

茶米の発生に及ぼす耕種条件の影響（予報）

富久保男・岡武三郎・中野幸彦

Effect of Several Cultural Factors
on the Occurrence of Rusty Kernel Rice

Yasuo TOMIHISA, Saburo OKATAKE and Yukihiko NAKANO

結 言

岡山県における1978年産米には、米の検査等級を下げるほどの茶米が発生した。また同じ年に、当県のみならず全国的に、茶米を含む着色米が多発している⁷⁾。

茶米は果皮が茶褐色になるもので、外観的には米の表面全体または一部が濃褐色から淡茶褐色になり、病害であるとされている³⁾。岡村⁴⁾は茶米について、その特徴や発生機構等について詳細に報告している。岡山県に発生した着色米を茶米と断定した理由は、病徴、米粒の大きさ、糖層の厚さ、着色機構、寄生菌との関係、その他気象的要因、水管理等の関係から、岡村氏の記述している茶米と一致したためである¹⁾。

茶米は葯が稃内に残った場合に発生しやすく^{2,4)}、開花期の降雨²⁾、開花前の高温や低温⁴⁾により助長される。その他、栽培条件や土壌条件⁴⁾、気象条件^{4,5,6)}によつて発生程度が異なる。しかし、それらは誘因であつて茶米の主因は寄生菌による病害であるとされている^{4,7)}。それにしても茶米が生理障害としても取あつかわれる場合がある³⁾のは、環境条件の影響が大きいためと思われる。

茶米の発生が多かった地区においてもかなりぼう大な現地調査が行なわれたが、はっきりした結論を得るには至っていない^{*}。筆者らは、茶米の発生防止対策を確立することを目的として、耕種条件の影響について検討した。まだ結論の得られた段階ではないが、若干の知見を得たので、ここに紹介して今後の参考に供したい。

本文に入るに先だち、種々ご教示いただいた岡山県立農業試験場病虫害部長藤井新太郎博士、同化学部長大森正博士に感謝の意を表する。

調査方法及び調査結果

1979年に岡山県赤磐郡山陽町、岡山農試の水田で行なった水稻栽培試験のうち、営農排水及び地力対策試験と良質多収穫栽培試験の収量調査用玄米、及び出穂後一定の期間をおいて無作意に抜穂して得た玄米について調査した。粒厚1.7 mm以上の玄米を各区1,000粒供試し、計粒板(500粒用)にのせて肉眼で観察した。

粒色の程度は濃褐色から淡茶褐色のものまであつた。濃い茶米ははっきり類別できるが淡い茶米になると正常

粒との区別がつき難い場合が多く、観察者の主観が入りやすいと思われた。ここで得られた茶米の多くは淡いものが多いため、茶米の判定基準を統一する必要がある。しかし、ここに示した茶米の発生率の処理間差異を比較するには問題はないと考える。

調査1. 地力対策試験

処理概要：日減水深2～3 cmのほ場で稲麦の輪作体系試験を行なっており、二条大麦を収穫したあと水稻品種、中生新千本を6月21日に中苗移植した。本試験は排水良好田での地力対策を目的として、わら、耕土培養資材(ミネカル)、元肥窒素などの施用量の効果をみたものである。1区面積を25m²としてL₁₆—2ブロック乱かい法で実施した。処理の要因と水準は第1表に示した。

結果：全体に症状は軽く、一見しただけでは茶米の発生はないと判断される程度であつた。第1表に示したとおり、茶米の発生を大きく左右するような要因はなかったが、前作の麦作期に稲わらを施用している場合は発生がやや少なく、また反復(ブロック)による差異も大きく、同一ほ場であっても場所によって発生の異なることがうかがわれた。

第1表 わら、耕土培養資材、窒素施肥量等が
茶米の発生に及ぼす影響

耕 種 条 件		茶 米 の 発 生 率
要 因	水 準	
前 作 麦 の 栽 培 法	不 耕 起 全 面 全 層	1.0 1.0
麦 わ ら 量 (稲 作 期)	600kg/10a 0	1.1 0.9
稲 わ ら 量 (麦 作 期)	900kg/10a 0	0.7 1.2
ミ ネ カ ル 量 (麦 作 期)	200kg/10a 0	1.0 1.0
窒 素 施 肥 量 (稲 作 期)	標 肥 3 割 増 肥	1.0 0.9
ブ ロ ッ ク	1	1.2
	2	0.8

注 出穂期：8月25日

収穫期：10月8日(出穂後44日)

