に高い値を示した（第3-4-1表、第3-4-1図）。

このことは、心白粒歩合の向上の手段として、主稈や低次分けつ割合を増すために、栽植密度を増すことがいかに効果的かを示しており、現行の20%程度の密度アップは必要で

ある。

栽培基準としては、標高200m地帯では窒素施肥成分量として0.8kg/a、栽植密度は30株/m<sup>2</sup>、また標高400m地帯では窒素施肥成分量として0.6kg/a、栽植密度は30株/m<sup>2</sup>程度が指針となる。

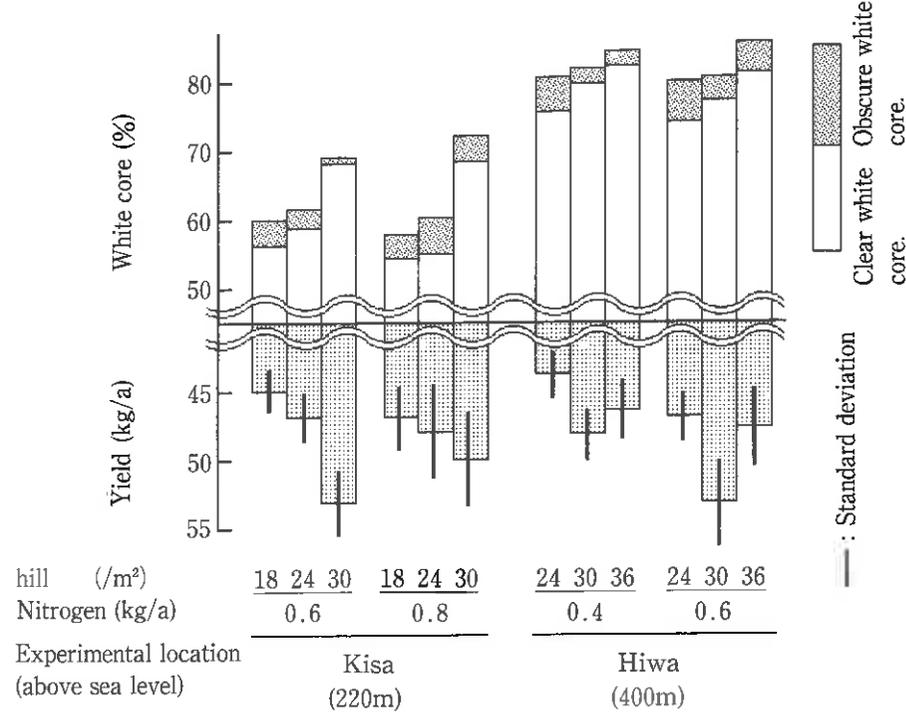


Fig. 3-4-1 Effect of planting density on rice yield and percentage of white core.

Table 3-4-1 Effect of planting density on yield and quality of grain.

(1) Kisa experimental location

Nitrogen (kg/a)	Planting density (hills/m <sup>2</sup> )	Degree of lodging <sup>v)</sup>	No. of Panicle (/m <sup>2</sup> )	Percentage of ripened grain (%)	1000-kernel-weight		Grade of inspection	Percentage of white core (%)
					(kg/a)	S.D		
0.6	18	1	206	80.6	25.8	1.7	Second-middle	59.6
	24	2	255	80.5	26.0	2.0	Second-superiority	60.5
	30	2	267	80.4	26.0	2.5	First-inferiority	68.8
0.8	18	2	221	79.9	25.7	2.7	Second-superiority	57.3
	24	4	254	78.0	25.6	3.1	Second-superiority	59.7
	30	4	277	77.2	25.9	3.6	Second-superiority	72.2

\*\*\* : Significant at the 5% and 1% level to standard plot (0.6-18) by t-test.

(2) Hiwa experimental location

Nitrogen (kg/a)	Planting density (hills/m <sup>2</sup> )	Degree of lodging <sup>v)</sup>	No. of Panicle (/m <sup>2</sup> )	Percentage of ripened grain (%)	1000-kernel-weight		Grade of inspection	Percentage of white core (%)
					(kg/a)	S.D		
0.4	24	0	235	75.8	25.7	1.9	Second-middle	81.1
	30	0	255	77.0	25.9	2.0	Second-middle	82.0
	36	0	297	76.9	25.9	2.1	Second-middle	83.5
0.6	24	0	267	76.5	25.6	2.1	Second-inferiority	79.7
	30	0	305	75.0	25.6	3.1	Second-middle	81.2
	36	1	335	76.1	26.0	3.0	Second-middle	86.4

\*\*\* : Significant at the 5% and 1% level to standard plot (0.4-24) by t-test.

v) Null (0), light (1) ~ severe heavy (5).

## 第5節 苗質の違いが心白の発現に及ぼす影響

苗質の良否や苗の大きさなどは、本田での生育に影響を与えることは十分考えられるが、酒米の品質に及ぼす影響についての検討例は見当たらない。

### 試験方法

窒素施肥成分量を a 当り0.4及び0.6kg区を設け、栽植密度を㎡当り18及び24株とし、苗の大小の相違から大苗 (B), 中苗 (M), 稚苗 (S) の3段階とし、当场吉舎支場圃場で1961年に実施した。

各苗の葉数 (不完全葉を除く) は7.0, 4.5及び2.0葉, 分けつ数は3.4, 1.2及び0本, 乾物重は1.7, 0.5及び0.1gであった。

供試品種は穂重型の八反10号を用い、6月10日に1株3本植に手植とした。1区12㎡, 3区制, 乱塊法で実施した。

### 試験結果及び考察

稚苗に比較して、大苗や中苗の生育は旺盛であり、穂数が多くなり増収し、心白粒歩合も高まった。また栽植密度を増やすと、収量、心白粒歩合ともに向上した。

窒素施肥量は a 当り0.4kg区に比較して、0.6kg区が収量、心白粒歩合ともに安定して高い値を示した。倒伏の程度は、0.6kg区で若干発生したが、倒伏に弱い本品種では、この程度の施肥量が安全限界であり、できるだけ充実した苗を育成して、密植することが重要であると考えられた。

各処理区の穂数は、㎡当り200本前後であるが、1個体当り穂数をみれば、2.7~3.9本の範囲内にあって、ほぼ3~4本の穂数で成り立っている。

本試験の、苗の大小、栽植密度及び窒素施肥量等の処理範囲内では、穂数の変動は1本以内であり、いずれにしても、主稈及び低次の2~3本の1次分けつで構成されるので、心白形成には、きわめて有利であるといえる (第3-5-1表, 第3-5-1図)。

Table 3-5-1 Effect of seedling quality on yield and quality of grain.

Nitrogen (kg/a)	Seedling quality	Planting density (hill/㎡)	No. of Panicle		Percentage of ripened grain (%)	1000-kernel-weight (g)	Yield (kg/a)	S.D	Grade of inspection	Percentage of white core (%)
			(/plant)	(/㎡)						
0.4	M <sup>2)</sup>	18	3.4	185	80.5	26.6	38.2	3.0	First-inferiority	64.8
		24	2.7	197	81.0	27.2	38.5	2.1	First-inferiority	68.4
		18	3.4	181	80.3	26.8	35.8	1.7	Second-superiority	53.9
0.6	S <sup>3)</sup>	24	2.7	194	81.0	27.7	39.5*	3.2	Second-superiority	62.4
		18	3.3	178	80.2	27.1	34.7	1.0	First-inferiority	56.8
		24	2.7	195	80.7	27.0	36.6	2.4	First-inferiority	58.6
0.6	B <sup>1)</sup>	18	3.9	209	80.5	26.8	42.1**	1.8	First-inferiority	67.6
		24	3.2	229	80.7	26.9	40.9*	1.8	Second-superiority	70.6
		18	3.6	192	80.4	27.0	40.2*	2.6	Second-superiority	65.6
0.6	M <sup>2)</sup>	24	2.9	206	81.0	27.1	42.9**	2.1	First-inferiority	66.4
		18	3.6	194	80.1	26.8	40.6*	1.6	Second-superiority	56.7
		24	3.0	218	81.0	26.9	41.1**	2.0	Second-superiority	61.7

<sup>1)</sup> Big seedling (plant age in leaf number: 7.0 L). \* \*\* : Significant at the 5% and 1% level to standard plot (0.4-B-18) by t-test.

<sup>2)</sup> Medium seedling (4.5 L).

<sup>3)</sup> Small seedling (2.0 L).

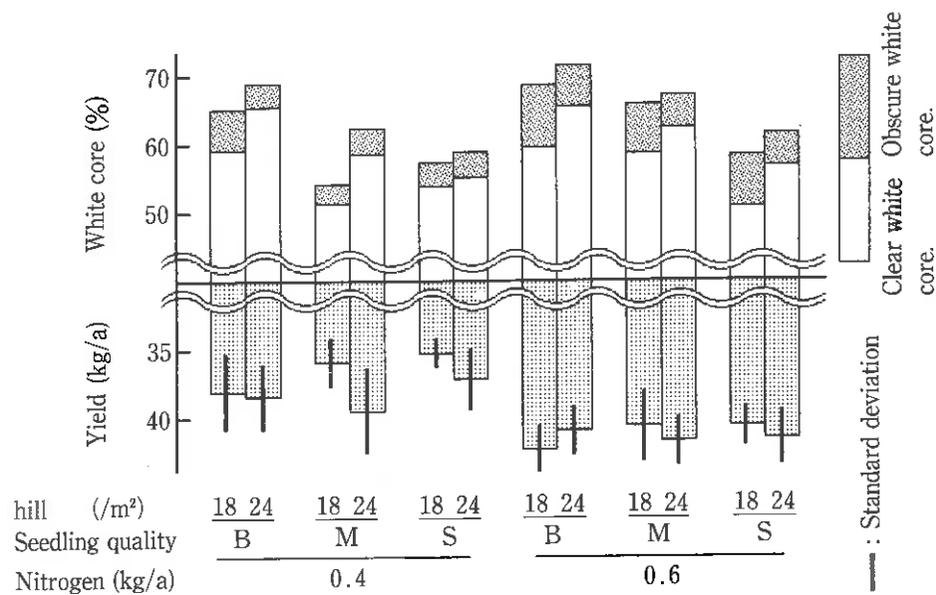


Fig. 3-5-1 Effects of seedling qualities on yield and quality of grain.

Note : B : Big seeding(plant age in leaf number : 7.0L).

M : Midium seedling(4.5L). S : Small seeding(2.0L).

## 第6節 肥料3要素が心白の発現に及ぼす影響

窒素、リン酸及び加里が心白の発現に及ぼす影響についての研究は少く<sup>71,104)</sup>、本報では分けつ次位別に詳しく心白の発現状況を検討し、施肥技術確立の指標とした。

### 試験方法

本試験は過去45年間、3要素試験を継続してきた当場圃場において1972年に実施した。供試品種は草型が中間型の八反35号を用い、本田植付け6月10日、栽植密度は $m^2$ 当り20株、1株3本植、1区制として実施した。

施肥成分量は、N、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ を各々 $a$ 当り0.8、0.8、0.8kgを基肥施用し、窒素、リン酸、加里各々欠除区及び無肥料区の5区を設けた。

### 試験結果及び考察

本試験は、肥料3要素欠除処理による収量と心白発現の定性的検討を行った(第3-6-1表、第3-6-2表)。3要素区に比較して、無肥料区の収量は当然低いが、無加里区も低収であった。この原因は無肥料区の場合は穂数減によるものであり、また無加里区の場合は1穂粒数と登熟歩合の低下によるものであった。

無窒素区は穂数減のためやや低収となったが心白粒歩合は無肥料区と共に高く、タンパク質含量は低く、窒素の欠除は心白の発現に好影響を及ぼした。

無リン酸区は心白粒歩合は低く、タンパク質含量は高く酒米としての品質はよくないが、減収度は小さい。

無加里区は1穂粒数減で低収となり、心白粒歩合は低く、タンパク質含量は高く品質、収量に最もわるい影響を及ぼした。

窒素を施用した3要素、無リン酸、無加里の各区は、分けつ発生が多く穂数が確保された。これら3処理のうち無加里区は、一穂粒数及び登熟歩合の低下により低収となったが、3要素、無リン酸両区は多収を示した。無窒素区はある程度の収量を示したが、無肥料区は加里欠除の影響のためか最低の収量を示した。

心白が発現した玄米の収量を試算してみると、玄米収量は3要素、無窒素、無リン酸区が高く無加里、無肥料区が低かったが、心白の発現は無窒素、無肥料両区が高かったので心白収量としては、3要素、無窒素、無リン酸区が酒米としての一定水準の玄米を収穫できた。

しかし、玄米タンパク質含量は無磷酸、無加里区が高いので収量、心白発現、タンパク質含量の3要因からみれば、肥料3要素の均衡ある施肥が最も重要ということになる。

心白粒歩合を分げつ次位別にみると、主稈や低次位分げつほど心白の発現状況は良好であり、高次位分げつでは心白の発現は急に低下する(第3-6-1図)。このため、主稈や低次位分げつで構成する分げつ体系に生育制御することが重要なことは既に述べたとおりである。

処理区間でみると、無窒素及び無肥料区は心白鮮明粒、不鮮明粒ともに多く、ついで3要素区が多い。ただし、無心白粒が少なくなるのではなく、くず米粒数が減少することによって心白粒歩合が向上している。無磷酸、無加里及び3要素区はくず米比が比較的高く、逆に窒素施肥が欠除する無窒素及び無肥料区がくず米が少なく、心白発現状況がよいなどから、前述の3要素のバランスの必要性とともに、窒素施肥の有無が心白発現状況を大きく左右していることがわかった。

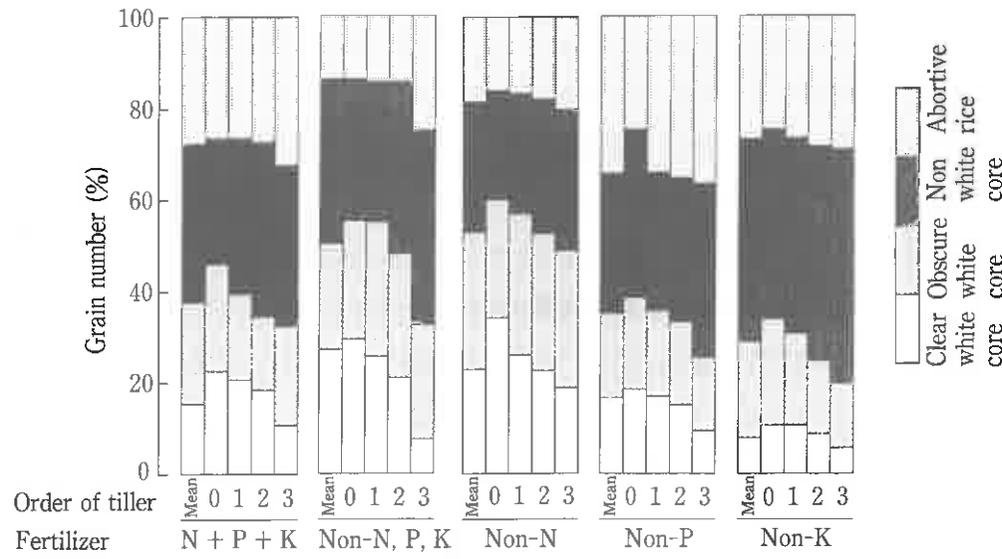


Fig. 3-6-1 Effect of nitrogen, phosphate and potassium fertilizers on appearance of white core grain in tillering position.

Table 3-6-1 Effect of nitrogen, phosphate and potassium fertilizers on yield and qualities of grain.

Experimental plot	No. of grains per panicle	Percentage of ripened grain (%)	1000-kernel-weight (g)	Yield (kg/a)	Percentage of white core (%)	Yield of white core (g/plant)	Protein content in brown rice (%)
N+P+K	71	91.1	25.2	25.0	37.0	9.3	7.6
Non-N	67	94.7	25.9	20.1	52.9	10.6	7.2
Non-P	77	88.0	24.6	23.8	34.5	8.2	8.0
Non-K	58	71.4	23.0	12.6	28.2	3.6	8.2
Non-N,P,K	67	95.0	25.1	12.2	51.1	6.2	7.1

Table 3-6-2 Effect of nitrogen, phosphate and potassium fertilizers on the panicle number of tillering position.

Experimental plot	No. of panicle per plant			Total
	Main stem	Primary tiller	Secondary tiller	
N+P+K	1.0	4.9	5.8	12.4
Non-N	1.0	3.9	2.5	7.7
Non-P	1.0	4.6	5.2	11.6
Non-K	1.0	4.6	5.1	11.8
Non-N,P,K	1.0	3.5	1.1	6.0

## 第7節 窒素施肥法の違いが心白の発現に及ぼす影響

前節では肥料3要素のうち、窒素の施肥効果は収量に対してはプラス、品質に対してはマイナスの影響が認められた。実際栽培では、ある程度の収量水準を確保し、酒米としての品質低下を招かない均衡ある手段が必要となるので本試験を実施した。

### 試験方法

窒素の効果に関しては、地域性が大きく影響するものと考えられるので、標高や土壌条件が異なる酒米主産地へ3試験地を設け1961年に実施した。一般に高標高地ほど、地力窒素や施肥窒素は、生育後期に発現して、倒伏やいもち病などの発生を招きやすい。

そこで既述の基礎知見から、窒素を減じ、リン酸、加里を増肥し、穂数確保策として密植で対処するため、試験地によって施肥量や栽植密度をかえて窒素施肥法試験を実施した。施肥量は2水準を設け施肥法は全量基肥施用区に対し、全量の1/2量を1回分施する分施1区及び2回に分施する分施2区を設けた(第3-7-1表)。1区12㎡、3区制、乱塊法とし供試品種は穂重型の八反10号を用いた。その他の栽植密度条件並びに栽培法はその地域の慣行法で行った。

### 試験結果及び考察

3試験地の収量水準はほぼ同程度であった。3試験地共に、少肥区に比較して多肥区が多収であり、全量基肥区より、分施1区、さらに分施2区が明らかに多収を示した。これらの結果から、多肥分施型がよいことがわかった(第3-7-1図)。

心白粒歩合は標高の低い吉舎試験地より、比較的標高の高い三和、比和両試験地が高い傾向がみられる。これは高標高地帯の登熟期の気温があまり高くなく、気温較差が大きいことが心白発現に好影響を与えるためと(第3-7-2表)、後期栄養が比較的好適条件で維持される粘土含量がやや多い土壌型によるものと考えられる。

多肥区に比較して少肥区が心白粒歩合が高いことは、第6節の肥料3要素試験の結果と一致した。

全量基肥区の心白粒歩合が比較的安定して高い値を示したのに対し分施1区は、いずれも低い値を示した。これは分施1区は普通米品種栽培で行われる田植後10~20日頃の分けつ促進のための施肥と同じであり、これは、充実した太い分けつが要求される酒米の分

げつ構成に反しているためであり、分けつ数の多発によって登熟条件が劣化するためと考えられる。分施2区の心白粒歩合はほぼ全量基肥区の数値に匹敵したが、これは分けつが適度に抑えられて穂肥の効果が表れたためと考えられる。

珪酸苦土石灰施用は、収量及び心白粒歩合を安定的に高める効果が認められた。

無窒素区は低収で実用性は低いが、心白粒歩合は第6節の3要素試験の結果と同様最も高い数値を示した。

実際栽培では、不良気象や倒伏、病虫害等の対策上、基肥へ全量施肥することは安全性に欠けるから、追肥を2回に分施する方式か追肥1回目の分けつ肥を省略し、基肥と穂肥を組み合わせる方式が適当と考えられる。

窒素施肥量については、a当り0.6~0.8kgの範囲内で、標高や土壌の保肥力等を勘案して決める必要がある。リン酸や加里の適量施用、あるいは珪酸苦土石灰の施用も酒米の安定栽培には重要と考えられる。

Table 3-7-1 Design of experimental treatment.

Experimental location	Kisa	Miwa	Hiwa	
Elevation	220 m	300 m	400 m	
Soil series group	Medium and coarse-textured gray upland soils	Medium and coarse-textured gray upland soils	Thick humic wet land soils	
Applied amount	Light N	0.6	0.6	0.4
basal dressing	Heavy N	0.8	0.8	0.6
(kg/a)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.4	0.5	0.5
	K <sub>2</sub> O	0.4	0.6	0.6
Applied time of N (Days After transplanting)	11	11	11	
Days before heading	20	20	14	
Transplanting date	June 10	June 11	May 23	
Planting density (hill/㎡)	18.2	24.2	30.2	

Note: Non-N fertilizer application plot and silicate magnesium calcium (15kg/a) fertilizer application plot were set up in Kisa.

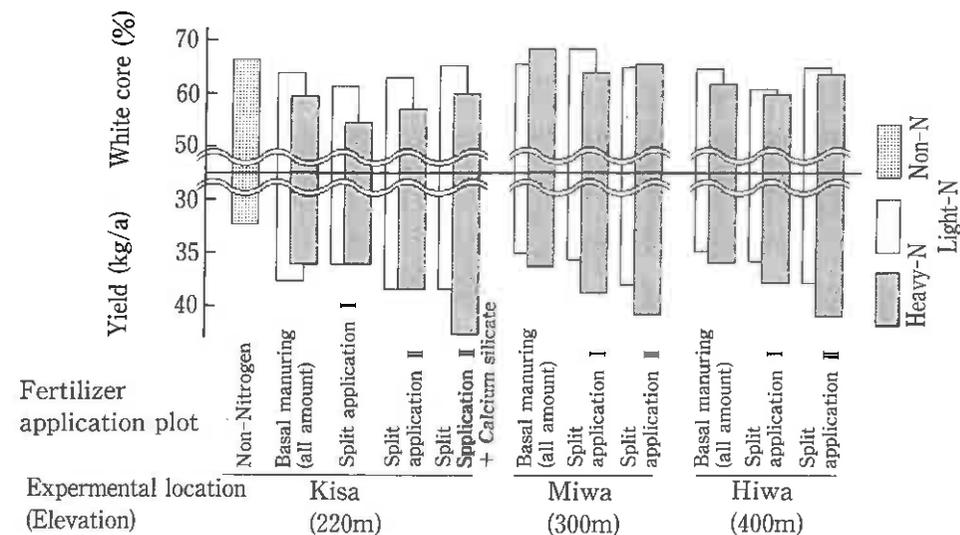


Fig. 3-7-1 Effect of application method of nitrogen fertilizer on yield and white core appearance of grain.

Note : Split application I : top dressing at tillering stage.  
 Split application II : top dressing at tillering and ear formation stages.

Table 3-7-2 Air temperature during ripening period.

Experimental location	Mean Temperature	Range
Kisa	23.5°C	9.0°C
Miwa	23.1	9.2
Hiwa	22.3	10.2

### 第8節 穂肥時期の違いが心白の発現に及ぼす影響

前節の窒素施肥法試験で、追肥分施方式が品質及び収量が安定しており、とくに玄米の充実に関与する穂肥の施肥法がキーテクノロジーであると推定された。そこで、酒米主産地に2試験地を設け、穂肥施肥時期と酒米品質との関係について検討した。

#### 試験方法

施肥量はa当りN 0.45kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.42kg, K<sub>2</sub>O 0.56kgとし、窒素については基肥に50%量を与えた後、穂肥時期を早期(出穂前日数35日)、中期(同25日)、晚期(同15日)に各々50%を1回施肥する各区及び、早期と晚期に25%ずつ2分施する区を設けた。標準区は従来行っている施肥体系、すなわち中間追肥(田植後15日)と晚期穂肥を組合わせた施肥法とした。

以上の各区へ栽植密度m<sup>2</sup>当り30株と36株区を設けた。供試品種は八反10号で1961年5月22日植としその他の栽培法については地域の慣行法で行った。

#### 試験結果及び考察

穂肥時期についてみると、早期(出穂前35日)、中期(同25日)区より晚期(同15日)区が心白粒歩合及び収量が高い値を示した。普通うるち米品種で行う中間追肥(田植後15日)と晚期穂肥を組合わせた標準施肥区は、晚期穂肥区程度の心白粒歩合及び収量値を示すことから、酒米品種の施肥は、前節の窒素施肥法の試験結果と同様に中間追肥は省略したほうがよいことになる。更に穂肥2分施区は高い値を示した。

これら好結果を得た処理区群は、いずれも晚期穂肥処理を含んでおり、減数分裂期穂肥がきわめて有効なことが判明した。

この原因を収量構成要素からみると(第3-8-1表, 第3-8-1図)、早期及び中期穂肥区は単位面積当りの穂数、粒数が多く、粒数要素が高く、登熟歩合、玄米1000粒重等登熟要素が低い。晚期穂肥区は丁度逆に、粒数要素が低く、登熟要素が高い。標準施肥及び穂肥2分施区両者のほぼ中間的値を示した。以上、結果的には登熟要素が大きく影響して心白粒歩合及び収量を高めた。

栽植密度間では明確な傾向がみられなかったが、産地間では、酒米好適産地である高標高地の比和町が多収で心白は鮮明に発現した。

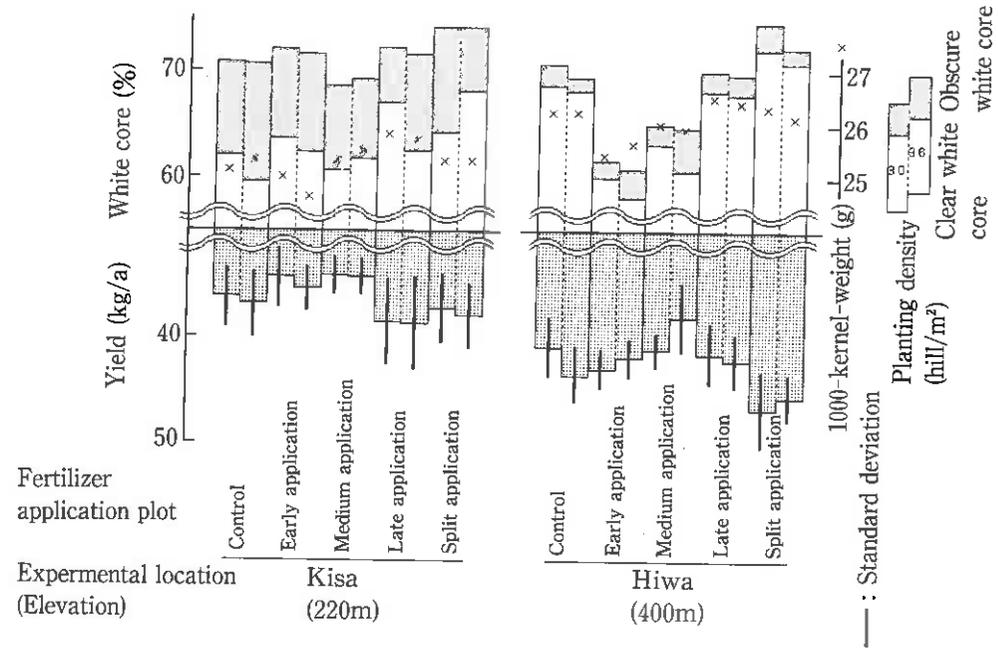


Fig. 3-8-1 Effect of application time of top dressing at ear formation stage on yield and white core appearance of grain.