* 藤田農協・岡山農業改良普及所藤田支所(1979) 茶米の発生に関する調査報告書
1981年1月23日受理

調査2. 営農排水試験

処理概要：日減水深0.7cm前後の水田で、二条大麦を収穫したあとに日本晴を6月22日に稚苗移植した。1区96m²、L₁₆—2ブロック（ブロックⅠには暗渠を設け、ブロックⅡは無暗渠とした）乱かい法で実施した。要因と水準は第2表に示した。暗渠の排水口は稲作期間中閉じたが減水深は無暗渠区より大きくなった。中干しは7月23日から7日間行ない、土壌面が白く乾き、き裂が入る状態になったが、中生種の日本晴には時期的に遅かった。また、中干し開始時に3mおきに小溝（作溝）を設けた。わら施用については、麦作期にわらを10a当り900kg、稲作期に麦わらを10a当り600kg施用した。

結果：調査1の場合よりも若干発生が多かったものの問題になるほどのものではなかった。茶米の発生を大きく左右するような要因はなかったが、第2表に示したとおり、わらを施用した場合、暗渠のある場合、代かきを行なわない場合、間断灌がいを行なった場合に発生が少なかった。また、ここで行なった中干しは時期的に遅かったために中干し区は減収し、しかも茶米が多くなった。

第2表 排水処理及びわら処理等が茶米の発生に及ぼす影響

要 因	耕 種 条 件	茶 米 の 発 生 率
暗 渠	有	1.4
	無	1.7
代 か き	1回	1.7
	無	1.4
灌 が い 法	常 時 満 水	1.9
	間 断 灌 水	1.3
作 溝	有	1.6
	無	1.6
中 干 し	有	1.7
	無	1.4
わ ら 施 用	有	1.3
	無	1.9

注 出穂期：8月25日

収穫期：10月9日（出穂後45日）

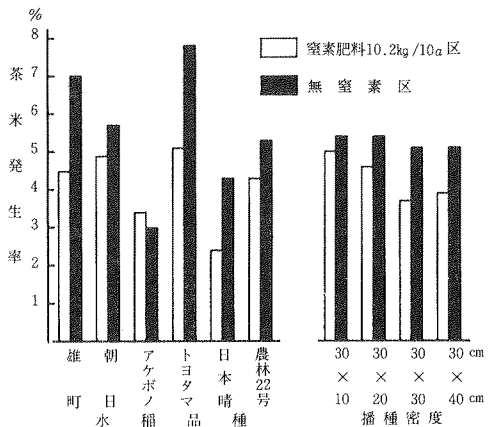
調査3. 品種・施肥量・播種密度に関する試験

処理概要：りん酸とカリ肥料は標準量施肥し、窒素肥料について10a当り10.2kgと無施用区を設け、播種密度4水準（うね幅30cm、株間10, 20, 30, 40cm）の条件下に雄町等6品種を5月18日に乾田直播した。1区は4m²で反復はない。

なお、調査3～6は同一ほ場で実施したもので、ほ場の日減水深は1cm前後である。

結果：第1図に示したとおり、無窒素条件下ではアケボノの発生率が最も低く、次いで日本晴が少なかった。窒素の10a当り10.2kg施用条件下では日本晴、アケボノ

の2品種は明らかに他の品種より発生が少なかった。また、標準量窒素区と無窒素区の平均値をみると、トヨタマ、雄町、朝日、農林22号の順に発生が多かった。各品種の平均値でみた播種密度による茶米の発生程度は、品種間差異よりも変異が小さいが、密播ほど増加する傾向がみられた。さらに、アケボノを除く全品種で、またいずれの播種密度においても無窒素区のほうが標準量窒素区より多発した。

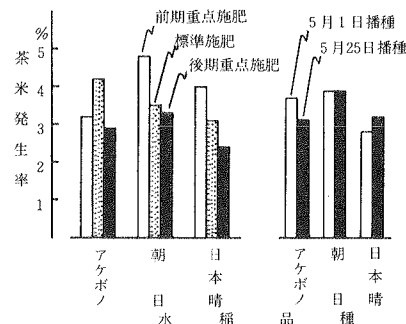


第1図 茶米発生に及ぼす品種、播種密度、窒素施肥量の影響

調査4. 品種・播種時期・窒素施肥法試験

処理概要：アケボノ、朝日、日本晴の3品種を供試して5月1日と5月25日に乾田直播した。播種密度は30×21cmである。窒素施肥量は10a当り12.6kgに統一して、施肥法について、元肥と追肥に重点施肥（前期重点施肥：乾田期2.8—入水後4.4—追肥1.4—穂肥3.2—出穂期0.8kg/10a）、標準施肥（同、0—4.2—2.8—3.2—2.4）、穂肥以降に重点施肥（後期重点施肥：同、0—2.1—2.8—4.6—3.1）の3水準で実施した。1区4m²で、反復はない。