Note : Early application : 35 DBH (days before heading).  
 Medium application : 25 DBH.  
 Late application : 15 DBH.  
 Split application : 35 DBH + 15 DBH.

Table 3-8-1 Effect of application time of top dressing at ear formation stage on yield components.

Application time	Kisa experimental location					Hiwa experimental location				
	Planting density (hill/m <sup>2</sup> )	No. of panicle (/m <sup>2</sup> )	No. of grain (/m <sup>2</sup> )	Percentage of ripened grain (%)	No. of panicle (/m <sup>2</sup> )	No. of grain (/m <sup>2</sup> )	Percentage of ripened grain (%)	No. of panicle (/m <sup>2</sup> )	No. of grain (/m <sup>2</sup> )	Percentage of ripened grain (%)
Control	30	242	162	75.5	289	194	73.7	289	194	73.7
	36	255	209	83.8	273	217	75.4	273	217	75.4
Early application	30	273	238	77.3	290	228	63.9	290	228	63.9
	36	291	265	75.0	297	246	62.1	297	246	62.1
Medium application	30	272	221	70.2	249	201	72.7	249	201	72.7
	36	290	204	76.7	252	221	76.2	252	221	76.2
Late application	30	243	196	86.6	250	172	75.6	250	172	75.6
	36	257	163	78.1	254	180	78.4	254	180	78.4
Split application	30	241	169	76.1	270	214	72.7	270	214	72.7
	36	292	244	76.5	281	223	70.9	281	223	70.9

Note : Early application : 35 DBH (days before heading).  
 Medium application : 25 DBH.  
 Late application : 15 DBH.  
 Split application : 35 DBH + 15DBH.

### 第9節 直播栽培における施肥法が心白の発現に及ぼす影響

既述の試験で直播栽培では、心白粒歩合等品質が向上することを認めたが、どの生育時期に重点的に施肥したらよいか、基肥、分けつ基追肥並びに穂首分化期から減数分裂期に至る穂肥時期等の違いと酒米品質の関係について検討した。

#### 試験方法

窒素総量 a 当り 0.75kg を第 3-9-1 表の施肥法で処理した。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O は共に 1.05kg を基肥に施用した。供試品種は草型が中間型の改良雄町である。

直播月日は 5 月 31 日とし、条間 30cm、a 当り 600g を湛水直播した。対象の移植区は稚苗と成苗の 2 区とし、6 月 21 日に栽植密度 m<sup>2</sup> 当り 27.7 株 (30cm×12cm)、1 株 3 本植とした。1 区 12m<sup>2</sup>、3 区制、乱塊法で 1963 年に当時吉舎支場圃場で実施した。

#### 試験結果及び考察

心白の発現状況についてみると、直播栽培区は、成苗及び稚苗移植区に比較して、鮮明で発現状況は良好であった (第 3-9-1 図)。

直播栽培における施肥法間では、基肥とか中間追肥重点区より減数分裂期の後期に施肥する区が心白の発現状況は良好であった。これをより確実にみるため鮮明心白米の収量で見ると登熟促進型の施肥である直播晩期穂肥区 > 直播穂肥 2 分施区 > 稚苗穂肥 2 分施区 (標準) の関係であった。

収量は、成苗移植区 (穂肥 2 回分施、標準) がもっとも多収で、ついで直播晩期穂肥区であった。直播区の基肥と追肥の関係をみると追肥重点 > 基肥重点の関係が、また穂肥時期では晩期 > 中期 > 早期の関係を示した。施肥法が適切であれば、酒米の直播栽培は実用性は高い。

Table 3-9-1 Design of experimental treatment

Plots	Percentage of split application of nitrogen fertilizer (%)					
	Basal dressing	Days after sowing		Days before heading		
		30 <sup>1)</sup>	40 <sup>2)</sup>	35 <sup>3)</sup>	25 <sup>4)</sup>	15 <sup>5)</sup>
Control (Transplanting)						
Mature seedling (Leaf age: 4.0L)	40	30	0	15	0	15
Young seedling (Leaf age: 2.5L)	40	30	0	15	0	15
Direct sowing						
Basal dressing priority application	70	0	0	15	0	15
Top dressing priority application	0	40	30	15	0	15
Split application	40	30	0	15	0	15
Early application	40	30	0	30	0	0
Medium application	40	30	0	0	30	0
Late application	40	30	0	0	0	30

Note: <sup>1)</sup> Early tillering stage in transplanting and 30 days after sowing (leaf age: 5~6L).  
<sup>2)</sup> Active-tillering stage. <sup>3)</sup> Neck-node differentiation stage.  
<sup>4)</sup> Spikelet differentiation stage. <sup>5)</sup> Meiosis stage.

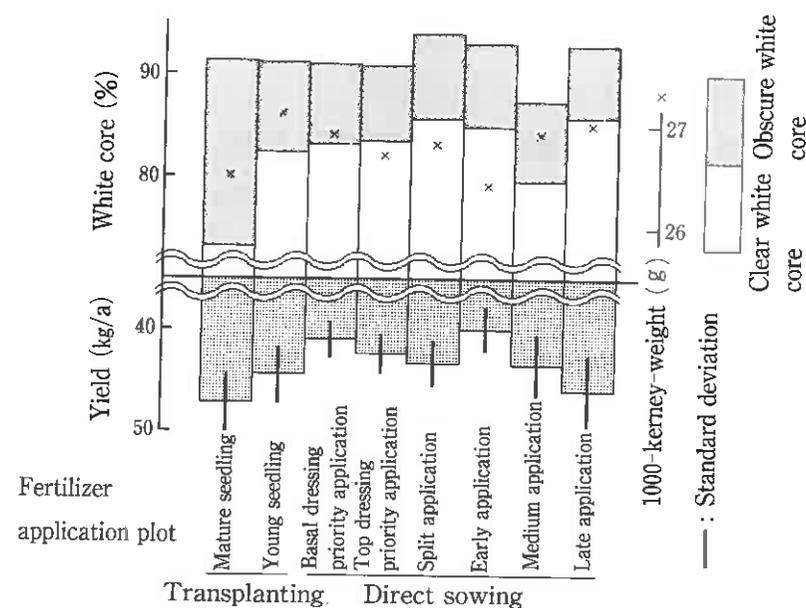


Fig. 3-9-1 Effect of application time of nitrogen fertilizer on yield and white core appearance of grain in direct sowing culture.

Note: Early application: 35 DBH (days before heading).  
 Medium application: 25 DBH. Late application: 15 DBH.  
 Split application: 35 DBH + 15 DBH.

### 第10節 堆肥の施用が心白の発現に及ぼす影響

堆肥施用が、生育、収量に及ぼすプラスの効果は古くから認められているが、酒米の心白の発現に及ぼす影響についての報告は少ない。

本試験は、標高及び土壌条件が異なる2試験地で、1957年から3カ年継続試験した。

#### 試験方法

堆肥無施用区に対し、完熟堆肥をa当り75kg及び225kg施用した区を設け、各試験地帯の標準的栽培法で実施した。堆肥中に含まれるN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>Oの各成分は、施肥3要素計算に含めていない。

吉舎試験地（標高220m、花崗岩洪積砂壤土）では、6月10日に栽植密度m<sup>2</sup>当り18株、1株3本植で田植した。施肥量は、a当りN0.6、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.4、K<sub>2</sub>O0.6kgとし、Nは1/3量を田植後15日及び出穂前20日に分施した。

比和試験地（標高400m、腐植質火山灰植壤土）では、5月22日に栽植密度m<sup>2</sup>当り30株、1株3本植で田植した。施肥量はa当りN0.4、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.5、K<sub>2</sub>O0.6kgとし、Nは1/3量を田植後15日及び出穂前15日に分施した。

いずれの試験地も、穂重型品種八反10号を供試し、1区12m<sup>2</sup>、3区制、乱塊法で実施した。

#### 試験結果及び考察

両試験地ともに、堆肥施用量の多い区が穂数が増え、多収傾向を示し、反対に心白粒歩合は低下傾向を示した（第3-10-1図）。

すなわち、堆肥無施用区に比較して75kg及び225kg施用区は、分けつがやや多く経過し、最高莖数及び穂数が増えて多収に結びついた。このような生育経過から、登熟歩合及び玄米1000粒重はやや低下し、心白粒歩合も低下傾向を示した（第3-10-1図、第3-10-1表）。

堆肥中の窒素含有量は0.6%であったので、75kg区及び225kg区の窒素は各々、0.45kg及び1.35kgを上乗せしたことになり、速効的ではないがこの肥効発現の影響が認められる。このことから、酒米栽培に当っては堆肥中の窒素含有量を考慮して化学肥料施肥量を減ずる必要がある。

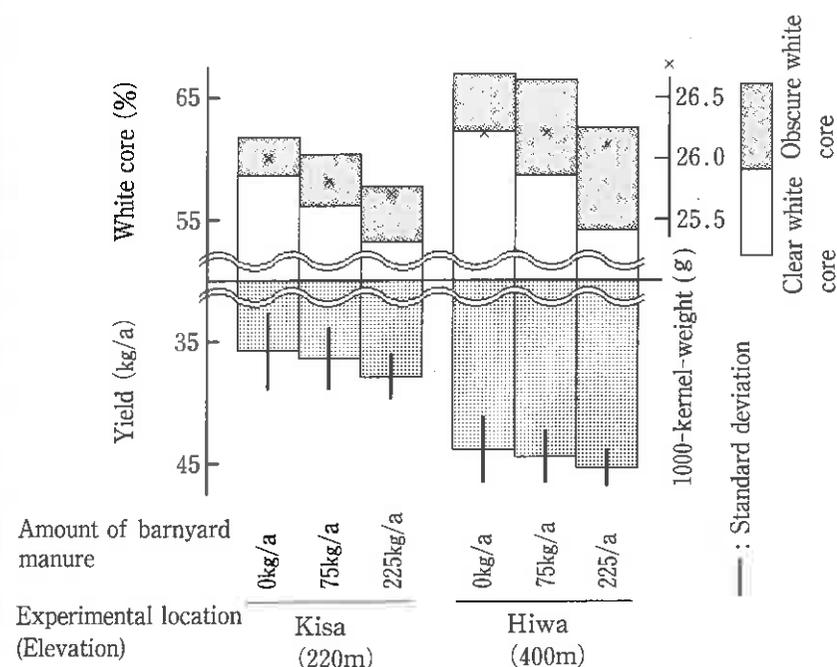


Fig. 3-10-1 Effect of barnyard manure application on yield and white core appearance of grain.

Table 3-10-1 Effect of barnyard manure application on tiller number and yield component.

Experimental location	Amount of application (kg/a)	Maximum of tillers		No. of panicle (/m <sup>2</sup> )	No. of grain per head	Percentage of ripened grain (%)
		(/hill)	(/m <sup>2</sup> )			
Kisa	0	19.5	354	251	67	82.5
	75	21.5	389	270	69	79.2
	225	21.8	394	276	72	77.3
Hiwa	0	14.7	397	254	79	81.6
	75	15.0	405	258	77	81.7
	225	15.1	407	291	79	79.3

## 第11節 小 括

本章では生産条件による酒米品質の変動とその改良について論じた。

1) 酒米米粒の心白発現状況をイネの分けつ発生生態的に解析し、分けつ発生の早い低次位分けつ、あるいは低号位分けつが心白の発現が高いという特性を明らかにし、このことから栽植密度を上げるほど主稈や低次位分けつ割合が高められ心白粒歩合は漸増することを認めた。酒米品種では多収を上げるために、窒素増肥で対応すれば、心白の発現低下や倒伏の多発などの悪影響が大きいので、栽植密度を上げて、収量及び品質の向上を図る有効性を各地の現地で実証した。

2) 心白の発現に及ぼす肥料3要素の影響は、無窒素では心白の発現の増大と米粒タンパク質含量の低下で品質は向上する。無リン酸や無加里は心白発現の低下と、米粒タンパク質の高含量化で、品質低下を認めた。この知見から酒米施肥基準の策定には、窒素を控え、リン酸、加里を増肥することを基本とすべきことを明らかにした。しかし、実際栽培に当たっては、窒素の減肥は生産力を減退させるので、高い収量基準を維持しつつ良質化を図る必要から実証試験の結果、次の酒米栽培独自の施肥体系を確立した。

すなわち、普通米品種栽培で行われている分けつ促進の窒素施肥を全く行わず、その施肥量を登熟向上を狙う穂肥へまわす施肥法であり、前者70%+後者30%の分施肥体系をそれぞれ50%+50%の体系に変えれば、低次位分けつ中心の穂数構成となり、高い心白発現と生産力が維持されることを実証した。さらに、穂肥の施肥時期は、普通米品種栽培で行われている穎花分化期施肥(出穂前24日)より晩期の減数分裂期施肥(出穂前15日)が心白の発現及び生産力確保に効果的であることを明らかにした。

3) 心白の発現の決定時期を究明した結果、心白の発現は減数分裂期に当たる出穂前15日から、出穂後15日の登熟前期間の環境条件で決定されることを明らかにし、心白粒歩合の向上には玄米1000粒重及び登熟歩合の向上促進により米粒の充実を図ることが重要なことを明らかにした。

4) 低次の分けつ構成と、米粒の充実を図る栽培様式として、早・中生品種を用いた直播栽培が、心白の発現などの品質向上策としてすぐれ、八反10号、八反35号、改良雄町などで対応できることを実証した。

5) 土づくり資材の珪酸苦土石灰や堆肥の適量施用、あるいは充実した苗の使用は、心白の発現や収量の向上に効果的であった。

## 第4章 登熟条件による酒米の化学成分等の変動とその改良

米粒化学成分のうち、タンパク質含量は清酒製造上不可欠な成分ではあるが、多すぎると清酒の品質に悪影響を与えるといわれている。登熟条件によるタンパク質含量の変動要因の研究は、普通うるち米品種に関する成績は多いが、心白米品種についての研究は少ない。また、登熟に伴うタンパク質やその他の成分及び物性の変化等についての詳しい報告はない。

そこで、心白米品種についてこれら項目に大きな影響を与える登熟条件とその変動について検討した。

### 第1節 酒米タンパク質含量の品種間差異

米粒タンパク質含量は、遺伝的に支配されることが大きく、品種間差異が大きい。本節では心白米品種について、普通うるち米品種などと比較しつつ、タンパク質含量の変動とその他諸形質との関係について検討した。

### 試 験 方 法

試料は当場で1973・1974両年標準栽培して得られた精玄米を用いた。

供試品種数は心白米品種12、参考として普通うるち米品種28、もち米品種4、合計44品種である。施肥はN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O各々a当り0.8kgとし、Nは基肥、追肥、穂肥をそれぞれ50、25、25%の割合に施肥した。

タンパク質含量の定量はマクロケルダール法により、全窒素を定量し、これにタンパク質換算係数5.95を乗じてタンパク質含量とした。乾物換算のための水分定量は135℃1時間法によった。

### 試 験 結 果

#### 1. 玄米タンパク質含量の品種間差異

心白米、普通うるち米及びもち米各品種群の玄米タンパク質含量を乾物中百分率として、第4-1-1表に示した。各品種群とも品種間、年次間に有意差が認められた。各品種群の玄米タンパク質含量の範囲、平均値及び変動係数はそれぞれ、心白米(n=12、2ヶ年)7.17~10.89%、9.40%及び8.95%、普通うるち米(n=28、2ヶ年)7.73~10.77%、9.24

%及び6.21%, もち米 (n=4, 2ヶ年) 7.97~10.29%, 8.98%及び5.77%であった。

また, 玄米タンパク質含量の, 最低値に対する最高値の割合は心白米品種群137%, 普通うるち米品種群124%, もち米品種群115%であった。

これを品種間についてみると, 出穂期の早晩性と高い負の相関関係を示し, 早生品種の中にとくに高含量を示すものがあつた。心白米品種では幸玉, 五百万石が高含量であり, 山田錦が低含量であつた。普通うるち米品種では, ホウネンワセ, 越路早生, トドロキワセ, タレホナミが高含量であり, ミホニシキ, 改良千本, 農林22号, 中生新千本が低含量であつた。また, もち米品種ではハツキネが高含量で備南糯が低含量であつた。

玄米タンパク質含量の年次間差についてみると, 登熟期間が高温であつた1973年産米が1974年産米に比較して高含量を示し, 対73年比率でみると74年は心白米品種群108%, 普通うるち米品種群105%, もち米品種群114%であつた。

## 2. 玄米タンパク質含量と他の諸形質との関係

玄米タンパク質含量と水稻主要形質との関係をみると, まず, 出穂期の早晩性と高い負の相関関係を認められた (第4-1-2表, 第4-1-1図)。

心白米品種群  $r = -0.771^{**}$ , 普通うるち米品種群は  $r = -0.655^{**}$ , もち米品種群  $r = -0.503$  の関係を示し, 出穂期の早い品種が玄米タンパク質含量が高く, 晩い品種が低い値を示した。

玄米タンパク質含量と玄米収量との間にも高い負の相関関係が認められ (第4-1-2表), 心白米品種群  $r = -0.633^{**}$ , 普通うるち米品種群  $r = -0.508^{**}$ , もち米品種群  $r = -0.753^{**}$  の関係があり, 低収量では玄米タンパク質含量は高く, 高収量では低含量を示した。

玄米収量を籾数要素と登熟要素に分けて, 玄米タンパク質含量との関係をみると (第4-1-3表), 心白米品種群では, 1000穎花当り精玄米量と  $r = -0.620^{*}$  の負の相関関係を示した。また, 普通うるち米及びもち米品種群では  $m^2$  当り籾数とそれぞれ,  $r = -0.607^{**}$ ,  $r = -0.914^{*}$  の負の相関関係を示した。

玄米タンパク質含量と玄米1000粒重の間に負の相関関係を認められたが有意差ではなかつた (第4-1-2表)。

Table 4-1-1 Protein content of brown rice on white core, glutinous and non-glutinous varieties. (%. on dry basis)

Variety	1973	1974	Mean	Variety	1973	1974	Mean
<b>White core variety</b>				<b>Non-glutinous variety</b>			
Sachidama	10.41	9.78	10.10	Shurei	9.74	9.46	9.60
Gohyakumangoku	10.89	10.08	10.49	Fujiminori	9.54	9.03	9.29
Hirosake No.4	10.46	9.47	9.97	Todorokiwase	10.58	9.65	10.12
Hattan No.35	10.34	9.42	9.88	Hounenwase	10.77	9.33	10.05
Hattan No.10	9.59	9.99	9.79	Koshijiwase	10.32	10.34	10.33
Hattan No.40	8.73	8.88	8.81	Tarehonami	10.66	9.44	10.05
Hirosake No.5-2	10.07	9.13	9.60	Toyonishiki	9.85	9.08	9.46
Tamasakae	9.35	8.16	8.76	Koshihikari	8.95	9.08	9.01
Hyosake No.18	10.46	8.56	9.51	Ozora	9.31	9.23	9.27
Kairyoomachi	9.92	9.23	9.58	Ginmasari	9.28	9.19	9.24
Hyosake No.28	8.84	8.46	8.65	Nihonmasari	8.59	8.99	8.79
Yamadanishiki	8.17	7.17	7.67	Chubu No.13	9.90	9.63	9.77
Mean	9.77	9.03	9.40	Minehikari	9.69	9.87	9.78
L.S.D.(5%)				Ine-62-re-9	9.37	9.01	9.19
Variety	0.94			Shuhou	9.59	8.97	9.28
Year	0.38			Nihonbare	9.76	8.64	9.20
				Akitsuhō	9.63	9.28	9.46
<b>Glutinous variety</b>							
Hatsukine	10.29	9.00	9.65	Yamabiko	8.91	8.90	8.91
Takasagomochi	9.52	8.16	8.84	Chugoku No.56	9.21	9.52	9.37
Tanchomochi	9.64	8.39	9.02	Satominori	9.24	8.53	8.89
Binanmochi	8.86	7.97	8.42	Minenishiki	9.06	9.04	9.05
Mean	9.58	8.38	8.98	Kanto No.106	9.15	8.74	8.97
L.S.D.(5%)				Kairyosenbon	8.49	8.23	8.36
Variety	0.47			Norin No.22	8.85	8.35	8.60
Year	0.33			Nakateshinsenbon	8.93	8.58	8.76
				Koganenishiki	9.81	8.67	9.24
				Chiyohikari	8.99	8.51	8.75
				Mihonishiki	8.64	7.73	8.19
				Mean	9.46	9.04	9.24
				L.S.D.(5%)			
				Variety	0.69		
				Year	0.18		

Table 4-1-2 Correlation table of protein content of brown rice with heading date and yield.

Variety	Year	n	Heading date	Yield	1000-kernel-weight
White core rice	1973	12	-0.797**	-0.448	-0.173
	1974	12	-0.859**	-0.692**	-0.529
	Both years	24	-0.771**	-0.633**	-0.363
Non-glutinous rice	1973	28	-0.653**	-0.315*	0.136
	1974	28	-0.710**	-0.495**	-0.260
	Both years	56	-0.655**	-0.508**	-0.179
Glutinous rice	1973	4	-0.899	-0.979*	-0.474
	1974	4	-0.874	-0.992**	-0.118
	Both years	8	-0.503	-0.753**	-0.244

\*, \*\*: Significant at the 5% and 1% level, respectively.

Table 4-1-3 Correlation table of protein content of brown rice with factors of grain number and ripening process in 1974.

Variety	n	No. of spikelets per m <sup>2</sup>	1000-kernel-weight
White core rice	12	0.318	-0.620*
Non-glutinous rice	28	-0.607**	0.025
Glutinous rice	4	-0.914*	0.125

\*, \*\*: Significant at the 5% and 1% level, respectively.

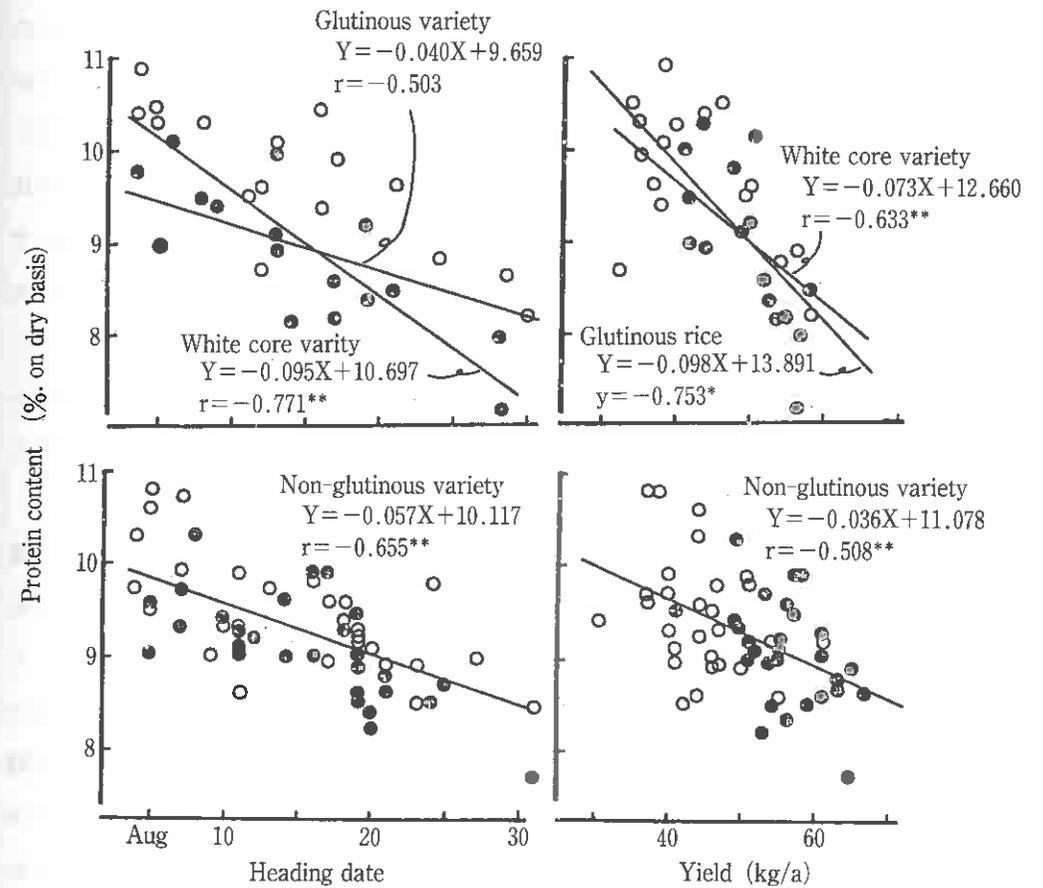


Fig. 4-4-1 Relationship of protein content of brown rice with heading date and rice yield.