結果：第2図に示したとおり、朝日は日本晴、アケボノよりも発生率が高く、また3品種とも後期重点施肥で



第2図 茶米発生に及ぼす品種、播種時期、窒素施肥法の影響

は茶米の発生が少なかった。しかし、播種時期間の差異ははっきりしなかった。

調査5. 施肥法、栽培法に関する試験

処理概要：乾田直播栽培では、窒素分施、標準施肥、無窒素（りん酸とカリ肥料は標準量）、及び無肥料区を設けた。また稚苗移植栽培では、元肥に固形肥料を用いる区と粒状の高度化成肥料を用いる区を設けた。供試品種は日本晴で、1区9m²、2反復で実施した。

結果：第3表に示すとおり、稚苗移植栽培で元肥に固形肥料を用いた区では茶米の発生が最も少なく、次いで標準施肥の稚苗移植、乾田直播栽培における窒素分施、無りん酸区が少なかった。無窒素栽培では最も発生が多かった。

第3表 施肥法による茶米の発生程度

施 肥 方 法		茶 米 の 発 生 率
乾田直播	窒素分施	3.7%
	標準施肥	4.2
	無窒素	5.7
	無りん酸	3.7
移植	無肥料	4.2
	元肥固形肥料	2.0
	標準施肥（粒状・高度化成肥料）	3.7

調査6. 収穫時期の影響

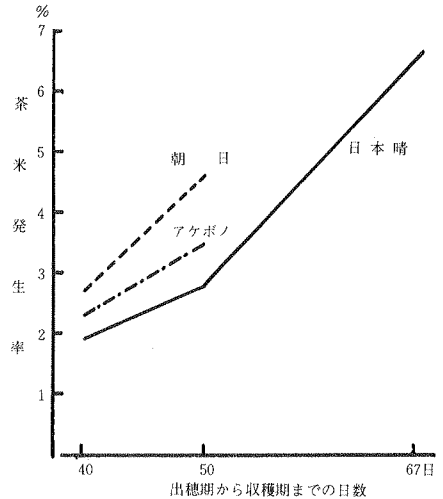
処理概要：朝日他2品種を5月1日、15日、30日の3回乾田直播して、出穂後40、50、67日に収穫した。

結果：第3図にみられるとおり、収穫時期が遅れるほど茶米が多くなった。

調査結果のまとめと考察

収穫時期の調査を除く各試験の耕種の処理の概要と茶米の発生程度、出穂期、出穂期前後7日間（通常の間では出穂始期から終期までほぼ7日間であるため）の気象概況等を第4表に整理した。

各試験（調査）別に茶米発生程度の処理間差異を比較することには別に問題はないが、試験相互間の差異については、収穫時期等が異なるため単純に比較することには



第3図 収穫期が茶米発生に及ぼす影響

は問題がある。しかし、いずれの試験区においても病虫害防除は同じ様に行なわれているし、品種の早晩生別にほぼ同時期の適期に収穫されているので、ほ場間差異を除けば、実際面での比較は可能である。次に出穂期（開花期）ごろの気温、降水量と茶米発生程度との関係を検討してみたが、各調査内においても、また全調査を通しててもその関係は明確ではなかった。従ってここに示した調査結果は相互に比較しても、それほどの誤りはないと考えられる。

このような立場にたつて調査結果を整理してみると次のようになる。

1. 耕種条件と茶米の発生との関係

調査5では乾田直播栽培より移植栽培で茶米が少ないこと、調査1、2での移植栽培は調査3、4、5におけるどの試験よりも茶米が少ないことから、①移植栽培は乾田直播栽培よりも茶米が発生し難いと推定される。また調査1の結果から、②同一ほ場でも場所による差異がある。しかしほ場間差異については十分な検討ができなかった。この他に各調査結果から次のようなことがいえる。すなわち、③収穫時期が遅れるほど茶米が発生しやすい。④密植ほど茶米が発生しやすい。⑤品種間差異がある。⑥無窒素あるいは無肥料条件下では標準施肥条件