## 考 察

### 1. 品種の早晚性と玄米タンパク質含量との関係

本報の玄米タンパク質含量値は、平ら<sup>84)</sup>による全国平均値8.76%からみるとやや高い値を示した。これは供試品種中に当該生産地点としては早熟すぎる品種が含まれていることによる。

品種の早晚性と玄米タンパク質含量との関係について、普通うるち米品種では早生品種

は晩生品種に比較して、タンパク質含量が高いという報告がある<sup>9,31,32</sup>。その原因として東ら<sup>8</sup>は、(1)タンパク質集積能力の遺伝的変異。(2) sink (乾物収納の場) に対する source (乾物生産の場) の割合の変異。(3) 早晩性に伴う環境条件のちがいの三つに要約した。多くの報告が(3)の早晩性に伴う環境条件のちがいに基因する品種間差異について明らかにしたが(2)の sink-source の関係から追及した報告は少ない。

米粒中化学成分のうちタンパク質などの含量は、主成分であるデンプンの集積量との比率によって決まる。タンパク質の集積がデンプンの集積に先行して行われるため<sup>31</sup>、sink サイズが制限された場合には相対的にタンパク質含量が高まり、逆に sink に比較して source が著しく不十分で登熟が不完全な場合も、相対的にタンパク質含量が高まる<sup>81</sup>。

このことを品種の早晩性からみると、早生品種は LAI が小で1穎花当り乾物生産量が小さい。このためデンプン蓄積量が少なく、相対的にタンパク質含量が高くなるものと考えられ、供試した早生品種群において明確に認められた。

育種上有用な差異は、穂へのタンパク質集積能力の遺伝的変異であるが、出穂期、収量及び粒大からみて遺伝的に高タンパク含量の品種が報告されている。その主な普通うるち米として、ハウネンワセ<sup>84</sup>、フクニシキ<sup>8</sup>、オイラセ、ハツニシキ<sup>18</sup>があり、低い品種としては、ササニシキ<sup>18</sup>、コシヒカリ、フジミノリ<sup>84</sup>、山田錦、朝日<sup>82</sup>などがある。本報における高含量または低含量品種は前述のとおりであるが、各品種群の回帰式に近似しない品種を、遺伝的に高含量または低含量品種としてみた場合、心白米品種では兵系酒18号は高含量で山田錦は低含量であった。普通うるち米品種の高含量品種としてハウネンワセ、タレホナミ、黄金錦が、また低含量品種として、フジミノリ、ニホンマサリ、改良千本があげられた。

## 2. 玄米タンパク質含量の生産年次間差異

登熟期間の平均気温が1.4℃高温であった1973年が1974年に比較して、玄米タンパク質含量の最大値及び平均値が、心白米品種群で22%及び8%、普通うるち米品種で15%及び5%、もち米品種群で17%及び14%とそれぞれ高含量で有意差を認めた。これは本庄<sup>18</sup>が認めた栽培年次間差異が大きい品種で14%、小さい品種で6%より大きい値を示した。

## 3. 玄米タンパク質含量と玄米1000粒重との関係

玄米タンパク質含量と玄米1000粒重との間に、傾向的に負の相関関係が認められた。穂数が多いと面積当り粒数が増加して小粒化するためにタンパク質含量が高まるという報告がある<sup>32,101</sup>が玄米タンパク質含量と玄米1000粒重との関係を考察する場合に、品種と生産環境条件を分けて考える必要がある。生産環境条件についてみると、穂数が多くなると1

穂粒数が減少方向に作用して必ずしも面積当り粒数が増加するとは限らず、したがって小粒化するとは限らない。一方、単位面積当り粒数が増加してやや小粒化しても多収の場合には、玄米タンパク質含量は低下方向に作用する、など収量構成要素の決定オーダーからみて、1000粒重決定以前に変動要因としての1穂粒数と登熟歩合がある。また玄米1000粒重を含めて3要素が相互補償的に作用するという過程があり、この結果、玄米タンパク質含量と玄米1000粒重との関係は流動的であると考えられる。

玄米タンパク質含量と粒重との関係について、小粒玄米は品種間、生産環境条件間についても高含量を示している<sup>85</sup>。矮性稲の玄米1000粒重は普通うるち玄米の約1/2の重量(乾物1000粒重約10g)であるが玄米タンパク質含量は14%前後を示している。しかし、大粒心白米は予想に反して必ずしも低含量を示すものではなく<sup>80</sup>、極大粒心白米品種なだひかり(乾物1000粒重約27g)の玄米タンパク質含量は普通うるち玄米と同程度の8.0%前後にすぎない<sup>75</sup>。本報においても、心白米品種は普通うるち米品種と同程度含量を示した。

これらのことからみると、平らの指摘した<sup>80</sup>ように一時期議論された矮性稲や突然変異稲の小粒玄米の高含量は収量水準との関連について十分考慮すべきであった。

長戸ら<sup>70</sup>は心白米や腹白米は、強勢穎花に発生しやすくこれらの米粒はデンプン集積能力が旺盛なため、正常米に比較して低タンパク質含量を示すとした。しかし、木戸ら<sup>31</sup>は腹白、乳白、心白の発生した玄米はデンプンの充実が劣るためタンパク質含量が高いとしており、この両面から米粒のタンパク質とデンプン相互の集積の機作によって、結果的には本報のとおりそれほど低含量を示さないものと考えられる。

## 4. 玄米タンパク質含量と玄米収量との関係

本報では、玄米タンパク質含量と玄米収量との間に高い負の相関関係を認めた。

収量構成要素は品種、生産環境条件によってかなりの変動を示すが、各要素は補償的に作用して最終的に収量へ収れん(斂)され、収量と玄米タンパク質含量との間には高い負の相関関係があらわれるものと考えられる。しかし、収量構成各要素と玄米タンパク質含量との関係は流動的であることは、玄米1000粒重との関係の項で述べたとおりである。このことは本報の玄米タンパク質含量と玄米収量との間には、3品種群とも高い負の相関関係を示したにもかかわらず、玄米収量を粒数要素と登熟要素に分けて玄米タンパク質含量との関係をみた結果、3品種群が異なった相関関係を示したことでもわかる。一般に収量に対して、普通うるち米及びもち米品種では粒数要素が<sup>110</sup>、また、著者らが報告<sup>39</sup>したように心白米品種では登熟要素が大きく寄与していることと関連しているものと考えられ、とくに心白米品種における品質や心白粒歩合向上のための重要な示唆を与えるものである。

## 第2節 酒米のタンパク質含量の生産地間変動

米粒タンパク質含量の変動は、前節で述べた品種間差異について生産地間においても大きいことが推定される。

広島県の地形は変化に富んでおり、瀬戸内沿岸の標高0 m地帯から、中国山地の800 m地帯まで、暖地型から寒地型までの稲作が行われている。

これら多様な環境を用いて、生産地間の変動状況を検討した。

### 試験方法

供試試料は、1973年及び1974年に広島県の標高10 mから640 mにいたる17地点の農家で、生産された玄米を用いた。

供試品種は、早生から晩生の順に心白米品種として八反35号、八反10号、広酒4号及び改良雄町を、また、参考のため普通うるち米品種として、シュウレイ、峰光、ニホンマサリ及び中生新千本の合計8品種である。

調査は、玄米タンパク質含量と併せて、出穂期、成熟期、収量、玄米1000粒重等について行った。

タンパク質含量の定量は、マクロケルダール法により、全窒素を定量し、これにタンパク質換算係数5.95を乗じてタンパク質含量とした。乾物換算のための水分定量は135℃1時間乾燥法によった。

### 試験結果

各品種の玄米タンパク質含量を平均値で見ると、心白米品種では八反35号8.79%、八反10号8.44%、広酒4号8.30%、改良雄町8.15%、普通うるち米品種ではシュウレイ8.85%、峰光8.52%、ニホンマサリ8.12%、中生新千本7.76%と早晩性の順に前者ほど高含量を示した(第4-2-1表)。

同一品種内における各生産地点の標高と玄米タンパク質含量との間には各品種共高い相関関係が認められ、生産地の標高が上がるに従って含量が低下した(第4-2-2表、第4-2-1図)。

この原因は登熟気温の影響と推定されたので、各生産地点の登熟期30日間の気温との相関関係をみた結果、各品種共高い正の相関関係を認めた(第4-2-2表)。

出穂期、登熟日数、収量及び玄米1000粒重は、立地条件が異なるため若干の変動はあるが、高標高地帯で適熟の早生の高含量品種群八反35号、八反10号、シュウレイ、峰光等を300~400 m地帯で生産するとやや低含量化し、さらに低標高の100~200 m地帯で生産すると、再び高含量化するという2次曲線の変動を示した(第4-2-1図)。

これら諸特性と玄米タンパク質含量との相関関係は、出穂期との関係では、出穂期の早い生産地点ほど、また、登熟日数は短い品種ほどそれぞれ高含量を示した。収量との関係は低収ほど、また、玄米1000粒重は小粒ほど、それぞれ高含量を示し、いずれも前述の品種間差異の項と同傾向であった。

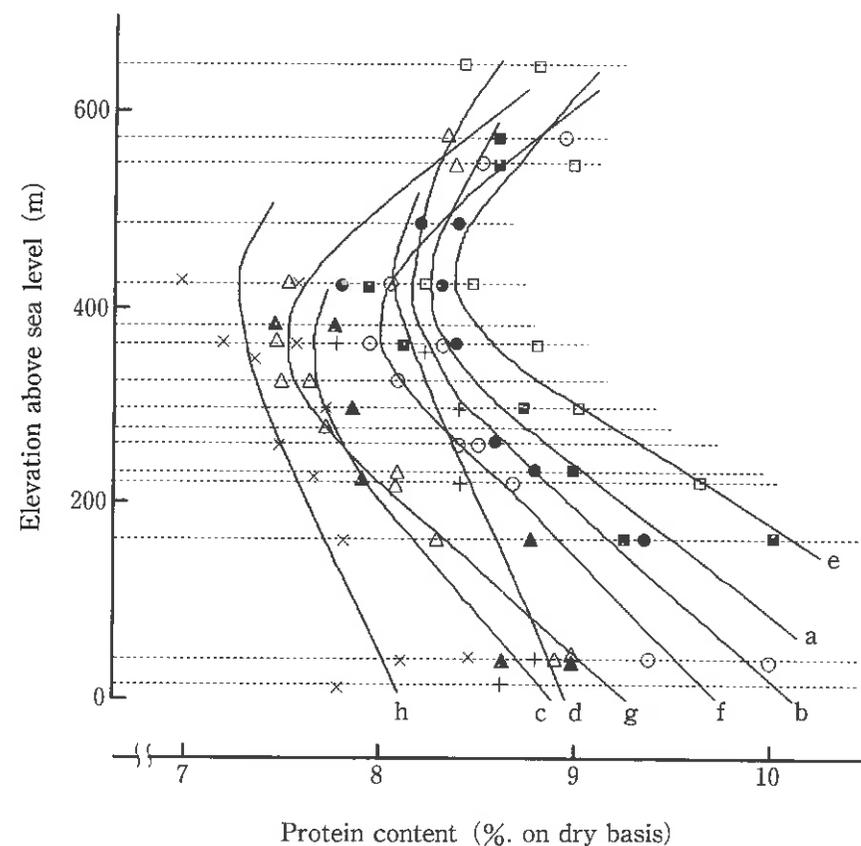


Fig. 4-2-1 Relationship of protein content of brown rice with elevation above sea level of production places.

Variety { a ■ Hattan No.35 b ● Hattan No.10 c ▲ Hirosake No.4 d + Kairyoomachi  
e □ Shurei f ○ Minehikari g △ Nihonmasari h × Nakatshinsenbon

Table 4-2-1 Protein content and main characters of brown rice in production places.

Variety	Protein content in brown rice*		Ripening period		Yield		1000-kernel weight*	
	Mean(%)	Range(%)	C. V.(%)	Days	C. V.(%)	(Kg/a)	C. V.(%)	(g)
Hattan No.35	8.79	7.80-10.02	6.2	38.0	18.9	56.0	13.9	20.1
Hattan No.10	8.44	7.72-9.49	6.8	41.5	15.9	57.1	12.4	21.7
Hirosake No.4	8.30	7.70-9.02	5.0	40.9	11.1	59.2	15.5	23.0
Kairyoomachi	8.15	7.79-9.09	6.9	43.2	15.4	60.2	12.2	23.4
Shurei	8.85	8.24-9.70	5.4	37.3	6.0	53.0	19.0	19.1
Minehikari	8.52	7.87-9.87	5.8	39.2	12.3	53.6	13.7	18.9
Nihonmasari	8.12	7.40-8.99	5.4	43.4	10.8	56.9	12.9	19.6
Nakateshinsenbon	7.76	6.98-8.58	6.9	45.4	12.6	60.0	8.3	19.7

\* : on dry basis.

Table 4-2-2 Correlation table of protein content of brown rice with elevation of production place and ripening temperature.

Variety	n	Elevation of production place	Air temperature during ripening period
Hattan No.35	8	-0.402	0.422
Hattan No.10	8	-0.533	0.640*
Hirosake No.4	6	-0.505	0.477
Kairyoomachi	6	-0.732*	0.728*
Shurei	8	-0.572*	0.594*
Minehikari	12	-0.597*	0.625**
Nihonmasari	12	-0.466	0.588*
Nakateshinsenbon	12	-0.508*	0.520*

\*, \*\*: Significant at the 5% and 1% level, respectively.

## 考 察

生産地点の標高と玄米タンパク質含量との間の高い相関関係の主なる原因は、登熟期の気温であることは、第3節で述べる登熟気温の実験や既往の成績<sup>18,113)</sup>からも推定される。

しかし実際の生産現場では、いろいろの要因が関与していることが考えられる。そのうち、大きな要因として収量水準の高低がある。すなわち、標高300~500mの中国山地地域は10a当り600kg以上の高収地域であり、この地域の玄米タンパク質含量は低い。一方、標高200m以下の瀬戸内海沿岸地域は10a当り400kg程度の低収地域であり、登熟期の高温と相まって高含量化するものと考えられる。この地域の水稻の生育相は、後期凋落型の経過をたどるため、同化産物の蓄積は不十分であり、高温によるsink受入能力の低下も起こるため、sourceとsinkの両面から恒常的に高含量化を示すものと考えられる。

標高500m以上の中国山地の高冷地域では、極早生~早生品種が適熟品種として栽培され、好天候の年次では10a当り600~700kgの高収が得られている。しかし、概して登熟気温が不十分のため、sinkに対するsource不足で相対的に高含量化しやすい。これらの標高別各生産地域の相関関係を第4-2-1図の2次曲線の変動に明確にみることができる。

酒米の生産適地はおおむね標高200~400m地域に分布しているがその成立要因には、土壌的要因も大きいと考えられるが、大きい要因として、以上述べた登熟気温、収量水準、生育相などがあげられる。

### 第3節 登熟気温の違いによる酒米のタンパク質含量の変動

米粒のタンパク質含量は、登熟気温に大きく影響されるが<sup>18,113)</sup>心白米品種における米粒タンパク質含量等品質への影響について詳しく論じたものは少ない。

そこで、心白米品種を供試し、異なる気温条件が登熟時期別に玄米タンパク質含量や心白の発現に及ぼす影響について検討した。

#### 試験方法

1973年心白米品種八反35号を供試し、当場のファイトトロンで次の処理を行った。

処理温度は、昼温（時刻6.00～18.00）及び夜温（時刻18.00～翌朝6.00）を各々、34—24℃（平均気温29℃，区記号H），30—20℃（25℃，M），26—16℃（21℃，L）及び、屋外自然温区23—15℃（19℃，N）とした。

処理時期は、登熟期間を36日と仮定して12日づつに3等分し、その前期間（区記号2），中期間(3)，後期間(4)及び36日全期間(1)を前掲の各処理温度区の中へ設けた。当該処理期間をファイトトロンの中で経過させ、それ以外の期間は室外の自然温度下で経過させた。

供試個体は、5000分の1 aワグネルポットに6月1日に1本植とし、8月20日に出穂した統一な10株を用いた。

玄米タンパク質含量はマクロケルダール法により測定した。

#### 試験結果

温度処理により、登熟日数が短縮し、かなりの高温条件である34—24℃（H）では2～6日、30—20℃（M）では1～2日それぞれ登熟日数が短くなった（第4-1-1表）。

登熟温度の高低と玄米タンパク質含量の関係は昼温—夜温が34—24℃（H）>30—20℃（M）>26—16℃（L）及び23—15℃（N）の順に、高温区ほど高タンパク質含量を示した（第4-3-1表）。

また、処理時期別にみると、かなりの高温条件（H）では、全期間（H<sub>1</sub>）又は、登熟期間のうち早い処理ほど（H<sub>2</sub>>H<sub>3</sub>>H<sub>4</sub>）高タンパク質含量を示した。しかし通常の温度条件（M及びL）では、登熟期間のうち早い処理より、晚い処理ほど高タンパク質含量を示した（M<sub>4</sub>>M<sub>3</sub>>M<sub>2</sub>及びL<sub>4</sub>>L<sub>3</sub>>L<sub>2</sub>）。

第4-3-2表に示すように温度処理が粒質に及ぼす影響は大きく、かなりの高温条件で

は、心白の発現はきわめてわるく、鮮明な心白粒が減少し、不鮮明粒が増加した。この傾向は、登熟期間のうち早い処理ほど大きかった（H<sub>4</sub>>H<sub>3</sub>>H<sub>2</sub>>H<sub>1</sub>）。

通常の温度条件の処理区（M及びL）では、わずかに晚い時期の処理区の心白粒歩合が増加する傾向があったが顕著な差はみられなかった。

玄米1000粒重は心白粒歩合と近似した傾向がみられ、かなりの高温条件では著しく小粒化し、特に早い時期の処理ほど顕著であった。通常の温度条件では、無処理区（N）よりわずかに高温なM及びL区がやや大粒化した。

この傾向は玄米収量についても認められ、高温ほど、また早い時期の処理ほど低収を示した。

#### 考察

##### 1. 酒米としての粒質に影響する温度と時期

普通うるち米品種についての既往成績によると、高温は登熟前期の玄米の充実を良好にするが、成熟速度が早まり同化産物受入側（sink）の養分集積能力が早期に低下する<sup>56,67)</sup>。その結果、登熟後期に至り米粒は充実不良となり、乳白米、腹白米、半死米などの障害米が発生し、完全米そのものも充実が不十分となり、玄米1000粒重が低下する。このことはひいては、炭水化物とタンパク質含量との比率に変動が生じ高タンパク質含量を示すことになる<sup>18,26,113)</sup>といわれている。

本試験に供試した心白米品種では、大粒であるためその影響は大きく粒大、タンパク質含量及び心白の発現等に顕著な差異をもたらした。そしてこのような差異をもたらす温度水準は、試験結果からみて収量に対する登熟適温とされている出穂後40日間の平均気温21～22℃前後であると判断された。

登熟温度の高低とその波及効果の時期別影響をみると、この温度を起点に、これをこえる温度条件では登熟前期に、またこれ以下の温度条件では登熟後期に、それぞれ影響が強く表れることがわかった。これは前述の粒 sink の同化産物受入機能の活性の関係から説明できる。

これらのことから、同化産物受入機能が後期まで健全に維持されることは、とくに大粒である心白米品種にとってはきわめて重要な必要条件であり、短期登熟型の早生品種や高温期登熟の栽培様式は好ましくないと云える。

##### 2. 米粒タンパク質含量に影響する温度

酒米品種として重要な米粒タンパク質の含量を決める機作は、窒素と炭水化物の集積過

Table 4-3-1 Effect of air temperature during the ripening period on protein content of brown rice.

Experimental plot	Ripening temperature conditions			Ripening period (day)	Protein content of brown rice (%)
	Daytime (6:00-18:00)	Night (18:00-6:00)	Treated period (day)		
H <sub>1</sub>	34°C	24°C	All ripening period(0-36th)	30	8.23
H <sub>2</sub>	34	24	Early ripening period(0-12th)	32	8.01
H <sub>3</sub>	34	24	Middle ripening period(13th-24th)	33	7.95
H <sub>4</sub>	34	24	Late ripening period(25th-36th)	34	7.54
M <sub>1</sub>	30	20	All ripening period(0-36th)	34	7.66
M <sub>2</sub>	30	20	Early ripening period(0-12th)	35	7.10
M <sub>3</sub>	30	20	Middle ripening period(13th-24th)	35	7.16
M <sub>4</sub>	30	20	Late ripening period(25th-36th)	36	7.59
L <sub>1</sub>	23	15	All ripening period(0-36th)	36	7.22
L <sub>2</sub>	23	15	Early ripening period(0-12th)	36	6.87
L <sub>3</sub>	23	15	Middle ripening period(13th-24th)	36	6.98
L <sub>4</sub>	23	15	Late ripening period(25th-36th)	36	7.28
N	23	15	Untreatment	36	6.98

Table 4-3-2 Effect of air temperature during the ripening period on white core appearance and Yield.

Experimental plot	Ripening temperature conditions			White core (%)	Clear white core (%)	Yield (g/hill)	1000-kernel-weight (g)
	Daytime (6:00-18:00)	Night (18:00-6:00)	Treated period (day)				
H <sub>1</sub>	34°C	24°C	All ripening period(0-36th)	66.7	60.1	14.3	22.7
H <sub>2</sub>	34	24	Early ripening period(0-12th)	66.0	61.9	13.0	21.2
H <sub>3</sub>	34	24	Middle ripening period(13th-24th)	70.1	63.4	18.7	22.0
H <sub>4</sub>	34	24	Late ripening period(25th-36th)	73.0	64.5	19.5	24.0
M <sub>1</sub>	30	20	All ripening period(0-36th)	80.0	77.7	28.2	26.0
M <sub>2</sub>	30	20	Early ripening period(0-12th)	79.9	76.9	26.0	25.5
M <sub>3</sub>	30	20	Middle ripening period(13th-24th)	81.2	78.3	28.4	26.4
M <sub>4</sub>	30	20	Late ripening period(25th-36th)	81.1	78.0	28.4	26.1
L <sub>1</sub>	23	15	All ripening period(0-36th)	79.0	77.7	28.9	26.1
L <sub>2</sub>	23	15	Early ripening period(0-12th)	78.4	76.8	28.7	25.9
L <sub>3</sub>	23	15	Middle ripening period(13th-24th)	80.6	78.9	30.2	26.7
L <sub>4</sub>	23	15	Late ripening period(25th-36th)	80.9	79.9	27.1	26.5
N	23	15	Untreatment	79.8	77.9	27.7	25.8

程<sup>70,93)</sup>からみて次のように考えられる。

出穂開花後20~25日を安定値として蓄積比率が漸減していく窒素と、この時期にもなお蓄積をつづけている炭水化物との相互関係からみて、高温ほどsinkの受入能力の機能低下により、炭水化物蓄積量に対しタンパク質含量が相対的に高比率で登熟が完了するため高含量となるものとみられる。一方、登熟過程で発育が停止し、青米となる低温条件では当然、タンパク質含量は高含量化する。

これらのことから、収量に対する登熟適温22℃前後は、米粒タンパク質の低含量化の適温であると云える。

#### 第4節 登熟推移に伴う酒米の物性等の変動

米の登熟過程における物性の推移から収穫の適期及びその許容性を検討した。

この観点から検討したものとして、稲津ら<sup>21)</sup>の北海道産うるち米に関する報告があるが、温暖地における特に心白米についての報告は見当たらない。本報では早晚性の異なる心白米品種について普通うるち米品種と対比しながら、登熟に伴うアミログラム及びファリノグラムによる糊化特性を指標としてその推移をみた。

また、登熟過程における諸特性値の変動は粒質の変化によるものと考えられたので、粒質別特性値についても検討した。

#### 試 験 方 法

##### 1. 試 料

試料は心白米品種として八反35号及び改良雄町を、普通うるち米品種として峰光及び中生新千本を1971年及び1972年に当該圃場で標準栽培して得られた玄米を用いた。

試料採取日は、糊熟期を出穂期後20日とみて、これを第1回とし以後10日おきに計6回、出穂期後70日までとした。試料採取法は生育均一株20株を刈り取り、これを乾燥・脱穀・籾摺し、無選別米粒を試料とした。

粒質別特性調査試料は、中生新千本のこれら玄米を素材として粒質分類したものをを用いた。

##### 2. 測定方法

a) 水分含量及び1000粒重；採取試料籾の水分含量は135℃、1時間乾燥法によった。乾物1000粒重も同法によった。

b) 精米粉のアミログラム<sup>19,103)</sup>；搗精歩合90%精白米を小型粉碎器で粉碎し、40メッシュを通過する粉末を調整し、乾物試料40gに蒸留水450mlを加え、ブラベンダーアミログラフで、30℃から93℃まで1分間1.5℃の一定速度で加熱し、93℃を10分間保った後冷却過程に移り再び30℃まで、加熱と同様の速度で冷却した。このようにして得られたアミログラムから、糊化温度、最高粘度、最低粘度、最終粘度、ブレイクダウン、コンシステンシーを求めた。

c) 精白米粉のファリノグラム；アミログラムに用いた同一調整試料を酒井の方法<sup>74)</sup>により、試料30gに蒸留水27mlを加えブラベンダープラストグラフで90℃、60 r.p.m.の条件で

Bladed Mixer tipe 50を用い15分間測定した。このようにして得られたファリノグラムから、ピークタイム、最高粘度、スタビリティを求めた。

## 結 果

### 1. 水分含量, 1000粒重及び粒質の推移

粳水分含量は、出穂期後20日目には約50%であったが成熟期には早生品種（八反35号、峰光）で約28%に、中生品種（改良雄町、中生新千本）で約20%に低下し、胴割頻発水分含量20%前後を経過したのは出穂期後、早生品種では1971年は50~55日、1972年は60~65日、中生品種では1971年は60~65日、1972年は60~70日で年次間差が大きかったが最終的な枯熟状態では18~19%の水分含量に落ち着いた。これは成熟期後15~25日であり、品種間差より年次間差が大きかった。粳1000粒重及び玄米1000粒重ともに、成熟期前に平衡重量に達し、過熟状態がすすむと重量は減少した（第4-4-1図）。

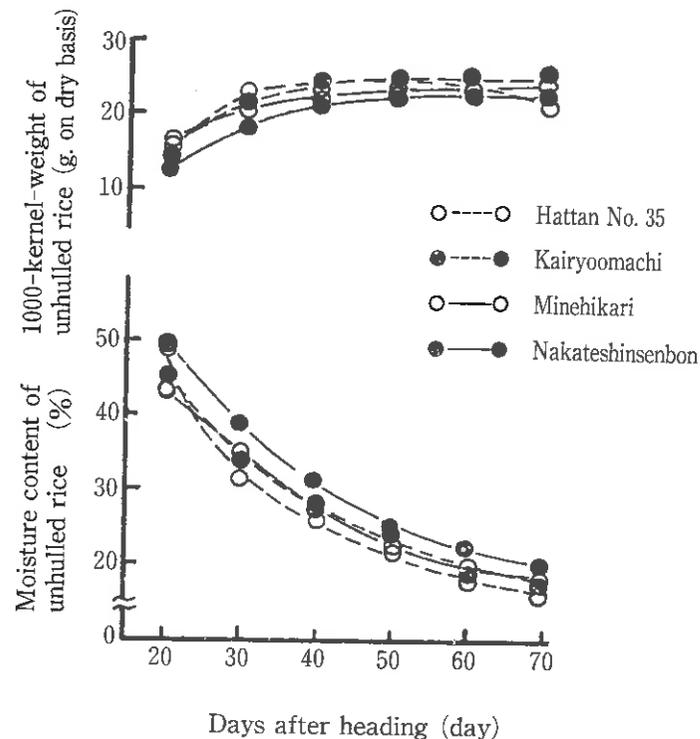
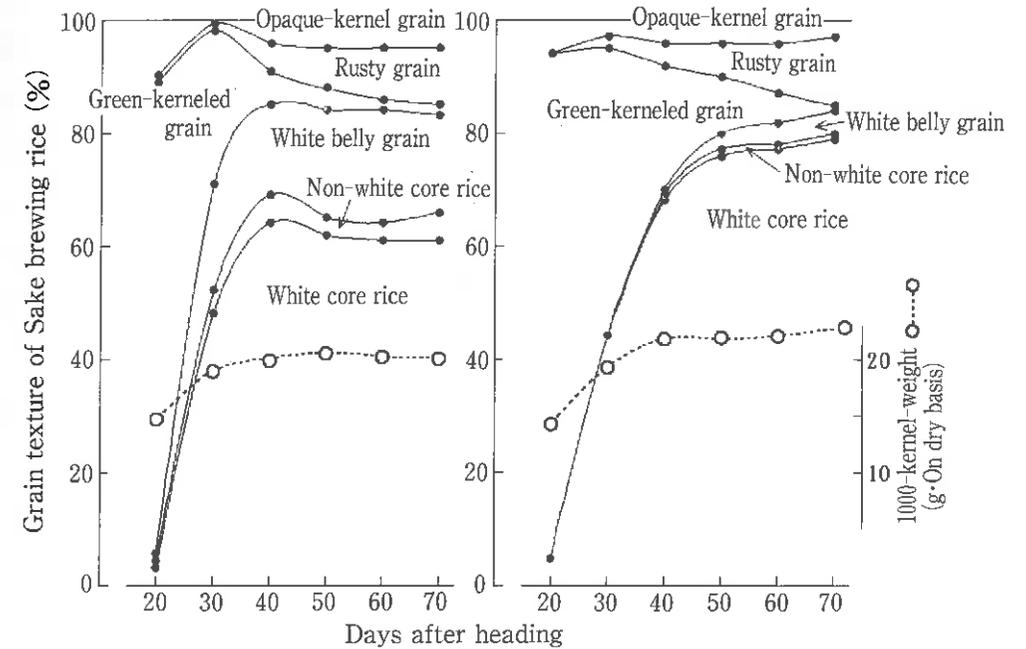


Fig. 4-4-1 Changes in 1000-kernel-weight and moisture content of unhulled rice from dough ripening to over ripening.



Hattan No. 35 Kairyoomachi  
Fig. 4-4-2 Change in quality of white core variety grain from dough ripening to over ripening.

登熟に伴う粒質については第4-4-1表及び第4-2-2図に示した。心白米品種は完全粒を心白粒と無心白粒に、普通うるち米品種は完全粒と各種不完全粒に分類した。

八反35号の心白粒は出穂期後40日目で平衡値に達し、心白部が粒の腹側へ偏在した粒（心白流れ粒。腹白米として計数した）は30日目に平衡値に達した。改良雄町の心白米はおそくまで増加しつづけたが、約50日目で平衡値に達した。峰光の完全粒は出穂期後40日で平衡値に達し、50日で青米の減少と、茶米、腹白米等不完全粒の増加曲線が交叉した。中生新千本では完全粒は50日目に最大値に達し茶米は70日目まで増加しつづけた。

### 2. 精白米粉のアミログラム推移

登熟過程におけるアミログラムの推移を第4-4-2表に示した。

糊化温度；1971年は出穂期後日数が経過するに従い4品種とも低下傾向を示した。1972年の低下傾向は1971年と同様であったが心白米品種である八反35号と改良雄町はそれぞれの成熟期以後上昇した。

最高粘度；両年次とも出穂期後20日目では低い値を示したが登熟経過とともに次第に上昇し、年次間変動も縮小した。両年度、各品種を通じて出穂期後30~40日目からほぼ安定したが、70日目で再び低下するケース（1971年の改良雄町及び峰光）がみられた。

最低粘度；早生品種の八反35号及び峰光は成熟期には既に上昇した。改良雄町は登熟の進行に従い徐々に上昇した。中生新千本は登熟の進行に従い低下し、過熟状態で上昇した。

ブレイク・ダウン；1971年は登熟初期から平衡値を示し、大きな変化はなかったが、過熟状態では低下した。1972年は八反35号は出穂期後40日目を頂点に上昇したのち低下し、他の3品種は登熟進行に伴って上昇傾向を示した。

コンシステンシー；品種の早晚性によって、早生品種と中生品種が対照的推移を示し、成熟期にいたり峰光では上昇し、中生新千本では低下し、それぞれ過熟にいたるまで平衡値を保った。

### 3. 精白米粉のファリノグラム推移

登熟過程におけるファリノグラムの推移を第4-4-3表に示した。

ピーク・タイム；各品種とも成熟期前後まで平衡を保ち、過熟化とともに上昇した。中生品種より早生品種が高い値を示した。

最高粘度；各品種とも成熟期までは上昇し平衡値を保っているが過熟状態にいたると低下傾向を示し、その推移は中生品種に比較して早生品種が早く、変動が大きかった。また、心白米品種より普通うるち米品種が高い値を示した。

スタビリティ；登熟に伴う変動は小さかったが、心白米品種の八反35号は過熟化と共に高い値を示した。

### 4. 粒質別、精白米粉のアミログラム、ファリノグラム

登熟に伴う糊化特性及び炊飯特性の変動の原因は、登熟の進行に伴う粒質の変化によるものと考えられたので、粒質別の諸特性を調査し第4-4-4表に示した。

精白米粉のアミログラムは、完全米や腹白米に比較して、青米は糊化温度が高く、最高粘度、ブレイク・ダウン及び、コンシステンシーは低い値を示した。

ファリノグラムは、完全米はピーク・タイム及び最高粘度が低く、青米は逆に高い値を示した。

## 考 察

本試験では、早晚性の異なる心白米品種及び普通うるち米品種各々2品種を供試し、2年間同一設計で実施した。心白米品種に関しては酒造原料としての利用に当たって酒造適性判定手法として「統一分析法」が用いられるが、登熟推移に伴う米粒の基本的物性をみるため、普通うるち米品種と比較しながら検討した。その結果、登熟過程における各特性値の推移は特徴ある差異を示し、品種の早晚性、普通うるち米（無心白米）と心白米の差、

年次間差、品種固有の特性などに違いが認められた。

登熟過程における粒質の推移をみると、完全米粒数が平衡値に達する日数は、出穂期後日数で、八反35号30日、改良雄町50日、峰光40日及び中生新千本50日であった。また、登熟に伴う青米の減少と茶米の増加が交叉する出穂後日数は、それぞれ10日後の40日、60日50日及び60日目の試料であった。これら供試水稻の成熟期は出穂期後日数でそれぞれ40日、46日、40日及び50日であった。収穫期の判定にはこのような粒質による他、玄米1000粒重、胴割米の発生<sup>69)</sup> 粳色<sup>73)</sup> 積算温度<sup>20,23)</sup> などによって行われるが、品質向上の観点からみればこのような基準のみによる判定では不十分と考えられる。

登熟過程における精白米粉のアミログラムについてみると、デンプンの膨潤開始温度に近似するとされる糊化温度は、登熟初期に高く、登熟の進行に伴って低下し、また、デンプン粒の膨潤の最大点に近似するとされる最高粘度は、登熟初期に低く、登熟の進行に伴って上昇した。これは登熟初期には、果皮、種皮及び糊粉層などの割合が高く、その後登熟の進行に伴うデンプンの蓄積により、アミログラム特性値は30~40日目にかけて急速に変化する。そして各品種の成熟期の試料では既に平衡値に達しているから成熟期前10日の間に決定されていることがわかる。しかし、過熟状態では、最低粘度、最終粘度など、再び劣ってくる特性値が認められ成熟期以後でも糊化特性に変動が認められた。

稲津ら<sup>21)</sup>は北海道産米について、アミログラム特性値は出穂期後40日目にはほぼ平衡値に達し以後は70日目まで緩慢に上昇する傾向を認めている。このちがいは寒冷地と温暖地における登熟気温、とくに登熟後期の低温化が大きい寒冷地の登熟条件との違いによるものとみられ、鈴木ら<sup>78,79,80)</sup>が報告した気温による米デンプンの微結晶構造の差に基因するものと考えられる。

精白米粉のファリノグラム値<sup>74)</sup>についてみると、糊化条件が整うに要する時間とされるピーク・タイム及び、糊化温度付近でデンプンが壊されるに要する時間とされるスタビリティ値ともに、成熟期までは低く安定しているが過熟状態では高くなる。この傾向は早生品種が大である。最高粘度は早生心白米品種八反35号を除けば成熟期以後大きな変動はなかった。

これら登熟経過に伴う精白米粉の物性の変動の原因は登熟の進行による粒質の変化によるものが主と考えられる。そこで粒質別にこれら特性値を検討した結果では、成熟期までは青米の多少が影響していることが明白であった。

腹白米はアミログラム、ファリノグラム両特性値とも完全米と同じく安定していたが、これは、腹白は登熟の旺盛な粒に発生する<sup>33,100)</sup>ことからみて理解される。

さらに過熟状態では、茶米の多少、水分含量及びデンプンそのものにも何らかの特性変化が起こるものと考えられる。このことは1972年試料を供試した著者らの報告<sup>93)</sup>の化学成分組成の変化からも類推される。

未熟状態または過熟状態におけるこれら諸特性の変動は、成熟期まではきわめて大きく、成熟期以後の変動は比較的小さい傾向がある。

以上の結果から、現行の収穫適期の決定には大きな差異はないとみられたが注意を要するのは、現行の早刈りの推奨は、逆に晩刈りによる胴割れの発生が醸造上好ましくない等の理由で作業面から強調される事項と考えられ、成熟期以前の糊化特性はかなり劣っており、あまり早期の収穫は好ましくない。過熟状態にいたるとこれら特性値に再び劣化が認められ、品種によって異なるが出穂期後60~70日目では劣化は顕著となる。これら成熟期前・後の許容限界について十分認識すべきである。

Table 4-4-1 Changes in 1000-kernel-weight and grain texture from dough ripening to over ripening.

White core variety	Days after heading	1000-kernel weight (g)*	White core rice (%)	Non-white core rice (%)	White belly grain (%)	Green-kernel grain (%)	Rusty grain (%)	Opaque-kernel grain (%)
Hattan No. 35	20	14.5	3.2	1.0	0.8	84.5	0.1	10.6
	30	18.8	47.4	4.6	19.0	27.9	0.8	2.7
	40	19.9	63.8	4.7	16.4	6.4	4.7	4.6
	50	20.3	60.7	3.9	18.9	4.5	7.2	4.9
	60	20.1	62.4	4.7	18.8	0.9	7.9	5.4
	70	20.0	61.6	4.6	18.8	0.4	9.9	5.0
Kairyomachi	20	14.2	4.7	0	0	89.3	0	6.1
	30	19.2	44.1	0.1	0	51.2	1.8	2.9
	40	21.6	68.1	0.6	1.6	21.3	4.0	4.5
	50	21.7	76.4	0.7	3.2	18.0	8.2	4.3
	60	21.9	77.1	0.8	4.0	5.0	9.1	4.1
	70	22.7	79.7	0.7	3.1	1.1	12.5	3.0
Non-glutinous variety	Days after heading	1000-kernel weight (g)*	Perfect grain (%)	White belly grain (%)	Milky-white grain (%)	Green-kernel grain (%)	Rusty grain (%)	Opaque-kernel grain (%)
	20	13.3	11.3	0	0	78.6	0.4	9.8
	30	16.8	57.7	1.7	0	34.5	1.1	5.1
	40	18.7	75.4	5.0	0.1	12.6	3.8	3.2
	50	19.0	78.5	6.3	1.3	5.6	6.5	2.0
	60	19.2	79.8	6.3	2.2	1.8	8.4	1.6
70	19.1	77.5	8.4	2.2	1.1	9.6	1.5	
Nakateshinbon	20	12.0	3.4	0	0	92.4	0.1	4.2
	30	16.2	34.9	3.0	0	59.6	0.6	1.8
	40	18.5	54.0	14.6	0.7	24.6	3.6	2.7
	50	18.9	62.1	20.0	0.6	9.5	5.4	2.5
	60	18.8	60.8	22.9	0.6	5.5	7.4	4.1
	70	18.6	60.4	22.9	0.9	3.1	8.7	4.3

\* : On dry basis.

Table 4-4-2 Changes in Amylographic characteristics of Sake brewing rice from dough ripening to over ripening.

Variety	Days after heading	Gelatinization temperature (°C)	Peak Viscosity (B.U.)	Minimum Viscosity (B.U.)	Final Viscosity (B.U.)	Break down (B.U.)	Consistency (B.U.)
Hattan No. 35	20	70.0	286	262	390	24	129
	30	66.3	324	272	463	52	191
	40	66.8	326	265	454	61	189
	50	65.5	326	273	460	54	188
	60	66.3	344	308	472	36	164
	70	66.3	337	309	456	28	147
Kairyoomachi	20	69.0	291	218	431	73	213
	30	66.3	311	234	406	77	172
	40	64.8	327	247	420	80	174
	50	64.0	325	254	430	71	176
	60	65.0	314	240	459	74	219
	70	65.0	325	240	459	85	219
Minehikari	20	68.5	263	184	379	79	195
	30	67.5	287	218	380	69	163
	40	66.3	318	244	413	74	188
	50	64.0	316	243	443	73	207
	60	64.8	310	238	446	72	209
	70	65.0	302	229	437	73	208
Nakateshinsenbon	20	64.8	317	240	473	77	233
	30	65.3	322	236	437	86	201
	40	62.5	317	244	403	73	159
	50	62.5	331	242	391	89	160
	60	60.8	329	251	425	78	174
	70	60.3	341	255	419	86	164

Note : B.U. : Brabender Amylograph unit.

Table 4-4-3 Changes in Farinographic characteristics of Sake brewing rice from dough ripening to over ripening.

Variety	Days after heading	Peak time (min.)	Stability (min.)	Peak viscosity (B.U.)
Hattan No. 35	20	2.4	1.9	560
	30	2.5	2.3	585
	40	2.5	2.4	620
	50	2.5	2.4	610
	60	2.5	2.6	535
	70	2.8	2.6	535
Kairyoomachi	20	1.4	2.1	480
	30	1.8	2.2	480
	40	1.8	2.1	490
	50	1.8	2.0	515
	60	1.8	2.0	505
	70	1.9	1.9	505
Minehikari	20	1.5	1.8	600
	30	1.7	2.0	615
	40	1.8	2.0	615
	50	1.9	2.0	620
	60	2.3	2.0	600
	70	2.3	2.0	605
Nakateshinsenbon	20	1.9	1.5	610
	30	1.7	1.5	640
	40	1.4	1.5	650
	50	1.5	1.6	650
	60	1.6	1.6	645
	70	1.8	1.6	635

Note : B.U. : Brabender Farinograph unit.

Table 4-4-4 Amylographic and Farinographic characteristics of grain texture of Sake brewing rice.

Grain texture	Amylographic characteristics					Farinographic characteristics			
	Gelatinization temperature (°C)	Peak Viscosity (B.U.)	Minimum Viscosity (B.U.)	Final Viscosity (B.U.)	Break down Viscosity (B.U.)	Consistency (B.U.)	Peak time (min.)	Stability (min.)	Peak Viscosity (B.U.)
Perfect grain	55.0	320	210	357	110	147	1.3	1.3	550
White belly grain	55.5	315	200	357	115	157	1.5	1.6	540
Green-kerneled grain	56.5	258	188	312	70	124	1.7	1.5	500
Opaque-kernel grain	58.0	247	150	262	97	112	0.8	1.6	540

Note : B.U. : Brabender Amylograph and Brabender Farinograph unit.

## 第5節 登熟推移に伴う酒米の化学成分組成の変動

米粒の登熟不良あるいは収穫時期における早刈りによる未熟粒の混入と、一方、遅刈りによる過熟粒の混入も玄米の化学成分組成に影響を与えていることが予想される。このような観点から心白米品種について普通うるち米品種と対比しつつ、米粒の糊熟から過熟に至るまでの化学成分組成の変動を、一般成分としてタンパク質・脂質・灰分、無機質成分としてリン・カリウム・マグネシウムについて検討した。

### 試験方法

#### 1. 試料

心白米品種として八反35号及び改良雄町、普通うるち米品種として峰光及び中生新千本を、1972年に当場圃場で栽培し得られた米粒を用いた。栽培条件は、田植6月13日、施肥量(kg/a)は基肥としてN0.40, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.28, K<sub>2</sub>O0.36を6月8日に、穂肥としてN0.2, K<sub>2</sub>O0.2を8月7日にそれぞれ施用した。

各品種の出穂期及び成熟期は、それぞれ八反35号は8月12日及び9月20日、改良雄町は8月20日及び10月5日、峰光は8月21日及び9月25日、中生新千本は8月30日及び10月15日であった。試料採取日は、糊熟期を出穂後20日とみて、これを第1回とし、以後10日おきに計6回、すなわち、出穂後70日までとした。試料は、10~20株を刈取り、これを乾燥・脱穀・粃摺し、無選別米粒を用いた。

#### 2. 定量方法

試料米粒は、30 mesh に粉碎したのち、次の方法により各成分を定量した。a) タンパク質はマクロ・ケルダール法により定量した全窒素に、窒素-タンパク質換算係数5.95を乗じてタンパク質含量とした。b) 脂質はソックスレー抽出法によるエチルエーテル抽出法。c) 灰分は600°C・4時間灰化法。d) リンはAllen-中村変法による比色法。e) カリウム・マグネシウムは原子吸光法。f) 水分(乾物換算用)は135°C・1時間乾燥法でそれぞれ実施した。

### 試験結果

各品種について、米粒のタンパク質・脂質及び灰分を、乾物100g中及び1000粒中の含量として乾物1000粒重とともに第4-5-2表に示し、リン・カリウム及びマグネシウムを乾

物100g中・灰分100g中及び1000粒中の含量として第4-5-3表にそれぞれ示した。

### 1. タンパク質

乾物中含量；登熟により減少したのち，成熟期前後にやや増加し，再び減少する傾向を示した。出穂後20日から30日にかけての減少が著しかった。20日に対する70日の減少割合は，6～8%を示した。

1000粒中含量；登熟により増加を示したが，20日から30日にかけての増加が大きかった。成熟期以後は，4品種中峰光及び中生新千本に減少する傾向がみられた。20日に対する70日の増加割合は，普通うるち米品種20%程度に対し心白米品種は30～40%程度と高かった。

### 2. 脂質

乾物中含量；登熟により減少を示し，20日から30日にかけては八反35号の減少が著しかった。成熟期以後も減少し，20日に対する70日の減少割合は，約20～30%を示した。

1000粒中含量；20日から30日あるいは40日にかけて増加したのち減少の傾向を示した。20日に対する70日の割合は，中生新千本は2%の減少となっているが心白米品種を含む他の3品種は7～9%の増加を示した。

### 3. 灰分

乾物中含量；成熟期前後まで減少し，その後やや増加する傾向がみられた。20日に比較してもっとも大きい減少割合を示したのは，中生新千本の16%（40日）であったが，他の3品種は10%前後であった。20日に対する70日の減少割合は，八反35号2%～中生新千本11%を示した。

1000粒中含量；成熟期前後にかけて増加したのちやや減少し，再び増加する傾向がみられた。4品種中とくに八反35号の20日から30日にかけての増加が著しかった。20日に対する70日の増加割合は，普通うるち米品種20%程度に対し，心白米品種は30～50%程度と高かった。

### 4. リン

乾物中含量；登熟により減少する傾向がみられたが，中生新千本を除いてあまり減少を示さず，20日に対する70日の減少割合は，八反35号2%～中生新千本11%であった。

灰分中含量；成熟期前後にかけて増加したのち，やや減少する傾向を示し，70日までは20日とほとんど同様の値を示した。

1000粒中含量；登熟とともに増加に傾向がみられ，とくに八反35号の増加が著しかった。20日に対する70日の増加割合は，普通うるち米品種20%程度に対し，心白米品種は30～50%程度と高かった。

Table 4-5-1 Changes in grain texture of Sake brewing rice from dough ripening to over ripening.

White core variety	Days after heading	Perfect grain		White belly grain (%)	Green-kerneled grain (%)	Rusty grain (%)	Opaque kernel grain (%)	Damaged grain (%)
		White core rice (%)	Non-white core rice (%)					
Hattan No. 35	20	0.8	0.4	0.6	80.0	0.2	17.9	0.1
	30	42.8	6.1	11.5	35.1	1.6	1.4	1.5
	40	59.6	7.0	14.2	7.1	6.4	2.1	3.6
	50	52.7	4.9	20.0	6.2	10.3	2.1	3.8
	60	53.7	5.9	20.5	1.2	10.9	2.3	5.5
	70	53.2	6.2	20.7	0.1	13.2	2.0	4.6
Kairyomachi	20	5.3	0	0	88.0	0	6.7	0
	30	32.6	0.2	0	61.3	3.5	1.6	0.8
	40	62.5	1.2	3.1	22.4	7.0	1.8	2.0
	50	71.5	1.4	5.1	5.9	12.0	2.1	2.0
	60	74.0	1.6	5.3	4.2	11.0	2.0	1.9
	70	76.4	1.4	5.6	1.4	12.0	1.7	1.5
Non-glutinous variety Minehikari	20	12.2	0	0	80.2	0.8	6.8	0
	30	57.2	0	0	39.0	2.2	1.4	0
	40	79.7	0	0.2	12.9	5.0	2.2	0
	50	83.1	0	2.5	3.5	9.0	1.9	0
	60	83.7	0	2.5	1.1	10.5	2.2	0
	70	82.3	0	2.5	0.2	13.1	1.9	0
Nakatesinsenbon	20	3.4	0	0	91.5	0.1	5.0	0
	30	49.7	0.9	0	46.6	1.5	1.3	0
	40	62.6	13.9	0	18.8	4.1	0.6	0
	50	74.1	12.9	0	5.4	7.0	0.6	0
	60	71.0	16.1	0.3	3.9	8.0	0.7	0
	70	71.0	16.0	0.2	2.9	9.4	0.5	0

Table 4-5-2 Changes in chemical composition (protein, fat and ash) of Sake brewing rice from dough ripening to over ripening.

Variety	Days after heading	1000-kernel-weight			Protein		Fat		Ash	
		on dry basis (g)	per 100g dry basis (g)	per 1000 kernels (mg)	per 100g dry basis (g)	per 1000 kernels (mg)	per 100g dry basis (g)	per 1000 kernels (mg)		
Hattan No. 35	20	12.5	10.72	1340	3.14	393	1.65	206		
	30	18.2	9.85	1790	2.46	448	1.56	284		
	40	19.2	9.66	1850	2.37	455	1.53	294		
	50	19.2	10.00	1920	2.37	455	1.49	286		
	60	19.2	9.85	1890	2.22	426	1.50	288		
	70	19.4	9.87	1910	2.21	429	1.61	312		
Kairyomachi	20	15.4	10.90	1680	3.09	476	1.60	246		
	30	19.5	10.33	2010	2.82	550	1.44	286		
	40	20.8	10.44	2170	2.59	539	1.48	308		
	50	20.6	10.44	2170	2.47	509	1.47	303		
	60	20.8	10.27	2140	2.45	510	1.57	327		
	70	21.1	10.19	2150	2.42	511	1.54	325		
Minehikari	20	14.0	10.42	1460	3.07	430	1.52	213		
	30	17.5	10.34	1810	2.71	474	1.50	263		
	40	18.2	10.19	1850	2.62	477	1.40	255		
	50	18.0	10.12	1820	2.40	432	1.51	272		
	60	18.4	10.31	1860	2.37	436	1.46	269		
	70	18.3	9.81	1800	2.51	459	1.41	258		
Nakateshinbon	20	15.4	9.76	1500	3.03	476	1.41	217		
	30	18.6	9.05	1680	2.73	508	1.30	242		
	40	19.9	9.20	1830	2.41	480	1.19	237		
	50	20.6	9.35	1930	2.33	480	1.24	255		
	60	20.1	9.07	1820	2.28	458	1.26	253		
	70	19.9	8.94	1780	2.29	456	1.26	251		

Table 4-5-3 Change in chemical composition (phosphate, potassium and magnesium) of Sake brewing rice from dough ripening to over ripening.

Variety	Days after heading	P			K			Mg		
		per 100g dry basis (g)	per 100g ash (g)	per 1000 kernels (mg)	per 100g dry basis (g)	per 100g ash (g)	per 1000 kernels (mg)	per 100g dry basis (g)	per 100g ash (g)	per 1000 kernels (mg)
Hattan No. 35	20	370	22.4	46.3	328	19.9	41.0	152	9.2	19.0
	30	372	23.8	67.7	279	17.9	50.8	151	9.7	27.5
	40	366	23.9	70.3	275	18.0	52.8	148	9.6	28.4
	50	355	23.8	68.2	279	18.7	53.6	140	9.4	26.7
	60	319	23.3	67.0	271	18.1	52.0	142	9.5	27.3
	70	364	22.6	70.6	276	17.1	53.5	148	9.2	28.7
Kairyomachi	20	390	24.4	60.1	325	20.3	50.1	151	9.4	23.3
	30	375	26.0	73.1	286	19.9	55.8	142	9.9	27.7
	40	379	25.6	78.8	283	19.1	58.9	144	9.7	30.0
	50	370	25.2	76.2	283	19.3	58.3	141	9.6	29.0
	60	384	24.5	79.9	302	19.2	62.8	149	9.5	31.0
	70	379	24.6	80.0	293	19.0	61.8	145	9.4	30.6
Minehikari	20	361	23.8	50.5	323	21.3	45.2	142	9.3	19.9
	30	366	24.4	64.1	289	19.3	50.6	142	9.5	24.9
	40	359	25.6	65.3	285	20.4	51.9	139	9.9	25.3
	50	369	24.4	66.4	297	19.7	53.5	142	9.4	25.6
	60	364	24.9	67.0	301	20.6	55.4	140	9.6	25.8
	70	348	24.7	63.7	284	20.1	52.0	134	9.5	24.5
Nakateshinbon	20	333	23.6	51.3	310	22.0	47.7	132	9.4	20.3
	30	313	24.1	58.2	285	21.9	53.0	123	9.5	22.9
	40	295	24.8	58.7	272	22.9	54.1	112	9.4	22.3
	50	309	24.9	63.7	277	22.3	57.1	120	9.7	24.7
	60	304	24.1	61.1	281	22.3	56.5	118	9.4	23.7
	70	298	23.7	59.3	285	22.6	56.7	118	9.4	23.5

## 5. カリウム

乾物中含量；成熟期前後にかけて減少したのち、増加の傾向がみられた。20日から30日にかけての減少が著しく、その減少割合は、中生新千本8%～八反35号15%を示した。

灰分中含量；中生新千本を除いた3品種において、成熟期前後にかけて減少する傾向がみられた。

1000粒中含量；登熟により増加し、とくに八反35号の30日にかけての増加が著しかった。また、成熟期以後においても増加する傾向がみられ、20日に対する70日の増加割合は普通うるち米品種20%以下に対し心白米品種は30%程度と高かった。

## 6. マグネシウム

乾物中含量；峰光を除き成熟期前後にかけて減少したのち、増加の傾向がみられたが、20日に対する70日の減少割合は心白米品種は小さく3～4%、普通うるち米品種は10%程度と大きかった。

灰分中含量；成熟期にかけて増加したのち減少の傾向を示し、70日では20日とほぼ同様の値を示した。

1000粒中含量；成熟期以後においても増加の傾向を示したが、30日にかけての増加が大きく、とくに八反35号の増加が著しかった。20日に対する70日の増加割合は普通うるち米品種20%程度に対し、心白米品種は30～50%と高かった。

化学成分含量間及び化学成分含量と千粒重との間の相関関係についてみる。各品種間における乾物中及び無機質の灰分中の化学成分含量間と、それら化学成分含量と1000粒重との関係を第4-5-4表に示した。

乾物中含量については、各成分間に正相関の傾向がみられたが、各品種とも灰分及びリンに対するマグネシウムの間が有意として認められた。灰分中含量については、乾物中含量との間において、脂質とカリウムの正相関が2品種に、灰分とリンの負相関が3品種において有意として認められた。灰分中含量では、3品種のリンとマグネシウムが有意の正相関を示した。1000粒重との関係では、乾物中含量との間に負相関の傾向がみられたが、各品種とも脂質及びカリウムとの間が有意と認められた。1000粒重と灰分中含量との間においては、カリウムにおいて2品種に有意の負相関を示した。