第4表 調査結果の概要と出穂期の気象概況

調 査 番 号	ほ 場 区 分	栽 培 法	処 理 の 概 要	区 数	茶 米 発 生 率		出 穂 期	出 穂 期 から 収 穫 ま での 日 数	出 穂 期 の 気 象		
					平 均	区 の 変 異 幅			降 水 量	最 高 気 温	最 低 気 温
1	A	中苗移植	わら施用、耕土培養資材、窒素施肥量、他	16	%	%	月 日	日	mm	℃	℃
2	B	稚苗移植	暗渠、代かき、中干、わら施用、他	16	1.0	0.0~1.8	8.25	44	47.3	36.2	22.7
3	C	乾田直播	品種、窒素施肥量、播種密度	48	1.6	0.0~3.3	8.25	45	47.3	36.2	22.7
4	〃	〃	品種、播種時期、窒素施肥法	18	4.8	1.7~7.8	8.23~9.3	43~51	7.3~60.7	30.7~36.2	16.8~22.7
5	〃	〃	施 肥 法	5	3.5	2.0~5.9	8.18~9.8	48~56	0.4~80.4	〃	13.6~20.4
5	〃	稚苗移植	〃	2	4.4	3.7~5.7	8.22	46	7.3	36.2	20.4
5	〃	〃	〃	2	2.9	2.0~3.7	8.24	46	48.9	36.2	22.7

注 出穂期の気象については、出穂期前後の7日間の降水量、最高気温、最低気温を示す

下よりも茶米が多発する。⑦施肥法により発生程度が異なり、窒素の後期重点施肥と分次施肥回数を増やすことにより発生が少なくなる。⑧生わら施用については、前作の麦作りに施用した稲わらは茶米を減少させるが、稲作りに施用した麦わらについては明確でない。⑨暗渠を設けたり間断灌がいを行なうことにより発生は少なく、逆に、代かきを行なったり、やや時期的に遅いが、強力な中干しを行なうことにより増加する。

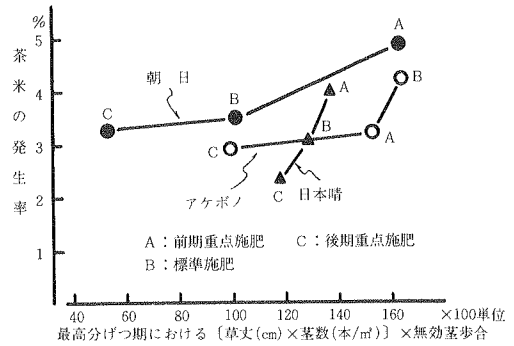
2. ほ場単位面積当りの水稻の生育と茶米発生との関係

このような耕種条件の違いが、なぜ茶米の発生に影響したかについて検討すると次のようになる。

第4表に整理した結果を概観すると、栄養生長が旺盛な場合、あるいは逆に無窒素栽培のように栄養生長が極端に劣る場合、また強力な中干しを行なったためにその後の生育が阻害される場合などに茶米が発生しやすいのではないかと推定される。すなわち、これらの耕種条件が直接茶米の発生に関与するというよりも、これらの耕種条件が水稻の生育に影響を及ぼし、その生育状態によって茶米の発生が左右されたと考えたほうが妥当である。この点について岡村⁹⁾も土質、窒素施肥量の影響を認めており、生育状態が茶米の発生に影響するとしている。

そこで、茶米の発生が多く、しかも変異幅の大きかった調査3と4について、水稻の生育と茶米の発生率との関係を検討した。ここでは、最高分げつ期の生育量を表わすために草丈×茎数を用いたが、この理由は、草丈(cm)×茎数(本/m²)が生育中期まではm²当り乾物重と極めて高い正の相関を示すためである(富久、未発表)。また最高分げつ期から出穂期ごろまでに枯死する茎葉量の程度を表わすために無効茎歩合を用いた。そして、[出穂期ごろまでに枯れた茎葉量単位] = [最高分げつ期の草丈(cm)×茎数(本/m²)] × 無効茎歩合 [最高茎数 - 穂数 / 最高茎数] とした。

その結果、ここに数値は示していないが、各生育時期における地上部乾物重、草丈、草丈×茎数等とは密接な関係が認められず、前述した出穂期ごろまでに枯れた茎



第5図 出穂期ごろまでに枯れた茎葉量と茶米の発生との関係(調査4)