1000粒中含量においては八反35号の脂質に対するリン及びカリウムとの間と、各品種におけるいずれの化学成分間及び化学成分と1000粒重間に、有意水準1%あるいは5%において正相関を示した。

## 考 察

出穂20日以後の米粒の化学成分組成は、成熟期以後においても変動がおこっていることが明らかとなった。各化学成分とも20日から30日にかけての変動が大きいことが認められたが成分によって変動の割合は異なり、一般成分についてみると、乾物中含量では脂質の変動が、また1000粒中含量ではタンパク質及び灰分の変動が大きかった。無機質成分については、乾物中及び灰分中含量ではカリウムの変動が、1000粒中含量ではリン及びマグネシウムの変動が大きかった。

化学成分の変動を、出穂後20日から成熟期と成熟期以後に分けてみると、20日から成熟期では、各成分とも乾物中では減少、1000粒中では増加の傾向を示した。これは、この時期における各成分の米粒中への蓄積割合が、炭水化物とくにデンプンのそれに比較して小さいことによるものと推定される。一方、各品種における変動を稲の早晩性よりみると、出穂期の早い品種は遅い品種に比較して、各成分において初期の変動の大きい傾向が認められた。この要因としては、登熟期の高温とくに夜の高温により成熟日数が短縮されることが知られており、各品種における1000粒重の変動が、出穂期の早いすなわち登熟気温の高い品種において、20日から30日にかけての増加割合が大きかったことからみて登熟気温に関係あると考えられる。

成熟期以後の各成分の変動については、それ以前の変動に比べてきわめて小さいが、乾物中ではタンパク質及び脂質の減少と灰分及びカリウムの増加が、1000粒中ではタンパク質の増加あるいは増加後やや減少と、灰分・リン・カリウム及びマグネシウムの増加と脂質の減少がみられた。

このような成熟期以後の化学成分含量の変動要因としては、同一穂上の着粒位置により開花日と成熟日数が異なること<sup>25,62)</sup>が考えられる。しかしながら、1000粒重についてみると、波多野ら<sup>9)</sup>及び松本ら<sup>59)</sup>の結果と同様に40日以後からはあまり変動がなく、乾物中含量において灰分及びカリウムは成熟期にかけて減少したのち増加し、1000粒中含量において脂質は成熟期にかけて増加したのち減少するなど、成熟期までと成熟期以後では変動の様子が異なるものと思われる。成熟期以後における完全粒及び不完全粒の構成において、青米の減少と茶米の増加がとくに目立ち(第4-5-1表)、また同様の報告がみられ、糖層に脂質含量の多いところから、これが成熟期以後における1000粒中の脂質含量の減少と関係があることが考えられる。

無機質成分について、久保<sup>36)</sup>は玄米の高水分状態の貯蔵において、相当量のカリウムが外層から内部に移行し、これに伴ってリン及びマグネシウムも少量ながら移行することを認め、この現象を水溶性物質の細胞間移行としているが、本報でみられた成熟期以後の無機質成分の乾物中及び1000粒中の増加も、これと同様の要因による水稻体から玄米中への移行ということが考えられる。

化学成分組成の変動を各成分間及び1000粒重との関係からみると乾物中含量では脂質含量と1000粒重間に各品種において有意の負相関を認めた。その要因としては、さきに完熟粒の脂質含量において品種による1000粒重の大小との関係は認められず<sup>91)</sup>、同一品種において栽培地<sup>89)</sup>あるいは窒素施肥<sup>87)</sup>を異にした場合に、1000粒重と有意の負相関を認めているので、米粒において脂質含量の多い胚芽・糖層と、少ない胚乳部の割合の変動とくに成熟期にかけての胚乳部の増加の影響が大きいものと思われる。

乾物中リンとマグネシウム含量間に各品種において有意の正相関が認められたが、両成分の関係は、過去に検討してきた完熟粒について同一品種<sup>86,87,88,89)</sup>及び異なった品種間<sup>92)</sup>においても同様の相関を示し、植物におけるリンの吸収・移動にマグネシウムが関与しているといわれていることに関係があるものとみられる。

1000粒中含量において、各成分が普通うるち米品種に比較して心白米品種は、20日に對する70日の増加割合が高いが、これは大粒種であるため各成分の米粒中への蓄積が後期まで緩慢に継続されるためと考えられる。

以上のことからみると、玄米における登熟不良あるいは早刈りによる未熟粒の混入、また遅刈りによる過熟粒の混入が米粒の化学成分組成に影響を及ぼすものと考えられる。

Table 4-5-4 Correlation coefficients between chemical component pairs and between chemical component and 1000-kernel-weight. Sake brewing rice.

	per 100g dry basis					per 100g ash			1000-kernel weight
	Fat	Ash	P	K	Mg	P	K	Mg	
<b>Protein</b>									
Hattan No. 35	0.912*	0.657	0.277	0.964**	0.363	-0.682	0.852*	-0.634	-0.945**
Kairyoomachi	0.827*	0.405	0.538	0.693	0.494	-0.240	0.769	-0.243	-0.913*
Minehikari	0.687	0.655	0.636	0.607	0.867*	-0.394	0.229	-0.185	-0.673
Nakateshinsenbon	0.706	0.655	0.811*	0.681	0.704	-0.091	-0.348	-0.105	-0.741
<b>Fat</b>									
Hattan No. 35		0.660	0.538	0.979**	0.585	-0.471	0.875*	-0.359	-0.982**
Kairyoomachi		0.219	0.523	0.633	0.409	0.033	0.955**	0.086	-0.935**
Minehikari		0.378	-0.066	0.604	0.321	-0.539	0.481	-0.344	-0.914*
Nakateshinsenbon		0.859*	0.882*	0.829*	0.845*	-0.468	-0.654	-0.177	-0.960**
<b>Ash</b>									
Hattan No. 35			0.703	0.735	0.823*	-0.815*	0.258	-0.607	-0.724
Kairyoomachi			0.876*	0.885*	0.946**	-0.941**	0.199	-0.877*	-0.488
Minehikari			0.713	0.692	0.821*	-0.845*	-0.018	-0.800	-0.596
Nakateshinsenbon			0.938**	0.979**	0.976**	-0.741	-0.767	-0.193	-0.921**
<b>P</b>									
Hattan No. 35				0.471	0.930**	-0.160	0.120	0.040	-0.482
Kairyoomachi				0.899*	0.975**	-0.660	0.424	-0.573	-0.649
Minehikari				0.308	0.924**	-0.227	-0.249	-0.176	-0.080
Nakateshinsenbon				0.888*	0.974**	-0.463	-0.803	0.065	-0.882*
<b>K</b>									
Hattan No. 35					0.547	-0.630	0.844*	-0.539	-0.988**
Kairyoomachi					0.921**	-0.738	0.633	-0.645	-0.826*
Minehikari					0.550	-0.709	0.708	-0.630	-0.860*
Nakateshinsenbon					0.932**	-0.779	-0.621	-0.300	-0.936**
<b>Mg</b>									
Hattan No. 35						-0.556	0.135	-0.054	-0.590
Kairyoomachi						-0.784	0.361	-0.686	-0.595
Minehikari						-0.423	-0.015	-0.305	-0.438
Nakateshinsenbon						-0.611	-0.830*	0.025	-0.869*
<b>P</b>									
Hattan No. 35							-0.252	0.870*	0.607
Kairyoomachi							-0.000	0.972**	0.295
Minehikari							-0.140	0.979**	0.738
Nakateshinsenbon							0.426	0.633	0.631
<b>K</b>									
Hattan No. 35								-0.284	-0.838*
Kairyoomachi								0.094	-0.919**
Minehikari								-0.078	-0.614
Nakateshinsenbon								-0.238	0.568
<b>Mg</b>									
Hattan No. 35									0.448
Kairyoomachi									0.246
Minehikari									0.594
Nakateshinsenbon									0.350

\*\*\*; Significant at the 5% and 1% level.

## 第6節 小 括

本章では、登熟条件と酒米の化学成分等の変動とその改良について論じた。

1) 酒米品種の米粒タンパク質含量は、既往の報告のように必ずしも低含量ではなく、普通うるち米品種群及びもち米品種群に近似していることを明らかにした。品種としては極早生品種の幸玉、五百万石、兵系酒18号は高含量であり、晩生品種の山田錦は低含量であることを認めた。

玄米タンパク質含量と高い相関関係を示したのは出穂期と玄米収量であり、玄米収量を籾数要素と登熟要素に分けてみると、心白米品種群では登熟要素(1000穎花当り玄米重)と高い負の関係があり、普通うるち米品種群及びもち米品種群では籾数要素( $\text{m}^2$ 当り籾数)と高い負の関係を認め、これらから心白米品種における品質収量向上には籾数要素より登熟要素を重要視すべきであると考えられる。

醸造適性からみて、育種や品種の選定に当たっては、生産側の要請によってむやみに早熟品種を目標とすべきでないと考えられる。

2) 酒米品種の米粒タンパク質含量の生産地間差異について、生産地の標高が上がると玄米タンパク質含量は下がるという負の相関関係を認め、これは登熟気温と相関が高く、標高が上がると低い温度で登熟するためであることを明らかにした。

広島県における標高200m以下の瀬戸内沿岸地帯では高温登熟、低収、後期凋落型の生育経過などから高タンパク化しやすいこと、一方、標高500m以上の高冷地帯では、極早生品種、登熟不良などで高タンパク化しやすいことを認めた。この両地帯の中間に位置する酒米生産地帯は、標高200~400mにあって米粒タンパク質含量が低かったが、その要因として、多収、登熟期の多照、高気温較差、透水性良好な花崗岩土壌地帯などに加え、立地環境に合致した適熟品種が育成されたこと等を明らかにした。

3) 酒米の米粒タンパク質含量に影響する登熟温度について、高温は登熟前期の米粒の充実を良好にし、成熟速度が早まり、米粒への養分集積能力が早期に低下して登熟期間が短縮し、炭水化物蓄積量に対し高含量化することを明らかにした。

収量に対する登熟適温とされている出穂後40日間の平均気温 $22^{\circ}\text{C}$ 前後がまた米粒タンパク質含量が低含量化する温度であることを明らかにした。

4) 登熟推移に伴う酒米の物性の変動をアミログラム、ファリノグラム等でみると、各特性値は出穂後30~40日まで大きく変動するが成熟期10日前にほぼ平衡値に達し、成熟期後20日目あたりから糊化特性に劣化が起ることを認めた。また温暖地においては高温下短期登熟によって糊化特性の劣化が早くから起ることを認めた。一方成熟期以前の早期の収穫は必ずしも好ましくないことも認めたので、酒米品種の適期収穫の中はきわめて限られていることを明らかにした。

5) 登熟推移に伴う酒米の化学成分組成の変動について検討した結果、成熟期までは各成分含量とも大きく変動し、1000粒中含量ではタンパク質、灰分、リン、カリウム、マグネシウムの増加と脂質の減少が認められた。成熟期前後で各成分の変動が起るのは米粒への蓄積量の主体を占める炭水化物の蓄積推移と関連していることを明らかにした。

各成分の1000粒中含量を、出穂後20日目に対する70日目の増加率でみると、普通うるち米品種に比較して、心白米品種がきわめて高い増加率を示すことを認め、大粒心白米では各成分が登熟後期まで緩慢に蓄積されていることを明らかにし、後期までの肥培管理の重要性を指摘した。

## 第5章 育種による酒米改良

それぞれの酒米品種には、その品種独特の醸造特性がある。杜氏は、特定の品種を永年にわたって使用してその特性を十分に把握している。そのため、品種や栽培条件等が変わって品質に変化が起こることは嫌われる。その意味から、今まで使われてきた品種の系譜を守り改良していくことに大きな意義があり、それが酒米育種の基本原則であろう。

そのような考え方から、広島県に古来から伝わる「八反」と「雄町」を近年の生産形態や栽培様式に合うように改良を重ね大きな成果を上げることができた。

八反系品種についてみると(第5-1-1図)、八反は民間育種家大和柳祐が明治以前から育種に着手し、明治8年(1875年)に育成した品種で、1921年、農業試験場が八反から純系分離した八反10号育成までの50年間以上も作付けされたことになる<sup>53)</sup>。

八反10号は、当時食用にもまわされたので16,000haも栽培され、戦後でも最高4,600ha作付けされた。その後食用米専用品種の出現で、酒米専用で使用されることになり、また清酒の消費減退や酒米品種改良のおくれなどが相まって、酒米栽培面積としては300haまで減少した。しかし、たえず生産量以上の需要があったため、県としては酒米の生産振興を図るため品種改良を継続した。八反10号は1965年まで約40年間作付けされたが、長程で、いもち病耐病性が劣り穂発芽性や脱粒性が易で、心白発現や収量が劣った<sup>10)</sup>。

これら諸特性の改良を目標として1962年に育成した八反35号<sup>97)</sup>は、八反10号に比較して短程で倒伏が少なく、いもち病耐病性がまさり、心白発現や収量性が改善され、八反10号の後続品種として約20年間作付けされた。

1984年に育成した八反錦シリーズの八反錦1号<sup>50)</sup>及び八反錦2号<sup>51)</sup>は、八反35号に比較して、更に倒伏が少なく、穂発芽性や脱粒性は難となり、心白発現や収量は高い。これら栽培特性は普通うるち米品種なみの水準に達し、醸造適性も向上した。現在酒米面積は700haにもちなおし、このうち八反錦は約90%を占め更に増産計画が樹てられている。

雄町系の品種についてみると(第5-1-2図)、1928年農業技手西本武雄が備前雄町から純系分離した晩生品種船木雄町と、1929年に農業試験場が在来種の雄町から純系分離した中生種の比婆雄町がある。雄町系品種は心白が大きく発現が極多であるが、長程、晩生で栽培がきわめて難しい。そこで短程、早熟化を育種目標とした。

現在栽培されている改良雄町<sup>14)</sup>は、1960年に島根県農業試験場赤名分場が系統育種法で

育成した品種であるが、これを著者が更に短程、早熟化を狙って育成開始した広酒7号<sup>15)</sup>が、1991年現在、大量醸造試験の段階にあり有望視されている。

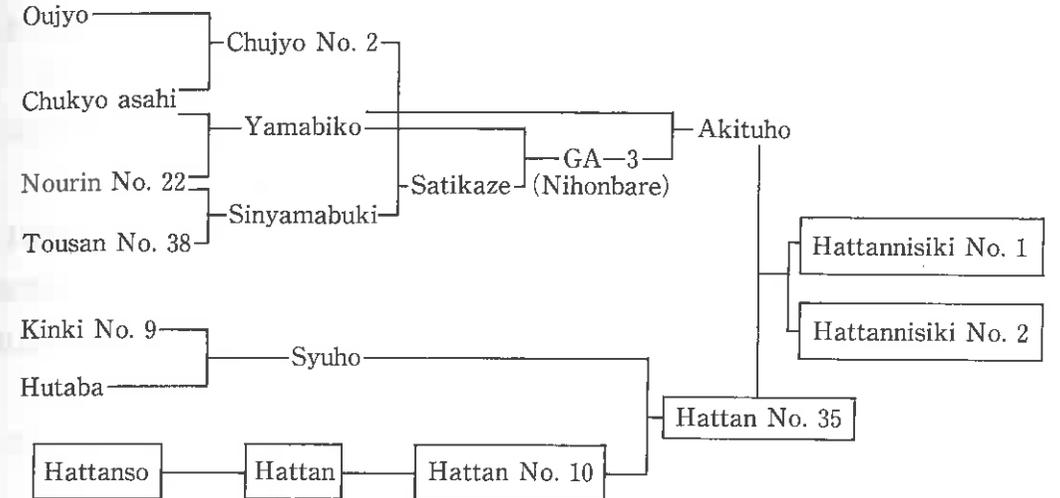


Fig. 5-1-1 Pedigree of variety "Hattan" line.

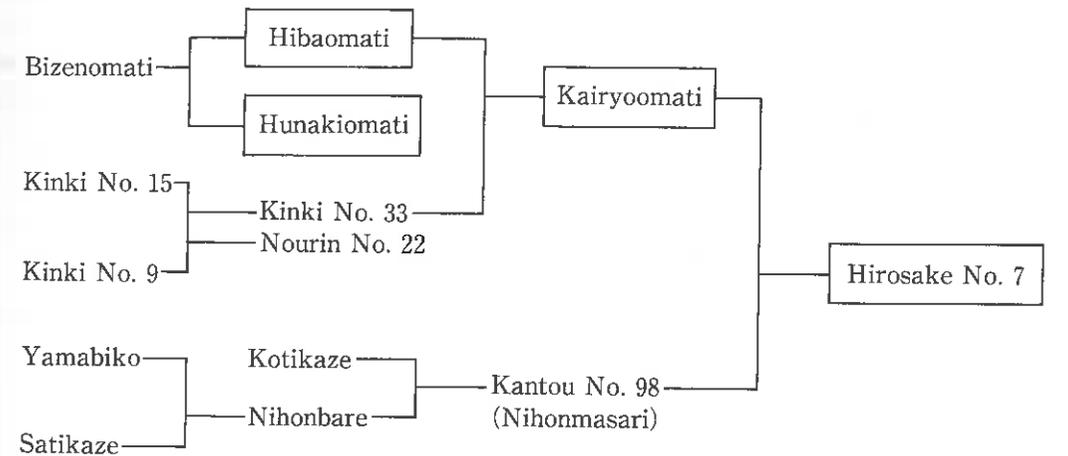


Fig. 5-1-2 Pedigree of variety "Omachi" line.

## 第1節 八反系品種の改良（その1）八反35号<sup>97)</sup>

### 1. 育種目標及び育成経過

育種目標は、八反10号の長稈、いもち病耐病性弱、及び心白発現や収量が劣る点などを改良目標とした。

八反35号は、1953年、広島県立農業試験場吉舎支場において八反10号を母、秀峰を父として人工交配を行い、以後系統育種法により選抜固定をはかり育成したものである。

1957年、F<sub>5</sub>から生産力検定試験を本場及び吉舎支場で、1961年から高冷地支場で開始した。さらに現地適応性を検討するため、1957年から酒米生産地の比婆郡比和町、世羅郡世羅町及び山県郡千代田町で試験した。その結果成績優良とみとめ、1962年F<sub>10</sub>で本県奨励品種に採用され、「八反35号」と命名された（第5-1-1表）。

命名の由来は、八反系の品種として昭和35年に完成したことを表す。

育成従事者は竹井孝行、古川和雄、神笠俊昭、前重道雅である。

Table 5-1-1 Breeding process of Hattan No. 35.

Year	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Generation	F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>
Method	Crossing		Individual Line selection		Individual Line selection		Kichikou				Hattan
Naming					5-24						No. 35
No. of performance test place					2		3	6	6	6	6
No. of trial production place									2		2

### 2. 特性概要（写真2）

#### 1) 形態的特性

八反35号は八反10号に比較して10~15cm短稈でやや短穂、穂数は八反10号なみの、草型分類は穂重型品種である。芒はなく、粳、ふ先色とも黄白で熟色はきわめて良好、粒着は中密で、脱粒性は八反10号なみの易である。

玄米はやや大粒で、光沢、整粒ともすぐれ、形状は粒長がやや短く、巾、厚さが大で、

一見丸みをおびている。

心白の発現は鮮明で、心白粒歩合は八反10号にまさる。検査等級も八反10号よりよい。醸造試験の結果もよく、芳じゅんな酒ができ吟醸用に適する。

#### 2) 生態的特性

出穂、成熟期とも八反10号より4~5日早く、早生の早に属する。

短稈であるため、八反10号より倒伏には強く、いもち病耐病性は葉、穂首、枝梗いもちともに八反10号よりまさる。北部地帯で問題になるカラバエの被害も少ない。

白葉枯病にやや弱いようであるが早生種であるためほとんど回避する。生産力は、八反10号栽培地帯では八反10号より明らかに多収を示す。

生育、収量、及び玄米特性調査は第5-1-2表から第5-1-4表に示した。

#### 3. 適地及び栽培上の注意点

栽培地帯は、標高300m以上の中北部高冷地の八反10号栽培地帯に好適する（第5-1-3図）。早生種の早いものに属するため中部地帯以南では収量があがらない。

圃場としては、肥せき中庸の排水良好な砂壤土に適する。八反10号より耐肥性、耐病性はまさっているが、すぐれた酒造米生産のためには、肥沃田、湿田、日かげ地、強度の秋落田はさける。また、いもち病、白葉枯病激発地はさける。

栽培法としては、八反10号と同じく少げつ性であるため、また品質向上のため密植をする。

Table 5-1-2 Growth characteristics of Hattan No. 35.

Experimental location	Variety	Heading date (month/day)	Maturing date (month/day)	Stem length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle No. (/m <sup>2</sup> )	Degree of pest resistance <sup>1)</sup>		Degree of lodging <sup>1)</sup>
							Leaf-blast	Ear-blast	
Agric. Expt. Stn.	Hattan No. 35	8.14	9.21	91	18.8	312	1	1	1
	Hattan No. 10 <sup>2)</sup>	8.18	9.27	104	20.1	310	2	2	1
Kisa branch	Hattan No. 35	8.12	9.22	87	18.7	417	1	0	1
	Hattan No. 10 <sup>2)</sup>	8.16	9.26	104	19.8	389	2	0	2
Koureichi branch	Hattan No. 35	8.6	9.16	105	20.1	390	1	1	1
	Hattan No. 10 <sup>2)</sup>	8.9	9.19	116	21.6	380	1	2	1
Hiwa	Hattan No. 35	8.6	9.9	88	18.5	300	0	0	2
	Hattan No. 10 <sup>2)</sup>	8.8	9.15	95	19.6	270	1	1	2

<sup>1)</sup> Null: 0, light: 1~heavy: 5. <sup>2)</sup> Rice stem maggot. <sup>3)</sup> Standard variety.

Table 5-1-3 Yields and external qualities of Hattan No. 35.

Experimental location	Variety	Yield (kg/a)	Ratio of yield to control	1000-kernel-weight (g)	Rate of white core rice (%)	Inspection of quality	
						Grade of rice	Ranking
Agric. Expt. Stn.	Hattan No. 35	40.0	96	22.7	48.5	Third-superiority	1
	Hattan No. 10 <sup>1)</sup>	41.9	100	23.9	47.3	Third-superiority	2
Kisa branch	Hattan No. 35	47.1	105	23.8	59.2	Second-inferiority	1
	Hattan No. 10 <sup>1)</sup>	45.4	100	25.2	58.3	Second-inferiority	2
Koureichi branch	Hattan No. 35	51.6	107	24.3	57.1	Third-superiority	1
	Hattan No. 10 <sup>1)</sup>	48.3	100	25.3	55.5	Third-middle	2
Hiwa	Hattan No. 35	42.3	107	25.0	75.3	Second-middle	1
	Hattan No. 10 <sup>1)</sup>	40.9	100	25.3	69.2	Second-inferiority	2

<sup>1)</sup> Standard variety

Table 5-1-4 Characteristics of Hattan No. 35 grain.

Experimental plot	Variety	Hardness of brown rice (kg)	Specific gravity of brown rice	Percentage of white cores (%)	White core <sup>1)</sup> volume (%)
Mature seedling transplanting	Hattan No. 35	3.97	1.397	59.2	8.7
	Hattan No. 10 <sup>2)</sup>	4.05	1.401	56.7	6.9
Direct sowing on flooded paddy field	Hattan No. 35	3.67	1.397	67.3	9.7
	Hattan No. 10 <sup>2)</sup>	4.00	1.401	66.0	7.7
Direct sowing on well-drained paddy field	Hattan No. 35	3.38	1.397	69.3	11.4
	Hattan No. 10 <sup>2)</sup>	3.39	1.401	70.3	10.1

<sup>1)</sup> White core (length × width × tickness)/Brown rice (length × width × thickness) × 100.

<sup>2)</sup> Standard variety.

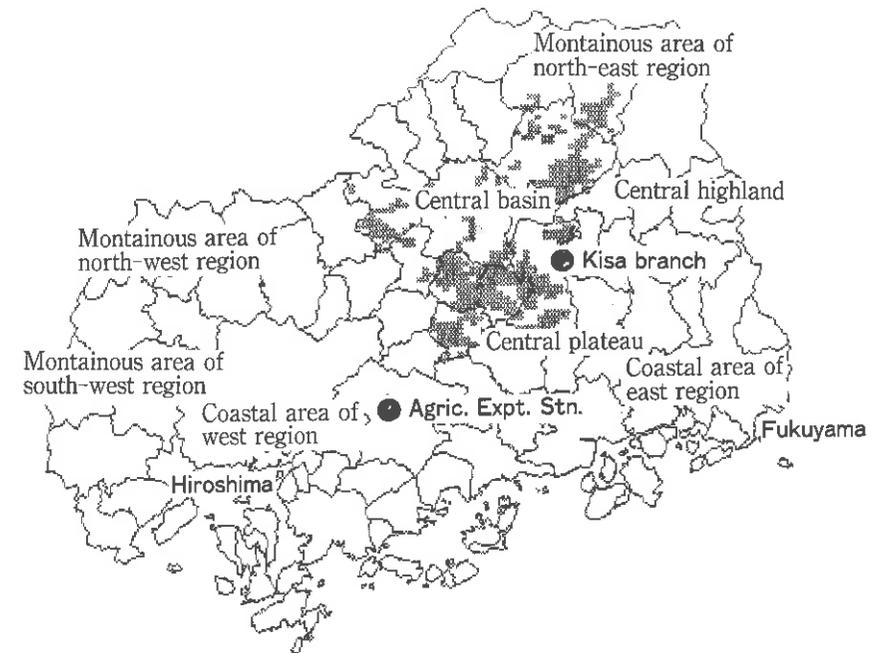


Fig. 5-1-3 Regions to be recommended to cultivate Hattan No. 35.

## 第2節 八反系品種の改良（その2）八反錦1号及び八反錦2号<sup>50,51</sup>

### A. 育種目標及び育成経過

本育種計画の目標は、八反35号の醸造好適性と早熟性及びいもち病耐病性などの優点を残し、アキツホの耐倒伏性、多収性、大粒良質性、脱粒性難や穂発芽性難などの特性を取り入れることにあった。結果的には、いもち病耐病性を除くこれらの目標はほぼ達成された。

育成経過を第5-2-1表に示した。両品種は、1973年広島県立農業試験場において、八反35号を母、アキツホを父として人工交配を行った。同年F<sub>1</sub>を世代促進で養成したのち、1974年F<sub>2</sub>で粗選抜し、翌年F<sub>3</sub>を集団で経過させ、1976年から現地で系統選抜に入った1978年F<sub>6</sub>から生産力検定を4場所で開始し、1981年から大量試作と試験醸造を開始した。

その結果両品種ともに醸造適性はほとんど同一で八反35号より優れており、栽培特性については、とくに成熟期に早晩があり異なる地帯で特性が発揮できることが判明した。そこで1984年度八反錦1号及び八反錦2号として広島県奨励品種に採用された。同年9月、種苗法に基づく品種登録（第589号及び第590号）を行った。1984年F<sub>12</sub>にあたる。

命名の由来は、良質広島八反の流れをくみ、更にグレードアップした珠玉の酒米をイメージする。そして秋の田園を豊穡の錦で飾りたいという願いを込め、八反錦シリーズの1号及び2号と命名した。

育成従事者は、両品種とも前重道雅、鳥生久嘉、江戸義治、滝広徳男である。

Table 5-2-1 Breeding process of Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2.

Year	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Generation	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>
Method	Crossing	Individual selection	Population selection	Line selection						
Naming					Sake 203	Hirosake No. 2			Hattannishiki No. 1	
					Sake 245	Hirosake No. 3			Hattannishiki No. 2	
No. of performance test place						4	4	4	4	4
No. of trial production place									1	6

### B. 八反錦1号

#### 1. 特性概要（第5-2-2表～第5-2-7表、写真3）

##### 1) 形態的特性

稈長は85cm程度の中長稈品種で八反35号より約10cm短い。穂長は八反35号と同程度。穂数は400本/m<sup>2</sup>で八反35号より約90本多い、草型分類は中間型品種である。草姿はやや直立型。葉身の色は淡緑芒の多少は少、長さは短である。ふ先色は黄白。粒着密度はやや疎、脱粒性は難である。玄米1,000粒重は26gの大粒種である。玄米の品質は上の中で検査等級は八反35号と同程度である。心白は鮮明で大きく、発現粒歩合は90%を超える極多で、八反35号と改良雄町の中間程度である。腹白や胴割れの発生は極少である。

##### 2) 生態的特性

出穂期は八反35号と同時期で成熟期は2～3日早い早生種の晩に属する。耐倒伏性は中で八反35号より強い。いもち病耐病性は真性抵抗性遺伝子は特に有せず、圃場抵抗性は葉・穂いもちともやや弱で八反35号より弱い。白葉枯病、紋枯病及び赤枯病には弱い。ごま葉枯病には中。障害型冷害には八反35号より強い。穂発芽性はやや難で八反35号より明らかにまざる。収量性は八反35号より約12%高い。

##### 3) 醸造適性

食品工業技術センターの調査によると精白、吸水率、アルカリ崩壊性などは八反35号よりすぐれた。賀茂鶴酒造研究所における1981年産米中吟醸（60%精白米）及び1982年産米大吟醸（40%精白米）試醸結果によると、米粒の形態的特徴、米粒体積及び表面積は八反35号より優れており、精白の難易性は八反35号と同程度で、原料米処理における吸水は良好であった。麴の製造については、直糖分が多く、被糖化性は良好でアミノ酸度は低く優れた。酒母育成におけるポーメ及び直糖の減少、アルコールの生成は極めて順調で、酸度、アミノ酸度の増加も吟醸もろみとして順当で、吟醸酒母として優良であった。製成酒の成分組成は純米吟醸酒として適正であり、鑑定結果によると吟醸香高く、温雅な吟醸味を備えた優良酒であった。

#### 2. 適応地域及び栽培上の注意点

八反錦1号の適応地域は、標高200～400mの八反35号の栽培地帯に適応すると考えられ、広島県農業地帯区分からみると、中部盆地の全域、中部台地の一部、東北部山間部の一部に適する（第5-2-1図）。普及可能な面積は700ha以上であるが、計画生産による需要均衡を図る必要がある。

適応地域の立地条件は、気象的には日気温較差が大きく、日照の良好な圃場であること、

土壌的には壤土～埴壤土で、透水良好な水田がよく八反35号より地力が高い中～上向きである。

収量性は高く600kg/10 a以上の収穫は困難ではないが、酒米生産上の共通点として、多収になると小粒化し、心白の発現が劣ってくるため目標収量は550kg程度とした施肥設計を樹てる。窒素施肥量は八反35号よりやや増肥するが、基肥は控えめとし穂肥を増加する中間追肥は省略する。生育初期下葉に赤枯症が発生することがあるが、むやみに追肥せず水管理操作で対応する。幼穂形成期の穂肥は倒伏を助長するので穂肥 I は出穂前20日にフジカラスケールの葉色値で3.5～4.0になれば施肥する。穂肥 II (減数分裂期) の効果は高いので増肥する。

水管理による生育調節が重要であり、間断かんがい等により初期生育を抑制して後期の生育の健全化を図る。極端な早刈りは大粒の死青米が混入して選別困難になることがある一方過熟刈りは酒造適性を損なうので注意する。

Table 5-2-2 Growth characteristics of Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2.

Experimental location	Variety	Heading date (month/day)	Maturing date (month/day)	Stem length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle No./m <sup>2</sup>	Degree of lodging <sup>b)</sup>	Degree of pest resistance <sup>b)</sup>		
								Ear-blast	Sheath-blight	Ear-germination
Agric. Expt. Stn.	Hattannishiki No. 1	8.10	9.25	82	19.4	351	0.5	1.7	2.5	2.0
	Hattannishiki No. 2	8.10	9.23	72	18.8	346	0	1.7	2.5	1.5
	Hattan No. 35 <sup>2)</sup>	8.10	9.23	92	19.1	284	2.3	1.2	2.3	4.5
Miwa	Hattannishiki No. 1	8.8	9.24	87	19.5	405	0.7	1.7	1.7	1.5
	Hattannishiki No. 2	8.10	9.24	81	18.7	376	0	1.0	1.2	1.5
	Hattan No. 35 <sup>2)</sup>	8.9	9.21	93	18.9	309	1.5	0.8	1.0	6.0
Hiwa	Hattannishiki No. 1	8.7	9.24	83	18.1	440	0.5	2.5	1.7	1.0
	Hattannishiki No. 2	8.4	9.17	76	17.6	419	0	2.2	2.2	1.0
	Hattan No. 35 <sup>2)</sup>	8.8	9.23	89	17.8	351	0.8	1.7	1.3	4.0

Note Cultivation management.

Agric. Expt. Stn = Elevation : 222m, Transplanting date : May 30, Planting density : 20.1hill/m<sup>2</sup>, Nitrogen-fertilizer : 0.7kg/a.

Miwa = Elevation : 280m, Transplanting date : May 14, Planting density : 22.2hill/m<sup>2</sup>, Nitrogen-fertilizer : 0.6kg/a.

Hiwa = Elevation : 400m, Transplanting date : May 7, Planting density : 27.4hill/m<sup>2</sup>, Nitrogen-fertilizer : 0.7kg/a.

Census years : 1978～1983.

<sup>1)</sup> Null : 0, light : 1～heavy : 5.

<sup>2)</sup> Standard variety.

Table 5-2-3 Yield and yield components of Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2.

Experimental location	Variety	No. of grains per head	Percentage of ripened grains(%)	1000-kernel-weight(g)	Yield (kg/a)	Ratio of yield to control
Agric. Expt. Stn.	Hattannishiki No. 1	80	70.0	25.4	48.7	116
	Hattannishiki No. 2	72	77.4	26.1	46.7	111
	Hattan No. 35 <sup>1)</sup>	94	78.0	24.0	42.0	100
Miwa	Hattannishiki No. 1	75	76.8	25.7	58.7	114
	Hattannishiki No. 2	77	74.9	26.3	57.9	103
	Hattan No. 35 <sup>1)</sup>	86	86.3	24.0	51.7	100
Hiwa	Hattannishiki No. 1	70	72.8	25.0	49.2	109
	Hattannishiki No. 2	68	80.3	25.7	51.0	113
	Hattan No. 35 <sup>1)</sup>	78	79.0	23.6	45.1	100

<sup>1)</sup> Standard variety.

Table 5-2-4 Ratio of yield of Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2 to Hattan No. 35 as control.

Experiment	Experimental location	Hattannishiki No. 1		Hattannishiki No. 2	
		Ratio of yield to control	census years	Ratio of yield to control	census years
Performance test	Agric. Expt. Stn	116	6	111	6
	Miwa	114	6	103	4
	Hiwa	109	6	113	5
Trial production	Miwa A	113	3	109	4
	Miwa B	110	2	106	1
	Miwa C	119	2	109	1
	Miwa D	101	2		
	Shobara	123	2		
	Kisa	122	2		
	Seranishi	103	1		
	Takamiya	104	2	103	1

Table 5-2-5 Qualities of Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2 grain.

Experimental location	Variety	Inspection grade of quality <sup>2)</sup>	70% milling time (min. sec.) <sup>3)</sup>	Genuine milling grade <sup>3)</sup> (%)	Percentage of white core(%)	Percentage of water absorption <sup>4)</sup>	Alkali solubility <sup>5)</sup>
Agric. Expt. Stn.	Hattannishiki No. 1	Second-superiority	8'48"	76.6	94.2	37.2	5
	Hattannishiki No. 2	Second-middle	8'48"	77.9	93.4	37.8	5
	Hattan No. 35 <sup>1)</sup>	Second-middle	9'42"	77.4	83.8	35.3	3
Miwa	Hattannishiki No. 1	Second-middle	6'48"	78.4	98.0	37.8	5
	Hattannishiki No. 2	Second-inferiority	7'00"	78.6	99.0	37.4	3
	Hattan No. 35 <sup>1)</sup>	Second-superiority	7'36"	76.3	89.8	34.0	3
Hiwa	Hattannishiki No. 1	Third-superiority	7'30"	78.0	96.4	37.7	5
	Hattannishiki No. 2	Second-middle	6'45"	76.8	98.6	36.0	6
	Hattan No. 35 <sup>1)</sup>	Second-middle	7'00"	77.6	51.0	36.3	4

<sup>1)</sup> Standard variety.

<sup>2)</sup> Grades of standard inspection of sakamai are still more three classes by Hiroshima Food Management Office.

<sup>3)</sup> By Satake-Test-Mill (Emery roll 1190 r.p.m.).

<sup>4)</sup> 1 hr after cooling.

<sup>5)</sup> By Shokousouken-method. Grade : 1 (light) ~5 (heavy).

Note ; Data measured by Himoshima Prefectural Food Technology Research Center in 1981 produced rice.

Table 5-2-6 Grain characteristics of brown rice of Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2.

Variety	Size (mm)				Volume (L.W.T.)	Protein content (% dry basis)
	Length (L)	Width (W)	Thickness (T)	(W/T/L)		
Hattannishiki No. 1	5.26	3.11	2.11	1.47	34.5	7.1
Hattannishiki No. 2	5.29	3.16	2.13	1.48	35.6	7.8
Hattan No. 35 <sup>1)</sup>	4.97	3.05	2.05	1.49	31.1	8.0

Note ; Data measured by Kamotsurushuzo Reseach. <sup>1)</sup> Standard variety.

Table 5-2-7 Chemical components of Sake using in Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2.

Year	Brewery type	Variety	Nihon Shyudo	Alcohol (%)	Extract (%)	Acetic acid (ml)	Amino acid (ml)	Direct reducing sugar (%)
1982	Daiginjo	Hattannishiki No. 1	+4.5	18.2	5.10	1.68	1.13	1.33
1981	Chuginjo	Hattannishiki No. 1	-8.0	19.5	7.69	1.74	1.93	3.44
		Hattannishiki No. 2	-2.0	19.6	6.62	1.72	1.78	2.85

Note ; Data measured by Kamotsurushuzo Reseach.

## C. 八反錦2号

### 1. 特性概要 (第5-2-2表~第5-2-7表, 写真4)

#### 1) 形態的特性

稈長は75cm程度の中稈品種で、八反35号より約15cm、八反錦1号より約10cm短稈である。穂長はほぼ両品種並みであるが、穂数は360本/m<sup>2</sup>で八反35号より約50本多く、八反錦1号より約40本少ない。草型分類は中間型品種である。その他は八反錦1号とよく類似し、草姿は直立型、葉身の色は淡色、芒は短く少、ふ先色は黄白、着粒は疎、脱粒性は難である。玄米1,000粒重は26gの大粒種である。心白は鮮明で大きく、心白粒歩合は90%を超える極多である。腹白や胴割れの発生は極少である。

#### 2) 生態的特性

栽培適地での出穂期と成熟期は、八反35号より4~5日早く、八反錦1号よりも1週間程度早い早生種である。耐倒伏性は強で八反35号よりかなり強く、八反錦1号よりも強い。穂発芽性、いもち病耐病性、白葉枯病耐病性、あるいは耐冷性等は八反錦1号と同程度である。収量性は、八反錦1号よりもやや低く、八反35号より7~8%高い。

#### 3) 醸造適性

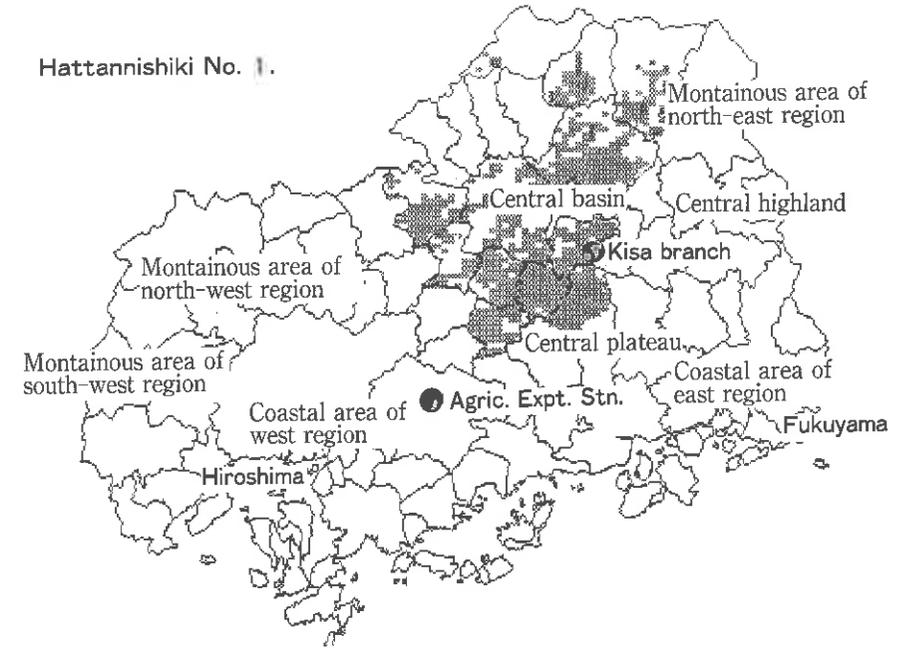
賀茂鶴酒造研究所における1981年産米中吟醸(60%精米)試醸結果によると、各特性とも八反錦1号によく類似し、米粒の形態的特徴や米粒体積及び表面積は八反35号より優れ、原料米処理における吸水や製麴状況、あるいは酒母育成におけるポーメ、アミノ酸度、直糖の変化などは順当で、いずれも八反35号と大差がなかった。製成酒の成分組成のバランスも良く、直糖が多く吟醸香と吟味を有し、味のバランスがとれた優良な本醸酒であった。

### 2. 適応地域及び栽培上の注意点

八反錦2号は八反35号が栽培されている地域のうち、標高が400m前後の地域に適応すると考えられる。広島県の地帯区分から見ると東北部山間地に属し、八反錦1号では成熟期がやや遅すぎる地域に適する(第5-2-1図)。普及可能面積は約300haと推定される。

その他の栽培上の注意点は八反錦1号とほぼ同一である。

Hattannishiki No. 1.



Hattannishiki No. 2.

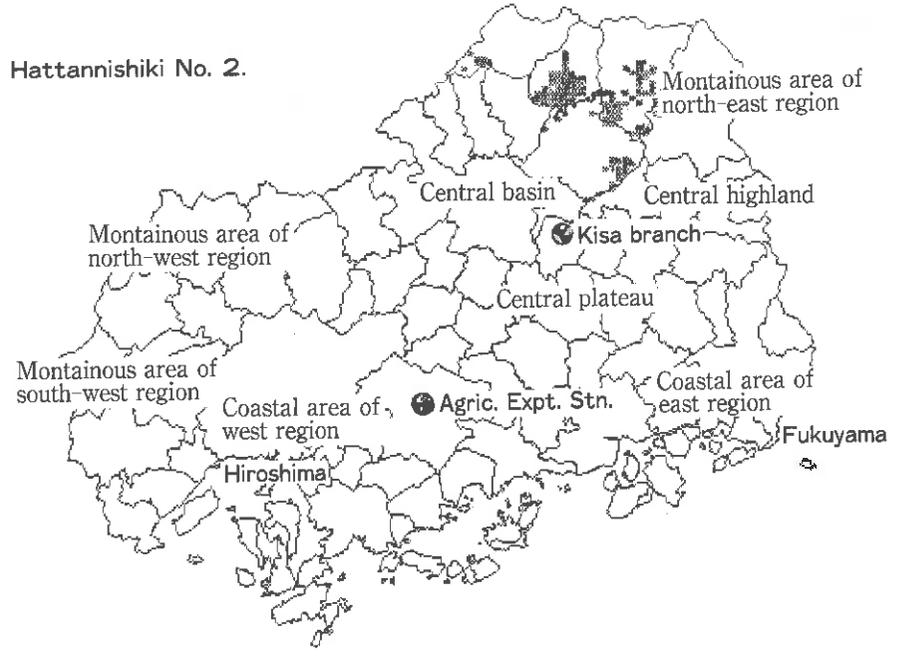


Fig. 5-2-1 Regions to be recommended to cultivate Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2.

### 第3節 雄町系品種の改良 広酒7号<sup>15)</sup>

#### 1. 育種目標と育成経過

雄町は、吟醸酒醸造用品種として好評であるが、現在の奨励品種改良雄町は、晩熟すぎるうえに長稈なため、栽培が難しく作付面積はふえない。

そこで雄町としての醸造好適性を残し、3～5日程度の早熟化と10cm程度の短稈化を育種目標に育成を開始した。

育成経過を第5-3-1表に示した。広酒7号は、1977年広島県立農業試験場において、改良雄町を母、関東98号(のちのニホンマサリ)を父として人工交配を行った。翌年F<sub>1</sub>を養成し、1979年F<sub>2</sub>で粗選抜を行い、F<sub>3</sub>～F<sub>4</sub>を集団で経過させ、F<sub>5</sub>から系統選抜に入った。生産力検定試験は1982年から行い、大量試作及び試験醸造は1989年から開始した。現在までの結果では、栽培的には早熟化、短稈化の目標を達成し、多収で心白の発現もよい。醸造適性については食品工業技術センター及び酒造会社3社で検討中で好評を得ている。前重道雅を筆頭に現在育成中であり、それらの結果を待って県奨励品種に採用したい方針である。

#### 2. 特性概要(写真5)

##### 1) 形態的特性(第5-3-2表～第5-3-5表)

広酒7号は、改良雄町に比較して15cm程度短稈化した中稈、中穂多けつの草型分類は中間型品種に属する。草姿はやや直立し、芒は少の短、脱粒性は難、玄米1,000粒重は26g以上の大粒で、検査等級は改良雄町よりよく、心白の発現は鮮明で発現粒歩合は100%に近い。

##### 2) 生態的特性

出穂期、成熟期は、改良雄町に比較して3～5日早く育種目標どおりである。短稈なため倒伏は少なく、病虫害の発生は改良雄町と同程度で、収量は10%程度高い。生育、収量調査を第5-3-2表、及び5-3-3表へ示した。

##### 3) 醸造適性

食品工業技術センターにおける調査によると、白米タンパク含量は低く、原料米処理における吸水や破精込みは良好で製成酒の品質もほぼ良好であった。酒造各社の評価も破精込みがよく、製成酒の味のりよく、吟醸香があり吟醸酒原料として好評である。



Table 5-3-4 Qualities of Hirosake No. 7 grain.

Variety	Inspection grade of quality <sup>2)</sup>	70% milling time (min. sec. <sup>3)</sup> )	Genuine milling grade <sup>3)</sup> (%)	Percentage of white core (%)	Percentage of water absorption <sup>4)</sup>	Alkali solubility <sup>5)</sup>	Protein content (%)
Hirosake No. 7	Second-middle	4'50"	74.1	97.4	32.3	4.7	7.1
Kairyoomachi <sup>1)</sup>	Third-superiority	4'25"	73.9	96.8	31.4	4.5	7.5

Note ; <sup>1)</sup> Standard variety.

<sup>2)</sup> Grades of standard inspection of sakamai are still more three classes by Hiroshima Food Management Office.

<sup>3)</sup> By Satake-Test-Mill (Emery roll 1190 r.p.m.).

<sup>4)</sup> 1 hr after cooling.

<sup>5)</sup> By Food Research Institute-method. Grade : 1 (light) ~ 5 (heavy).

Data ; Measured by Hiroshima Prefectural Food Technology Research Center in 1990 produced rice.

Table 5-3-5 Chemical components of Sake using Hirosake No. 7.

Variety	Nihon shuyudo	Alcohol (%)	Acetic acid (ml)	Amino acid (ml)	Direct reducing sugar (%)
Hirosake No. 7	+7.0	17.4	1.34	1.01	9.9
Kairyoomachi <sup>1)</sup>	+6.0	16.5	1.41	1.06	10.3

Note ; <sup>1)</sup> Standard variety.

Data ; Measured by Hiroshima Prefectural Food Technology Research Center in 1988 produced rice.

### 3. 適応地域及び栽培上の注意点

広酒7号の適応予定地域は、標高200~300mの中部盆地で高田郡高宮町、世羅郡世羅町、豊田郡本郷町の粘質土壌の地帯に適し普及可能面積は300haとみられる(第5-3-1図)。

適地は粘質な中~上田であるので、水管理により根の健全化を図ること、また過剰な穂肥は晩熟化を招くとみられるので注意する。



Fig. 5-3-1 Regions to be recommended to cultivate Hirosake No. 7.

#### 第4節 小 括

本章では、育種による酒米改良を行った（第5-4-1表）。

酒米生産技術改善のうちで、品種改良の貢献度はきわめて高い。そこで広島県の伝統的品種である「八反」と「雄町」の系譜を守りこれらを交配親に用い、近年の生産形態や栽培様式に合致するように改良を試みた。

原品種八反10号は、長稈でいもち病耐病性が劣り、穂発芽性や脱粒性が易で、心白発現や収量が劣った。また改良雄町は長稈、晩熟で農家に敬遠された。これらから、酒米栽培面積は300haまで減少し、県としては酒米生産振興を図るため新品種の育成に着手した。

その結果、八反系品種では八反35号、八反錦1号及び八反錦2号の3品種が育成できた。雄町系品種では広酒7号が新品種として誕生する見通しが立った。

これら育成品種の改良効果を、原品種の特性を100として比較してみると、八反系品種では、八反10号—八反35号—八反錦1号—八反錦2号の関係は、稈長については100—88—80—72%と20~30%短稈化し、栽培の安定化に役立った。収量は100—104—118—118%と20%近くまで多収化した。

出穂期は5日早くなり、成熟期はほぼ同じで登熟期間が長くなったことも多収化の原因であろう。玄米1000粒重は100—96—102—104%とやや大粒化した。心白粒歩合は100—117—167—169%と70%近くもアップし、心白の発現について年次による不鮮明化を心配する必要が全くなくなった。玄米タンパク質含量の実数値は、7.8—8.0—7.1—7.7%とやや低含量化した。

雄町系品種の場合、原品種改良雄町に比較して広酒7号は1000粒重や心白発現粒歩合は原品種なみであるが収量は8%多収化し、稈長は85%に短稈化し、3~5日早熟化したことと相まって栽培安定化に寄与するであろう。玄米タンパク質含量の実数値は7.5%に対し、7.1%とやや低含量化した。

これら育成品種は、現在県下酒米面積の90%に作付けされており更に拡大している。

Table 5-4-1 Effect of breeding of Sake brewing rice on its growth characteristics, yield and quality of grain.

Variety	Maturing date (month/day)	Stem length (cm)	Rice yield (kg/a)	1000-kernel- weight (g)	Percentage of white core (%)	Protein content in brown rice (%)
Hattan No.10 (P)	9.22	105	44.1	24.9	57.6	7.8
Hattan No.35	9.20	92	45.8	24.0	67.5	8.0
Hattanishiki No.1	9.24	84	52.2	25.4	96.2	7.1
Hattanishiki No.2	9.21	76	51.9	26.0	97.1	7.7
Kaiyoomachi (P)	10.4	103	50.7	25.4	96.8	7.5
Hirosake No.7	9.30	88	54.9	26.4	97.4	7.1
		85	108	104	101	

Note ; (P) : Original variety. Shaded figures show ratio of each characteristic to (P).

## 第6章 総括

清酒の醸造に用いられる酒造好適米は、米粒が大粒で、中心部に心白が十分に発現し、タンパク質含量が低いことが望まれる。

酒米生産現場では、これらの条件を満たすための作物学的技術改善が重要な課題である。本研究では、これら3点を中心に、醸造適性の高い原料酒米生産のための栽培技術の究明と、育種による広島県の伝統品種の改善を行った。

### 1. 生産条件による酒米品質の変動とその改良

1) 心白の発現状況をイネの分けつ発生生態的にみると、分けつ発生の早い低次位分けつほど、また同一次位内の号位別には発生の早い低号位分けつほど、心白の発現は高い特性が認められた。個体密度を上げ、主稈や低次位分けつ割合を高めれば個体間競合により生育、収量値は、負に転ずるが心白粒歩合は漸増することを認めた。

2) 心白の発現とイネの生育時期との関係をみるため、心白の発現はいつの生育時期に決定されるか、逆の視点から剪葉、剪根、遮光等の乾物生産阻害処理を加えて、その影響を究明した。その結果、心白の発現は、減数分裂期に当る出穂前15日から、出穂後15日の登熟前期間までの生育環境条件に大きく影響されることを認めた。心白粒歩合の向上には玄米1000粒重及び登熟歩合の向上促進により、米粒の充実を図ることが重要であった。

3) これら分けつ構成と、米粒の充実の二つの要件を満たす栽培様式として、早・中生品種を用いた直播栽培が心白の発現などの品質向上策としてすぐれていることを認めた。

すなわち、移植栽培に比較して、直播栽培とくに乾田直播栽培は登熟歩合や玄米1000粒重等登熟要素がすぐれ心白の発現が良好であった。

直播栽培における技術的問題点としては倒伏、発芽苗立ちの不安定及び晩熟化がある。倒伏及び発芽苗立ちの技術的改善は別途かなりすすんでいるが、晩熟化に対しては八反10号、八反35号、改良雄町等早・中生品種を用いることで対応できることを実証した。

4) 多収を上げるために、窒素の増肥で対応すれば、心白の発現低下や倒伏の発生などの悪影響がある。しかし、栽植密度アップの手段によれば、収量及び品質がともに向上した。

高次位分けつを抑え、心白の発現など品質の向上を図る手段として、密植化はきわめて有効であった。密植効果は収量に対するよりも心白粒歩合の向上に効果的で現行の栽植密度よりも20%程度の密度増加がよいことを実証した。

5) 心白の発現に及ぼす肥料3要素の影響について検討した結果、無窒素では心白粒歩合が高まり、米粒のタンパク質含量が低下して品質は向上した。無リン酸や無加里は心白粒歩合が低下し、米粒タンパク質含量が高まり、品質上悪影響を及ぼした。

収量に及ぼす影響は、無リン酸では小さいが、無窒素及び無加里では大きく収量構成要素のうち稈数要素の低下により減収した。

これらの知見から酒米施肥基準の策定には、窒素を控え、リン酸、加里を増施することを基本とすべきことを明らかにした。

6) 窒素施肥は収量にはプラス、品質にはマイナスの作用がある。窒素の減肥は生産力を減退させるが、実際栽培に当たっては高い収量水準を維持しながら、一方では酒米としての品質向上を図る必要がある。そこで収量と品質を向上させる手段として普通米品種栽培で行われている分けつ促進施肥を行わず、穂肥へまわす酒米栽培独自の施肥体系を組立てた。すなわち、普通米品種栽培で行われている現行の窒素の施肥配分は、基肥と分けつ期追肥による分けつ促進施肥に約70%、登熟歩合向上等米粒の充実を狙う穂肥に約30%が施肥される。本研究で組立てた酒米施肥体系は、基肥に50%、穂肥に50%程度を施用するものでこの施肥体系によると高次分けつが抑制され、低次分けつ中心の穂数構成となり、心白の発現が高まるとともに高い収量水準が維持できることを呈示し基準化した。

窒素施肥量はa当り0.6~0.8kgの範囲内で、標高や土壌の種類を勘案して決定する。

7) 穂肥の施肥時期は、移植栽培及び直播栽培ともに、普通米品種栽培で行われている穎花分化期施肥(出穂前24日)より晩期の、減数分裂期施肥(出穂前15日)が心白の発現及び収量確保に効果的であることを明らかにした。

8) 土づくり資材の珪酸苦土石灰や堆肥の適量施用あるいは充実した苗の使用は、効果的であった。

### 2. 登熟条件による酒米の化学成分等の変動とその改良

1) 酒米品種の米粒タンパク質含量の品種間差異について検討した結果、心白米品種群の玄米タンパク質含量(平均値及び変動係数9.40%, 8.95%)は、既往の報告のように必ずしも低含量ではなく普通うるち米品種群(同9.24%, 6.21%)及びもち米品種群(8.98%, 5.77%)に近似しており、大粒心白米品種群が必ずしも低含量を示すわけではないことを指摘した。

品種としては極早生種の幸玉、五百万石、兵系酒18号は高含量であり、晩生種の山田錦は低含量であることを認めた。

玄米タンパク質含量と高い相関関係を示したのは出穂期であり、( $r = -0.771^{**}$ )、つい

で玄米収量 ( $r = -0.633^{**}$ ) であった。

さらに、玄米収量を籾数要素と登熟要素に分けて、玄米タンパク質含量との相関関係をみると、心白米品種群では、登熟要素(1000穎花当り精玄米重)と高い負 ( $r = -0.620^*$ ) の関係があり、普通うるち米品種群及びもち米品種群では籾数要素 ( $m^2$ 当り籾数) と高い負 (それぞれ  $r = -0.607^{**}$ ,  $r = -0.914^*$ ) の関係を示した。これらから心白米品種における品質、収量の向上には籾数要素より登熟要素を重視すべきであると考えられる。

醸造適性からみて、育種や品種の選定に当たっては、生産場面の要請によってむやみに早熟品種を目標とすべきでないことを指摘した。

2) 酒米品種の米粒タンパク質含量の生産地間差異について、生産農家の試料を用いて検討した結果品種間差はあるが、生産地の標高が高いと玄米タンパク質含量は低いという負の相関関係 ( $r = -0.402 \sim -0.732^*$ ) が認められた。これは登熟気温と相関が高く ( $r = 0.422 \sim 0.728^*$ ) 高標高地帯では、低標高地帯に比べて低い温度で登熟を完了しているためであることを明らかにした。

しかし、標高10mから640mまで、順次高標高に至る各地帯には登熟気温の影響の他に収量水準、登熟日数及び土壤環境条件などが関与していることが推察された。

標高200m以下の瀬戸内沿岸地帯では、高温登熟、10a当り450kg程度の低収、後期凋落型の生育経過などで高タンパク化しやすい。一方、標高500m以上の高冷地帯では、極早生品種、低温による登熟不良などで高タンパク化しやすい。

この両地帯の中間に位置する酒米生産地帯は、標高200~400mにあって米粒タンパク質含量が低い。

その要因として、10a当り600kg以上の多収であること、登熟期の日照時間は多く、夜間冷涼で日気温較差が大きいこと、花崗岩が風化したマサ土壤地帯で透水性がよいなど登熟環境がよいこと、さらにこれら立地環境に合致した適熟品種が育成されたことなどがあげられた。

3) 酒米の米粒タンパク質含量に影響する登熟温度についての実験によると、高温は登熟前期の米粒の充実を良好にするが、成熟速度が早まるため、かえって米粒への養分集積能力が早期に低下して登熟期間が短縮する。このことは、炭水化物蓄積量に対し相対的にタンパク質含量が高比率で登熟が完了することになる。とくに、後期まで蓄積がつづく大粒心白米品種では、高温は後期の米粒充実をわるくすることを明らかにした。

収量に対する登熟適温とされている出穂後40日間の平均気温 $22^{\circ}\text{C}$ 前後がまた、米粒タンパク質含量が低含量化する温度であることを明らかにした。

4) 登熟推移に伴う酒米の物性の変動をアミログラム、ファリノグラムで検討した結果、アミログラムの各特性値は出穂後30~40日まで大きく変動するが成熟期10日前にはほぼ平衡値に達し、成熟期後20日目あたりから糊化特性に劣化が起きた。

ファリノグラムの特性値は、成熟期までは安定しているが過熟状態ではとくに早生酒米品種では異常値を示すようになる。

これらの結果を寒冷地における報告と比較すると、温暖地においては高温下短期登熟によって糊化特性の劣化が早くから起ることを明らかにした。

しかし、一方で成熟期以前の早期の収穫は必ずしも好ましくないで両面の制約の中で、適期収穫の巾はきわめて限られており、酒米品種では収穫適期の判定がより重要なことを指摘した。

5) 登熟推移に伴う酒米の化学成分組成の変動について、一般成分としてタンパク質、脂質、灰分を、無機質成分としてリン、カリウム、マグネシウムについて検討した。

成熟期までは各成分含量とも大きく変動し、乾物中含量では減少し、1,000粒中含量では増加した。成熟期以後の変動は小さいが、乾物中含量では、タンパク質、脂質の減少と灰分、カリウムの増加がみられ、1,000粒中含量ではタンパク質、灰分、リン、カリウム、マグネシウムの増加と脂質の減少がみられた。成熟期前後で各成分の変動が起きるのは、米粒への蓄積量の主体を占める炭水化物の蓄積推移と関連していると推定した。

各成分の1,000粒中含量を、出穂後20日目に対する70日目の増加率でみると、普通うるち米品種に比較して、心白米品種がきわめて高い増加率を示したが、これは大粒心白米では各成分が登熟後期まで緩慢に蓄積されていることを明らかにし、後期までの肥培管理の重要性を指摘した。

### 3. 育種による酒米改良

酒米生産技術改善の一環として、広島県の伝統的品種である「八反」と「雄町」を交配親に用い、近年の生産形態や栽培様式に合致するように改良を試みた。

その結果、八反系品種では八反35号、八反錦1号及び八反錦2号の3品種が育成できた。雄町系品種では広酒7号が新品種として誕生する見通しが立った。

これら育成品種の改良効果を、原品種の特性を100として比較してみると、八反系品種では、原品種八反10号に比較して稈長については70~80%まで短稈化し、栽培の安定化に役立った。収量は20%多収化した。出穂期は5日早くなり、玄米1000粒重はやや大粒化した。心白粒歩合は100%近くまで向上し、心白の発現について年次による不鮮明化の懸念が全くなかった。玄米タンパク質含量はやや低含量化した。

雄町系品種の場合、原品種改良雄町に比較して広酒7号は1000粒重や心白発現粒歩合は原品種なみで、収量は8%多収化し、稈長は85%に短稈化し、3~5日早熟化したことと相まって栽培安定化に寄与するであろう。玄米タンパク質含量はやや低含量化した。

以上、本研究は作物学的手法により、清酒原料酒米としての良質安定生産技術の改善を目標として実施した。

イネの分げつ発生生態と心白発現との関係を解明して導き出した密植栽培は高い心白発現と収量水準を同時に維持するきわめて有効な手段であることを明らかにした。また、直播栽培様式も個体密度を上げる手段として実用できることを実証した。

大粒心白米品種の特性からみて、品質、収量確保のための構成要素としての粒数要素より登熟要素が優先することを認め、さらに窒素と心白発現との関係からも、低次位分げつ中心の穂数構成へ生育誘導する後期重点施肥、減数分裂期穂肥など酒米栽培独自の施肥技術を確立した。

大粒心白米品種の養分集積の特性解明から、登熟適温、好適作期、適期収穫、後期の肥培管理、適地選定及び適熟品種の育成などについて総合的に技術改善を実施した。

本研究で明らかにされた知見は、広島県酒米栽培基準に組込まれ安定生産に貢献しているが、得られた知見は作物学的にも参考になり広く利用できる。育成品種は、県奨励品種に採用され、作付けシェアは90%に達し、一時300haだった県酒米作付け面積は700ha余に増加し、更に拡大しつつある。

## 第7章 摘 要

近年、普通食用米品種の育種の急速な進展と栽培技術の高度化の中で、各県と同様広島県においてもまた、酒米の栽培技術改善は立ち遅れることになった。

そこで本研究では、醸造適性の高い原料酒米生産のための生産技術改善を総合的に行ったものである。

本研究は、1957~1990年に広島県立農業試験場及び同吉舎支場、あるいは広島県下の酒米生産地の農家圃場で実施した。

1. 酒米米粒の心白の発現状況をイネの分げつ発生生態的にみると分げつ発生の早い低次位分げつほど、また同一次位内の号位別には発生の早い低号位分げつほど、心白の発現は高い特性が認められた。栽植の個体密度を上げ、主稈や低次位分げつ割合を高めれば個体間競合により生育、収量値は負に転ずるが心白粒歩合は漸増することを実証した。

2. 心白の発現とイネの生育時期との関係をみるため、剪葉、剪根、遮光等の乾物生産阻害処理を加えて、心白の発現はいつの生育時期に決定されるか、その影響を究明した。その結果、心白の発現は減数分裂期に当たる出穂前15日から、出穂後15日の登熟前期間の生育環境条件に大きく影響されることを認めた。心白粒歩合の向上には玄米1000粒重及び登熟歩合の向上促進により、米粒の充実を図ることが重要であることを明らかにした。

3. これら分げつ構成と、米粒の充実の二つの要件を満たす栽培様式として、早・中生品種を用いた直播栽培が、心白の発現などの品質向上策としてすぐれていることを実証した。

直播栽培における晩熟化に対しては八反10号、八反35号、改良雄町など早・中生品種を用いることで対応できることを実証した。

4. 高次位分げつを抑え、心白の発現など品質の向上を図る手段として、密植化はきわめて有効であった。密植効果は収量に対するよりも心白粒歩合の向上に効果的で、現行の栽植密度よりも20%程度の密度増加がよいことが判明した。

5. 心白の発現に及ぼす肥料3要素の影響について検討した結果、無窒素では心白粒歩合が高まり、米粒のタンパク質含量が低下して品質は向上した。無リン酸や無加里は心白粒歩合が低下し、米粒タンパク質含量が高まり、品質上悪影響を及ぼした。収量に及ぼす影響は、無リン酸では小さいが、無窒素及び無加里では大きく、収量構成要素のうち粒数要素の低下により減収した。

6. 普通米品種栽培で行われている従来の窒素の施肥配分は、基肥と分げつ期追肥による分げつ促進施肥に約70%、米粒の充実を狙う穂肥に約30%が施肥されているが、本研究で

組立てた酒米施肥体系は、基肥に50%、穂肥に50%を施用するものでこの施肥体系によると高次位分けつが抑制され、低次位分けつ中心の穂数構成となり、心白の発現が高まるとともに高い収量水準が維持できることが判明した。

7. 穂肥の施肥時期は、移植栽培及び直播栽培ともに、普通米品種栽培で行われている穎花分化期（出穂前24日）に比較して、減数分裂期（出穂前15日）が心白の発現及び収量確保に効果的であることを認めた。

8. 土づくり資材の珪酸苦土石灰や堆肥の適量施用あるいは充実した苗の使用は、心白の発現や収量の向上に効果的であった。

9. 酒米品種の米粒タンパク質含量の品種間差異について検討した結果、心白米品種群の玄米タンパク質含量（乾物換算平均値及び変動係数9.40%、8.95%）は、既往の報告のように必ずしも低含量ではなく、普通うるち米品種群（同9.24%、6.21%）及びもち米品種群（8.98%、5.77%）に近似しており、大粒心白米品種群が必ずしも低含量を示さないことが判明した。品種としては極早生品種の幸玉、五百万石、兵系酒18号は高含量であり、晩生品種の山田錦は低含量であった。

10. 玄米タンパク質含量と高い相関関係を示したのは出穂期であり（ $r = -0.771^{**}$ ）ついで玄米収量（ $r = -0.633^{**}$ ）であった。さらに、玄米収量を籾数要素と登熟要素に分けて、玄米タンパク質含量との相関関係をみると、心白米品種群では登熟要素（1000穎花当り玄米重）と高い負（ $r = -0.620^*$ ）の関係があり、普通うるち米品種群及びもち米品種群では籾数要素（ $m^2$ 当り籾数）と高い負（それぞれ  $r = -0.607^{**}$ 、 $r = -0.914^*$ ）の関係を示した。これから心白米品種における品質、収量の向上には籾数要素より登熟要素を重視すべきと考えられた。

11. 酒米品種の米粒タンパク質含量の生産地間差異について、生産農家の試料を用いて検討した結果、生産地の標高が上がると玄米タンパク質含量は下がるという負の相関関係（ $r = -0.402 \sim -0.732^*$ ）を認め、これは登熟気温と相関が高く（ $r = 0.422 \sim 0.728^*$ ）、標高が上がると低い温度で登熟を完了するためであった。

12. 広島県における標高200m以下の瀬戸内沿岸地帯では登熟期の高温や10a当り450kg程度の低収及び後期凋落型生育などで高タンパク化しやすい。一方、標高500m以上の高冷地帯では、極早生品種や登熟不良などで高タンパク化しやすい。この両地帯の中間に位置する酒米生産地帯は、標高200~400mにあって米粒タンパク質含量が低かったが、その要因として、10a当り600kg以上の多収であること、登熟期の日照時間は多く、夜間冷涼で日気温較差が大きいこと、花崗岩が風化したマサ土壤地帯で透水性がよいなど登熟環境がよい

こと、さらにこれら立地環境に合致した適熟品種が育成されたことなどが上げられた。

13. 酒米の米粒タンパク質含量に与える登熟温度の影響を検討したところ、高温は登熟前期の米粒の充実を良好にするが、成熟速度が早まるため、かえって米粒への養分集積能力が早期に低下して登熟期間が短縮した。このことから、炭水化物蓄積量に対しタンパク質含量が高比率で登熟が完了することになり、とくに後期まで養分蓄積がつづく大粒心白米品種では、高温は後期の米粒充実をわるくすることが判明した。

収量に対する登熟適温とされている出穂後40日間の平均気温22℃前後がまた米粒タンパク質含量が低含量化する温度であることを明らかにした。

14. 登熟推移に伴う酒米の物性の変動をアミログラム、ファノリグラム等で検討した結果、各特性値は出穂後30~40日まで大きく変動するが成熟期10日前にはほぼ平衡値に達し、成熟期後20日目あたりから糊化特性に劣化が起きた。

15. 登熟推移に伴う酒米の化学成分組成の変動について、一般成分としてタンパク質、脂質、灰分を、無機質成分としてリン、カリウム、マグネシウムについて検討した結果、成熟期までは各成分とも大きく変動して、乾物中含量では減少し、1000粒中含量ではタンパク質、灰分、リン、カリウム、マグネシウムの増加と脂質の減少がみられた。成熟期前後で各成分の変動が起きるのは米粒への蓄積量の主体を占める炭水化物の蓄積推移と関連していると推定した。

16. 酒米生産技術改善の一環として、広島県の伝統的品種である「八反」と「雄町」を交配親に用い、近年の生産形態や栽培様式に合致するように改良した。

その結果、八反系品種では八反35号、八反錦1号及び八反錦2号の3品種が育成できた。雄町系品種では広酒7号が新品種として誕生する見通しが立った。

これら育成品種の改良効果を、原品種の特性を100として比較してみると、八反系品種では、原品種八反10号に比較して稈長については70~80%まで短稈化し栽培の安定化に役立った。収量は約20%多収化した。出穂期は5日早くなり、玄米1000粒重はやや大粒化した。心白粒歩合は100%近くまで向上し、心白の発現について年次による変動の懸念が全くなかった。玄米タンパク質含量はやや低含量化した。

雄町系品種の場合、原品種改良雄町に比較して広酒7号は1000粒重や心白粒歩合は原品種なみで、収量は8%多収化した。稈長は85%に短稈化し、3~5日早熟化したことと相まって栽培安定化に役立ち、玄米タンパク質含量もやや低含量化した。

17. 以上、得られた結果は、広島県酒米栽培基準に組込まれると共に育成品種は県奨励品種に採用され、作付けシェアは90%に達し、作付面積は更に拡大しつつある。

## 引用文献

- 1) 江幡守衛・長戸一雄：1960. 心白米に関する研究 第3報 胚乳澱粉細胞組織の発達と心白との関係. 日作紀, **29** : 93-96.
- 2) ————：1961. 心白米に関する研究 第4報 心白の発現に及ぼす夜温の影響. 日作紀, **29** : 409-411.
- 3) 福井県農業試験場編：1974. 福井県における水稻新品種育成事業の経過とその成果, 酒米品種の育成, 103-104.
- 4) 原田景次・土屋瑞夫：1962. 酒造米の栽培に関する基礎的研究. 宮城農短大学術報告, **9** : 1-8.
- 5) ————：1964. 酒造米の栽培に関する研究. 宮城県農短大学術報告, **11** : 1-8.
- 6) 波多野 進・松島省三：1941. 種芸的に見た稲作試験成績集 (其ノ二). 島根農試報研習, No.373 : 2-29.
- 7) 花本秀生：1974. 清酒醸造過程における酒造米の適性評価法. 育種学最近の進歩, **17** : 55-60.
- 8) 東 正昭・榎淵欽也・伊藤隆二：1974. 高蛋白品種の育種に関する基礎的研究 I 玄米蛋白含有率の品種間差異および諸形質とくに収量との関係について. 育種, **24** : 88-96.
- 9) HILLERISLAMBERS, D. J. N. RUTGER, C. O. QUALSET and W. J. WISER : 1973. Genetic and environmental variation in protein content of rice (*Oryza sativa*). *Euphytica*, **22** : 264-273.
- 10) 昼田 栄編：1958. 広島県農業発達史. 第1巻 酒造米の改良奨励. 広島県信連刊 : 328-370.
- 11) 広島県・気象庁編：1982. 広島県メッシュ気候図. 地図編. 広島県刊 : 1-39.
- 12) ————：1990. 広島県メッシュ分布図Ⅱ. 広島県刊 : 1-122.
- 13) ————：1990. 水稻栽培基準. 酒米栽培篇, 42-47.
- 14) 広島県立農業試験場編：1962. 水稻奨励品種査定会資料「改良雄町」. 広島農試刊 : 12-16.
- 15) ————：1991. 作物品種改良に関する業績集「広酒7号」. 広島農試刊 : 32-34.
- 16) 兵庫県酒米振興会：1961. 兵庫の酒米 : 184-196.
- 17) 兵庫県・兵庫県酒米振興会：1984. 兵庫の酒米 : 1-90.
- 18) 本庄一雄：1971. 米のタンパク質含量に関する研究 第1報 タンパク質含有率の品種間差異ならびにタンパク質含有率に及ぼす気象環境の影響. 日作紀, **40** : 183-189.
- 19) HORIUCHI, H : 1967. Studies on the Cereal Strches VII Correlations among the Amylograph Characteristics of Rice Starch and Flour. *Agricultural and Biological Chemistry*, **31**(9) : 1003-1009.
- 20) 今井良衛・速水美洋：1974. 登熟期の積算温度からみた良質米の収穫時期. 農業技術, **29** : 176-177.
- 21) 稲津 脩・渡辺公吉・今野一男：水稻の登熟過程における米デンプンの性状変化について. 北農, **39**(9) : 58-68.
- 22) 井上 肇・吉川陽造・宗野重徳・増村 勝・田中正義：1958. 酒造米の土壤肥料学的研究 第1報 酒造米適地の土壤に関する調査研究. 兵庫農試報, **6** : 51-53.
- 23) 石倉教光・斎藤武雄・池永 昇：1966. 水稻の収穫期と出穂後気温量の関係. 農業技術, **21** : 426-429.
- 24) 岩崎哲也・遠藤 勲・竹生新治郎・橋爪 厚・武市義雄：1965. 稲の登熟条件のちがいによる米の性状の差異についての研究. 食研報, **19** : 5-7.
- 25) 岩槻信治・立松鑑一郎：1934. 稲穂における粒着の相貌と結実の趨向に就て〔1〕. 農及園, **9** : 2153-2164.
- 26) 片岡勝美：1975. 米粒の化学的品質に関する研究 (VI) 米粒の蛋白質含有率に及ぼす生育気温の影響. 玉川大農研報, **15** : 96-100.
- 27) 上島脩志・高谷信之：1984. イネ穀粒における心白発現と粒重との関係. 神大農研報, **16** : 19-25.
- 28) ————・村本正昭：1979. 窒素施用量, 登熟期における温度および一穂粒数の制限が酒米の心白発現におよぼす影響. 近畿作物育種談話会報, **24** : 1-6.
- 29) ————・山本 仁・中西恵子：1981. 酒米に関する育種学的研究 II F<sub>2</sub>集団における心白発現率, 玄米粒重および稈長の分離とそれら諸形質間の相互関係. 神大農研報, **14** : 265-272.
- 30) ————：1990. 稲学大成, 第3巻遺伝編, 心白・腹白・農文協刊 : 354-358.
- 31) 木戸三夫・梁取昭三：1965. 米粒蛋白質集積過程の組織化学的研究. 日作紀, **34** : 204-209.
- 32) ————・—————：1968. 栽培条件が米質, 特に米粒の蛋白含有率に及ぼす影響に関する研究. 日作紀, **37** : 32-36.

- 33) ————— : 1968. 腹白・基白・心白状乳白, 乳白米の穂上における着粒位置と不透明のかたちに関する研究. 日作紀, **37** : 534-538.
- 34) 北井 勇・河合則哉 : 1958. 酒米に対する窒素肥料の分施割合に関する研究. 兵庫農試報, **6** : 59-61.
- 35) —————・沢田美代治 : 1959. 肥料要素が酒米の品質に及ぼす影響. 兵庫農試報, **7** : 74-79.
- 36) 久保彰治 : 1960. 米粒に含まれる塩素の粒内移動 第5報 塩素以外の二, 三の元素の粒内移動. 農化, **34** : 689-694.
- 37) 古浦二郎 : 1972. 清酒醸造における蒸米の研究 第1報 蒸米の顕微鏡観察による組織的検討. 醸協, **67** : 543-547.
- 38) 前重道雅 : 1963. 酒米の心白に関する研究 第3報 直播栽培について. 作物学研集録, **8** : 6-7.
- 39) —————・竹井孝行 : 1964. 酒米の心白に関する研究 第4報 品質を中心とした直播用品種の選定について. 中国農研報, **30** : 12-14.
- 40) ————— : 1965. 酒米の心白に関する研究 第5報 直播の播種密度の相違と心白の発現との関係. 中国農研報, **33** : 3-4.
- 41) ————— : 1980. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第1報 玄米タンパク質含量の品種間差異. 広島農試報, **42** : 1-10.
- 42) ————— : 1981. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第2報 玄米タンパク質含量の生産地間差異. 広島農試報, **44** : 29-38.
- 43) ————— : 1981. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第3報 玄米タンパク質含量におよぼす登熟気温の影響. 広島農試報, **44** : 39-44.
- 44) ————— : 1983. 米の食味関与要因の変動に関する研究 第4報 登熟過程における精白米粉の糊化特性および精白米の炊飯特性の推移. 広島農試報, **46** : 1-12.
- 45) ————— : 1983. 気象変動下稲作における $m^2$ 籾数・登熟量バランスについて. 日作紀, **52**別2 : 34-35.
- 46) ————— : 1983. 気象変動に対応する「全天候型イネづくり」の提唱〔1〕. 農及園, **58** : 661-666.
- 47) ————— : 1983. 気象変動に対応する「全天候型イネづくり」の提唱〔2〕. 農及園, **58** : 783-789.
- 48) ————— : 1984. 「全天候型イネづくり」初年目の成果. 農及園, **59** : 1127-1135.

- 49) ————— : 1986. 大成功をおさめた「良質広島米づくり1・2・3運動. 農及園, **61** : 1065-1073.
- 50) —————・鳥生久嘉・江戸義治・滝広徳男 : 1984. 酒造好適米新品種「八反錦1号」の育成について. 広島農試報, **48** : 1-8.
- 51) —————・————— : 1984. 酒造好適米新品種「八反錦2号」の育成について. 広島農試報, **48** : 9-15.
- 52) ————— : 1984. 八反錦1号, 同2号の栽培指針. 広島米改良協会刊 : 1-64.
- 53) ————— : 1987. 酒米育種の現況. 農業技術, **42** : 506-509.
- 54) ————— : 1990. 稲学大成, 第1巻形態編 心白米と醸造適性 335-337. 農文協(共著).
- 55) 前川季義他 : 1978. 酒造原料米に関する研究 第3報 原料米の種類と清酒中のN成分について. 醸協, **73** : 137-139.
- 56) 松島省三・和田源七 : 1959. 水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究 L II (10) 籾への炭水化物の転流適温, 登熟適温並びに籾の炭水化物受入能力の低下について. 日作紀, **28** : 44-45.
- 57) 松島省三 : 1969. 稲作の理論と技術. 養賢堂 : 166-167.
- 58) 松下敏明・角田和美 : 1970. 酒造米の生産と品質に関する研究 第4報 穂肥の施用時期や栽植密度の相違が酒米の生育, 収量, 品質に及ぼす影響. 兵庫農試報, **18** : 9-14.
- 59) 松本 顕・熊野誠一 : 1973. 登熟期間の諸条件と登熟および品質の関連 第1報 刈取時期と品質について. 日作紀**42**別, **1** : 195-196.
- 60) 村山徹雄・芥田三郎 : 1964. 酒造米の生産と品質とに関する研究 第3報 産地別酒造米の理化学的性質の比較. 兵庫農試報, **12** : 33-37.
- 61) 百瀬洋夫 : 1981. 酒造米の品質評価. 日食工誌, **28** : 396-404.
- 62) 長戸一雄 : 1941. 穂上位置に依る米粒成熟の差異に就いて. 日作紀, **13** : 156-169.
- 63) ————— : 1952. 心白・乳白米及び腹白の発生に関する研究. 日作紀, **21** : 26-27.
- 64) —————・江幡守衛 : 1958. 心白米に関する研究 第1報 心白米の発生. 日作紀, **27** : 49-51.
- 65) ————— : 1959. 心白米に関する研究 第2報 心白米の物理的性質. 日作紀, **28** : 46-50.
- 66) —————・小林喜男 : 1959. 米の澱粉細胞組織の品種間差異について. 日作紀, **28** : 443-445.

- 67) ———・江幡守衛：1960. 登熟期の気温が水稻の稔実に及ぼす影響. 日作紀. 28 : 275-278.
- 68) ———：1962. 米粒の硬度分布に関する研究. 日作紀. 31 : 102-107.
- 69) 長戸一雄・江幡守衛・石川雅士：1964. 胴割米の発生に関する研究. 日作紀. 33 : 82-89.
- 70) ———・—————：1972. 米粒の蛋白質含量に関する研究. 日作紀. 41 : 472-479.
- 71) 永友辰吉・山田光雄：1935. 水稻玄米の心白形成に及ぼす環境要素の影響. 朝鮮農會報. 8 : 45-61.
- 72) 野白喜久雄：1975. 原料米. 醸協. 70 : 25-29.
- 73) 岡野博文・平沢信夫・島田裕之・間谷敏郎・阪本 洵：1975. 水稻の収穫適期の判定と収穫時期および乾燥法が品質食味に及ぼす影響. 茨城農試報. 16 : 21-42.
- 74) 酒井宏美：1970. 米菓製造技術の改善. 広島県総合技術委員会食品専門委員会刊.
- 75) 佐村 董：1974. 酒米品種の育成と問題点. 育種学最近の進歩. 17 : 67-72.
- 76) 篠田治躬：1973. 水稻縞葉枯病抵抗性品種の育成. 農林水産研究情報. 22.
- 77) 杉山 薫・飯塚征一・太田 孝・大河内秀樹：1962. 酒米の心白形成に関する研究. 静岡農試報. 6 : 1-17.
- 78) 鈴木 裕・竹生新治郎・谷 達雄：1959. 早期栽培米に関する研究 第1報 水稻稈早晩期栽培米とその澱粉の性状について. 農化. 33 : 275-279.
- 79) ———・桧作 進・二国二郎：1963. 早期栽培米に関する研究 第2報 水稻糯早晩期栽培米とその澱粉の性状について. 農化. 37 : 63-66.
- 80) 鈴木 裕・川原崎裕司・村山 登：1966. 登熟期の気温と遮光が米とその澱粉の性状に及ぼす影響について. 農化. 40 : 1-7.
- 81) 徐 錫元・茶村修吾：1979. 玄米蛋白質含有率の品種間差異の発現. 日作紀. 48 : 34-38.
- 82) 曾我英介・米崎治男：1974. 酒米適性についての研究 第1報 玄米の形態と精米特性ならびに玄米, 白米の成分的特徴. 醸協. 69 : 855-858.
- 83) 平 宏和・松島省三・松崎昭夫：1970. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究 第92報 窒素施肥による米の蛋白質の収量およびその栄養価の増大の可能性の栽培試験. 日作紀. 39 : 33-40.
- 84) ———・平 春枝：1971. 水稻うるち玄米のタンパク質含量. 日作紀. 40 : 21-26.

- 85) ———・星川清親・平 春枝：1972. 矮性水稻玄米のタンパク質含量. 日作紀. 41 : 155-159.
- 86) ———・平 春枝・井上 駿：1974. 水稻玄米の無機質組成におよぼす幼穂形成期以後における水壤水分の影響. 日作紀. 43 : 135-143.
- 87) ———・—————・松崎昭夫・松島省三：1974. 水稻玄米の化学成分組成におよぼす窒素施肥の影響. 日作紀. 43 : 144-150.
- 88) ———・—————・—————：1975. 水稻玄米の化学成分組成におよぼす一次枝梗剪除の影響. 日作紀. 44 : 35-43.
- 89) ———・—————：1976. 北海道産水稻うるち玄米の生産地と化学成分組成. 日作紀. 45 : 343-350.
- 90) ———・—————：1976. 醸造用玄米のタンパク質含量及び粒重. 食総研報. 31 : 12-14.
- 91) 平 宏和・平 春枝・山崎一彦：1977. 水稻玄米のタンパク質・脂質および灰分含量におよぼす土壌型および品種の影響. 日作紀. 46 : 157-163.
- 92) ———・—————・—————：1977. 水稻玄米の無機質組成におよぼす土壌型および品種の影響. 日作紀. 46 : 361-370.
- 93) ———・—————・前重道雅：1978. 米粒の糊熟より過熟に至る化学成分組成の変化. 日作紀. 47 : 475-482.
- 94) ———・—————・—————：1979. 水稻うるち玄米の脂質含量および脂肪酸組成に及ぼす品種および栽培年の影響. 日作紀. 48 : 220-228.
- 95) ———・—————・—————：1980. 米粒の糊熟より過熟期間における脂質含量および脂肪酸組成の変化. 日作紀. 49 : 75-80.
- 96) 竹井孝行・前重道雅：1959. 酒米の心白に関する研究 第2報 特に生育後期における剪葉, 剪根並びに遮光処理が心白発現に及ぼす影響. 中国農研報. 16 : 17-18.
- 97) ———・古川和雄・神笠俊昭・前重道雅：1968. 水稻新品種「八反35号」の育成について. 広島農試報. 27 : 1-5.
- 98) 田淵満一・沢田美代治・北井 勇：1962. 酒造米の直播栽培に関する研究 第1報 乾田直播栽培における窒素の分施. 兵庫農試報. 10 : 46-47.
- 99) ———・—————：1963. 酒造米の直播栽培に関する研究 第2報 山田錦の播種時期と生育, 収量, 品質の関係. 兵庫農試報. 11 : 10-12.
- 100) 田代 亨・江幡守衛：1974. 腹白米に関する研究 第2報 穂上位置と腹白米の発現.

日作紀. 43 : 105-110.

- 101) TANAKA, S. and Y. TAKAGI : 1970. Protein content of rice mutants. Improving plant protein by nuclear techniques. IAEA. FAO. Vienna : 55-61.
- 102) 田名部嘉一・山崎季好・有馬喜代史・三上泰正 : 1981. 酒造好適米の多収性育種に関する研究 第2報 母本の差異と雑種集団の粒大及び心白粒の分布. 東北農研報. 29 : 27-28.
- 103) 谷 達雄・吉川誠次・竹生新治郎・堀内久弥・遠藤 勲・柳瀬 肇 : 1969. 米の食味評価に関する理化学的要因 (I). 栄養と食糧. 22 : 452-461.
- 104) 高野 久 : 1968. 酒米の栽培に関する研究. 福井農試報. 5 : 35-46.
- 105) ———— : 1978. 酒米の心白発現機構について. 日作紀47別. 2 : 111-112.
- 106) 鼓 尚夫 : 1977. 日本の酒の歴史, 醸造地の酒造り, 広島酒 研成社刊 : 654-662.
- 107) 手塚一清・原田景次 : 1966. 酒造米の栽培に関する研究 宮城農短報. 13 : 8-11.
- 108) 植田宰輔・太田 勇 : 1958. 心白米の作物学的研究 第2報 米粒の澱粉細胞構造と心白米の特異性について. 三重大農報. 16 : 65-81.
- 109) ————・太田 勇 : 1962. 心白米の作物学的研究 第6報 心白米の種類とその特性. 三重大農報. 24 : 1-15.
- 110) 和田 学 : 1980. 暖地稲作における Lag phase の問題点. 日本農学研究50年の歩みシンポジウム. 暖地稲作に関する諸問題 (1). 農及園. 55 : 992-994.
- 111) 山根国男・西田清数 : 1979. 酒米と酒 (6). 農及園. 54 : 1222-1226.
- 112) ———— : 1979. 酒米と酒 (7). 農及園. 54 : 1349-1354.
- 113) 梁取昭三 : 1974. 登熟期間の気温が水稻の米質におよぼす影響. 新潟農林研究. 26 : 9-13.
- 114) 米崎治男 : 1974. 酒米の醸造適性について. 育種学最近の進歩. 17 : 61-66.
- 115) 吉沢 淑・石川雄章・木下 実・武田荘一・藤江 勇 : 1974. 酒造米に関する研究 第6報 精白米の酒造に関する性質の構造について. 醸協. 69 : 581-583.
- 116) ———— : 1977. 酒造原料米の性質を探る. 醸協. 72 : 331-337.

## Studies on Improvement of Production Technology for Sake Brewery Rice

### Summary

The Sake is usually brewed with both Sake brewing and ordinary rices. The Sake brewing rice is generally called Sakamai. According to the Sake brewing process, the brewing rice is divided into three raw rices, i.e., Kojimai (Motomai), Shubomai and Kakemai. Sakamai is used for Kojimai, whereas ordinary rice is usually used for Shubomai and Kakemai. The ratio of Kojimai, Shubomai and Kakemai for the brewing are 20-30%, 7%, and 70-73%, respectively. Sakamai is used in small quantity in the brewing but influences highly the quality of Sake.

The price of Sakamai has been higher than that of the ordinary rice, because of the limitation of adaptable cultivation area, hard labor for management, and low yield. At present time, Sakamai, as compared with ordinary rice, is 20-30% higher in the price.

The large grain variety as Sakamai produces frequently the white and cloudy core as a result of imperfect accumulation of starch along the vascular bundles in the center of rice kernel. The part of white core promotes the gelatinization of steamed rice because of the crack of soaked rice in water and induces the invasion of Koji fungus.

The traditional technique has been respected in Sake brewery. In spite of the development of the quality of ordinary rice, old Sakamai varieties and its cultivation method has been used in Hiroshima Prefecture. For the quality of Sakamai, large kernel, much white core in the center of kernel and low protein content are necessary. Those qualities must be fitted by breeding and the production technology.

The investigations in this study are carried out the stable production technology and the improvement of the variety for Sakamai in Hiroshima Prefecture.

The constitution of this thesis is as follows:

In Chapter 1, the review of Sakamai production in Japan, the history of Sake brewery and Sakamai production, the object of breeding for Sakamai and the environmental condition for Sakamai production in Hiroshima Prefecture were studied.

In Chapter 2, the history of research for Sakamai cultivation was studied.

In Chapter 3, the effect of cultural condition on the quality of Sakamai, especially white core, was studied. From the results, the method of quality improvement by production technology was shown.

In Chapter 4, the effect of ripening condition on the quality of Sakamai as chemical component, mainly protein content, and physical property was studied.

In Chapter 5, the improvement of traditional Sakamai varieties in Hiroshima Prefecture, i.e. Hattan and Omachi, by breeding was studied.

Those studies were carried out in paddy fields of the Hiroshima Prefectural Agricultural Experiment Station, its Kisa Branch and also in farmers' paddy fields in Hiroshima Prefecture.

#### 1. Effect of cultural condition on quality of Sakamai

1) The appearance of white core was investigated in connection with the occurrence ecology of tillers of rice plant. The earlier occurred the lower order of tiller, the more appeared the white core. By the increase in plant density and the rate of lower order of tiller, the rate of white core increased gradually even though the growth and yield decreased.

2) In order to reveal the relation between the appearance of white core and the growing stage of rice plant, effect of leaf cutting, root cutting and light shading such as inhibiting treatment of dry matter production was studied. As the results, the appearance of white core was influenced by environmental conditions from 15 days before heading or reduction division stage to 15 days after heading or the first half of ripening period. As to the increase of white core rate, it is important to complete the fullness of rice grain by increasing 1000-kernel-weight and promoting rate of ripened grain.

3) As to gain the good tiller and fullness of grain for white core appearance, the direct sowing culture of early- and medium-maturing varieties was important. The direct sowing culture, especially in well-drained paddy field, brought high rate of ripened grain and heavy 1000-kernel-weight in comparison with the transplanting culture.

The technical problem for the direct sowing culture was the lodging, unstable establishment of seeding and late maturation. The problems of lodging and unstable establishment of seeding were improved by cultural methods. On the other hand, the problem of late maturation was solved by using the early- and medium-maturing varieties like Hattan No. 10, Hattan No. 35, Kairyō-omachi etc.

4) The nitrogen fertilizer application for high yield influenced on low rate of white core and occurrence of lodging. The close planting was effective for the suppression of higher order of tillers and the increase of white core. The rate of white core by close planting was about 20% higher than that by customary one.

5) The low protein content is important for the quality of Sakamai. As to three major elements of fertilizer, the rate of white core increased and the protein content decreased by the non-nitrogen application, whereas the rate of white core decreased and the protein content increased by non-phosphate and non-potassium applications.

The effect on yield was small in non phosphate application but large in non nitrogen and non potassium applications because of the decrease of number of grains. On the basis of the results, the suppression of nitrogen and the increase of phosphate and potassium are desirable for the basic recommended rate of fertilizer application for Sakamai.

6) The fertilizer application system for Sakamai should be applied the manuring at panicle formation stage without the manuring for tiller promotion. Namely, it is necessary that the amount of fertilizer for Sakamai divides into half each as basal dressing and ear manuring. By adapting this system, the panicle consists of the lower order of tiller and high rate of white core and maintenance of high yield could be gained. The amount of nitrogen (0.6 - 0.8kg/10a) should be decided in consideration of the elevation above sea level and soil types.

7) The ear manuring at meiosis stage (15 days before heading) was more effective for the appearance of white core and stability of yield in both transplanting and direct sowing cultures.

8) The adequate amount of silicate magnesium calcium and barnyard manure was effective for the appearance of white core and the stability of yield.

#### 2. Variation and improvement on chemical composition of Sakamai kernel by ripening conditions.

1) Varietal difference in protein content of Sakamai brown rice (n=24) was investigated. Mean value and coefficient of variation on dry basis were 9.24% and 8.95%. The protein content was not always lower than that in literatures and showed the same mean value as non-glutinous brown rice (n=56, 9.24%) and glutinous brown rice (n=8, 8.98%). High protein content showed in extremely early-maturing varieties like Kogyoku, Gohyakumangoku and hyokei-sake No. 18. Low protein content showed in late-maturing variety like Yamadanishiki. Protein content of white core rice was negatively correlated with heading date, yield and perfect 1000-kernel-weight. On the other hand, protein content of non-glutinous and glutinous rices showed negative correlation with number of spikelets per m<sup>2</sup>. From the results, it was presumed that the ripening condition of white core rice were concerned with the quality and yield. From the standpoint of breeding, the selection of early-maturing variety should be not desired in the place of rice production because of high protein content.

2) Difference among the production places on protein content of Sakamai was investigated. Protein content showed high negative correlation with elevation above sea level and high positive correlation with ripening temperature because the ripening in high elevation region finished in low temperature as compared with that in low elevation region. As varietal factor of protein content in region from 10m to 600m above sea level, however, it is supposed that yield level, ripening period and soil

conditions could be mentioned in addition to ripening temperature.

Protein content showed high tendency in region along the Seto Inland Sea below 200m above sea level because of high ripening temperature and also in mountain region above 500m above sea level because of extremely early-maturing variety and poor ripening due to low temperature. On the other hand, protein content showed low tendency in region of 200 to 400m above sea level between above-stated regions because of high yield level, abundant sunshine hour during ripening, large difference in temperature between day and night and good drainage due to weathered granite soil and further of suitable variety for the region.

3) The relationship between protein content and ripening temperature was investigated. High ripening temperature caused fullness of grain for early ripening period and shortened ripening period. As the results, the accumulation ability of nutrient, especially carbohydrate, to grain decreased in early ripening stage and protein content became relatively high. The high temperature had influence especially on protein content of Sakamai which required the accumulation of the carbohydrate till the late ripening stage. As the ripening mean temperature, 22°C during 40 days was suitable for yield and also for low protein content.

4) Physical property of Sakamai during ripening was investigated on amylographic and farinographic characters and cooking quality of milled rice. Amyrogram values changed widely till 30-40 days after heading and equilibrated in 10 days before maturing stage. From 20 days after maturing, the characteristic of gelatinization changed.

Farinogram values maintained the stable level till maturing but showed abnormal value under over-maturity especially on early-maturing Sakamai variety.

From the results, it was made clear that rice in warm district like Hiroshima Prefecture rapidly decreased the characteristic of gelatinization with short ripening under high temperature as compared with rice in cold district in old report. Accordingly, it is important to decide the proper harvest time for quality of Sakamai.

5) Investigation was carried out to determine changes during ripening in chemical composition of rice kernel, i.e. protein, lipid and ash as general components and phosphorus, potassium and magnesium as minerals. From dough ripening to full ripening, the chemical composition varied widely and each of the components decreased on dry matter and increased 1,000 kernels. After full ripening, the chemical composition intended to vary slightly. The protein and lipid contents decreased and the ash and potassium contents increased on dry matter. The protein, ash, phosphorus, potassium and magnesium contents increased and the lipid content decreased in 1,000 kernels. It was supposed that changes in each content of chemical components about full ripening were related with the accumulating pattern of carbohydrate into rice kernel.

The increase in each component content in 1,000 kernels was investigated from 20 days to 70 days after heading. The rate of increase in white core rice was higher than that in non-glutinous rice. As the reason, it is presumed that each component was accumulated slowly till the second half of ripening period.

From the results, it is important for Sakamai production to take care of breeding for proper ripening variety, establishment of desirable cropping season, suitable management practice till full ripening and optimum time of harvesting by grasping the characteristics for accumulation of chemical components on white core rice.

### 3. Improvement of Sakamai variety by breeding

The breeding for Sakamai has greatly contributed to the improvement of production. In order to adapt to modern production and cultivation system for Sakamai, the breeding was carried out using the pedigree of both Hattan and Omachi, traditional varieties in Hiroshima Prefecture, as parents.

1) Hattan No. 10 had several disadvantages, i.e., long-culm, less resistant to blast, more viviparous, easy shattering, less white core and low yield. Kairyoomachi has been kept farmers at a distance because of long-culm and late maturing. Accordingly, the cultivation of Sakamai in Hiroshima Prefecture had been only 300 ha before breeding of new varieties, i.e., Hattan No. 35, Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2 as the pedigree of Hattan. As the pedigree of Omachi, furthermore, Hirosake No. 7 will be bred in a few days.

2) As compared with Hattan No. 10, Hattan No. 35, Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2 showed 88, 80 and 72 in rate of culm length, 104, 118 and 118 in rate of yield, 96, 102 and 104 in rate of 1000-kernel-weight and 117, 167 and 169 in rate of white core.

Those varieties contributed to stable cultivation without lodging because of short culm length and also to high yield because of earlier heading date (5 days) and longer ripening period.

As to the protein content in brown rice, Hattan No. 35, Hattannishiki No. 1 and Hattannishiki No. 2 showed slightly low as compared with Hattan No. 10.

3) Thousand-kernel-weight and rate of white core in Hirosake No. 7 were similar to those in Kairyoomachi. As compared with Kairyoomachi, on the other hand, Hirosake No. 7 showed 8% high yield, 15% shortened culm and 3-5 days early ripening period. As to the protein content in brown rice, Hirosake No. 7 showed slightly low as compared with Kairyoomachi.

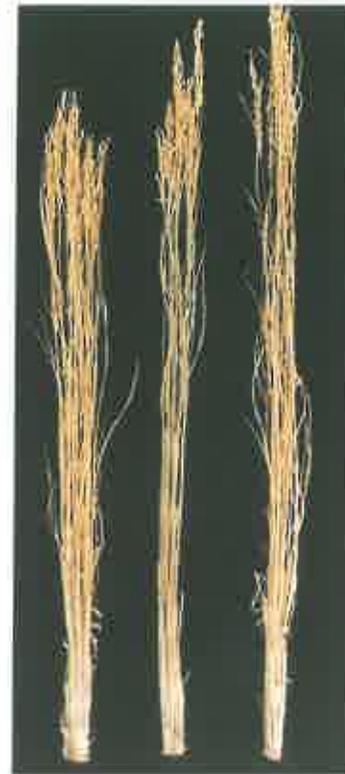


Clear white core



Obscure white core

Photo 1 Clear white core rice and obscure white core rice.



A B C



A B C



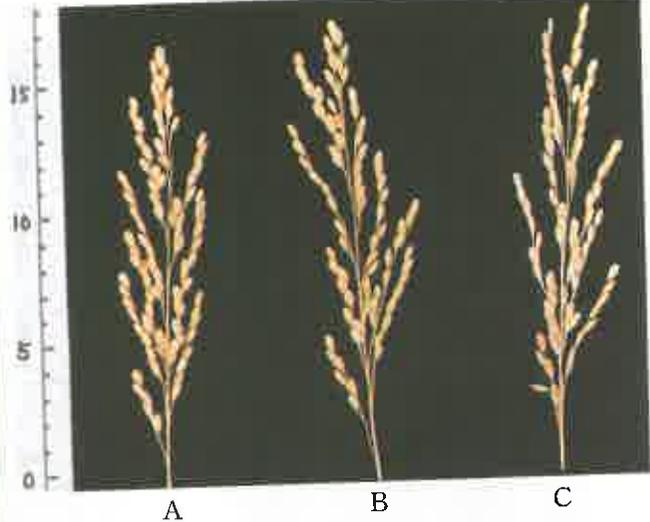
B



C

- A : Shuhou(♂)
- B : Hattan No.35
- C : Hattan No.10(♀)

Photo 2 Hattan No.35

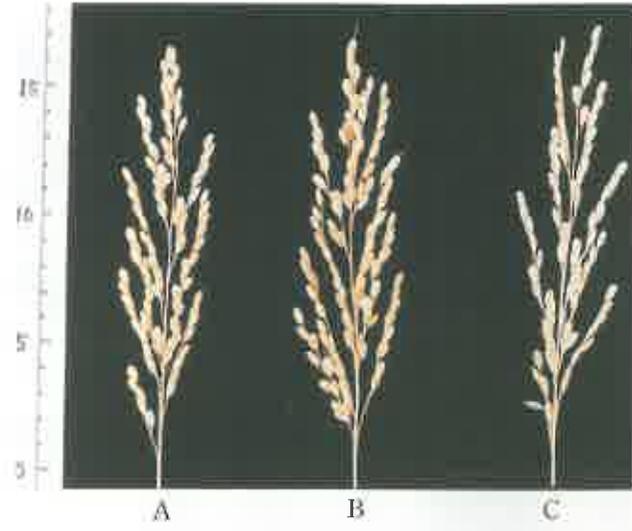
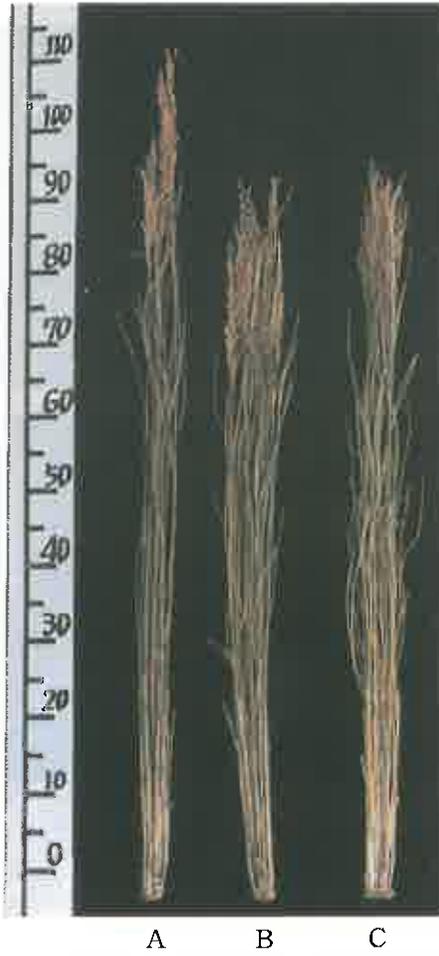


A : Hattan No.35(♀)  
 B : Hattannishiki No.1  
 C : Akituho(♂)



Futamigun Miwa-cho 1984

Photo 3 Hattannishiki No.1



A : Hattan No.35(♀)  
 B : Hattannishiki No.2  
 C : Akituho(♂)

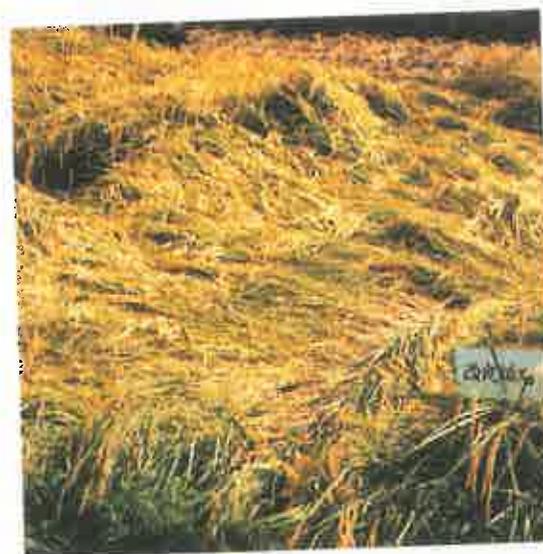


Hibagun Hiwa-cho 1984

Photo 4 Hattannishiki No.2



A B C



A



B

A : Kairyuomati(♀), B : Hirosake No.7, C : Kantou No.98(♂)

Photo 5 Hirosake No.7

## 受領証

下記の刊行物を受領しました。

広島県立農業技術センター研究報告(第56号)1部

平成 年 月 日

広島県立農業技術センター所長殿

機関名

住所

Receipt card

Date \_\_\_\_\_

We acknowledge the receipt of the following publication: -

• Bulletin of the Hiroshima Prefectural  
Agriculture Research Center, No.56 (1993)  
1 copy

Name of your Institution \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_

## 送付票

上記印刷物を刊行したので送付します。

- 貴場所刊行物との交換を希望します。
- 本受領証は必ず御返送ください。
- 住所変更の際はお知らせください。

Please accept our publication your library.

\* Exchange will be appreciated.

\* Return of this card is requested. If not returned, it will be assumed that further publications are not required.

\* Please notify any change of address.

郵便はがき

7 3 9 - 0 1



広島県東広島市八本松町原

広島県立農業技術センター 御中

To HIROSHIMA PREFECTURAL AGRICULTURE

RESEARCH CENTER

Hachihonmatsu-cho, Higashihiroshima-shi, Hiroshima

JAPAN



A

B



A

A: Kairyu

広島県立農業技術センター研究報告 第56号

平成 5 年 3 月 16 日 印刷

平成 5 年 3 月 31 日 発行

編集発行 広島県立農業技術センター

〒739-01 広島県東広島市八本松町原

印刷所 株式会社 中本本店

〒730 広島市中区東白島町13-15

電話 (082) 221-9181(代)