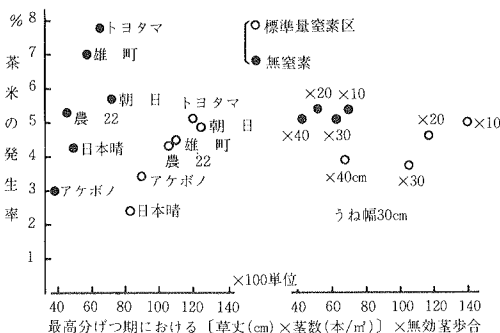
葉量単位が大きいものほど茶米が発生しやすいという傾向が認められた。

第4図から明らかなように茶米発生程度の品種間差異や播種密度による差異は、出穂期ごろまでに枯れた茎葉量単位で説明ができる。また同様に、第5図の品種と窒素施肥法による差異についてみると、いずれの品種も出穂期ごろまでに枯れた茎葉量単位が大きい施肥法のもとで茶米が発生しやすいと説明される。しかし第4図において、無窒素条件下では出穂期ごろまでに枯れた茎葉量単位が小さいのに窒素の標準施肥量条件下よりも発生が多いこと、及び第5図における窒素施肥法に対する反応が品種によって異なることについてははっきりしない。逆にいえば、この窒素の施肥量または施肥法に対する品種の反応の違いが茶米発生に関する品種間差異の一因であるかもしれない。

さらに調査1では、調査結果には示していないが、全区平均でみると、枯れた茎葉量単位が56で、茶米発生率が1.0%であるから、第4図の標準施肥量での相関図によくあてはまるが、調査2では、全区平均で枯れた茎葉量単位が115と計算されるのに対して茶米発生率は1.6%で、相関図からかなりずれる。調査5においても同様に、相関図にあてはまるものもあればはずれるものもある。しかし、収穫時期が遅れるほど茶米が増加することを考えあわせると、いつの生育時期でも、枯死する茎葉量が増加するほど茶米が発生しやすいと考えてもよく、前述の相関図で説明できない部分は出穂後における茎葉の枯死量に関与しているとも考えられる。

3. 水稻個体の生育と茶米発生との関係

それにしても、無窒素条件下ではほ場単位面積当りの生育量そのものが少なく、また出穂期ごろまでに枯れた茎葉量単位もそれほど多くないのに茶米が発生しやすい。このことは、茶米の発生がほ場の単位面積当りの茎葉の枯死量ではなく、一穂当りでみた茎葉の枯死程度または個体の生理活性程度に影響されていると考えられる。開花期における異常高温や低温、降雨との関係がある¹⁾こ



第4図 出穂期ごろまでに枯れた茎葉量と茶米の発生との関係(調査3)

とは否定できないとしても、茶米が寄生菌により生じるものとすれば¹⁾、一穂当りの茎葉の枯死程度が増加するような条件下で、あるいは個体の生理的活性の低下により、はじめて寄生菌の影響が表面に現われて茶米が発生すると推論される。藤井・岡本²⁾は籾の基部における活性低下が茶米を発生する原因であろうと推論しているが、栽培的にみれば、この活性低下を引き起こすような稲個体の生育に問題がある。

1978年産米に茶米が多発したのは、夏季における高温・多照条件が初～中期の生育を促進し、過繁茂あるいはその後の生理機能の低下が下葉枯れや有効茎歩合の低下につながり、茶米の発生を促進したものと推定される。これは山口³⁾が全国各地で行なったアンケート調査の結果から導いた推測とほぼ一致する。

摘 要

茶米の発生を防止することを目的として、1979年に種々の耕種条件下に、主として、乾田直播されている試験区について茶米の発生状況を調査した。また、茶米の発生条件についても若干の考察を行なった。

1. 茶米の発生に及ぼす耕種条件の影響は次に示すとおりである。

- (1) 移植栽培は乾田直播栽培よりも発生し難い。
- (2) 同一ほ場でも場所による差異がある。
- (3) 収穫時期が遅れると多発する。
- (4) 密植ほど発生しやすい。
- (5) 品種間差異があり、トヨタマ、雄町、朝日に発生が多く、アケボノと日本晴に少ない。品種間差異の原因の一つとして窒素肥料に対する反応の差異が考えられた。
- (6) 無窒素、無肥料条件下では標準施肥条件下よりも発生しやすく、また窒素の後期重点施肥により発生が減少する。
- (7) わら施用については、麦作期に施用した生の稲わらは抑制的に作用する傾向があるが、水稻作期に施用した生の麦わらは、ほ場の透水性が良い場合は抑制的に、

逆にほ場の透水性が悪い場合は促進的に作用すると推定される。

(8) 暗渠や間断灌がいは茶米の発生を抑制するが、代かきや、時期的にやや遅い強力な中干しは発生を促進する傾向がある。

2. このような結果を分析してみると、出穂期ごろまでに、ほ場単位面積当りの枯死した茎葉量が多い場合に茶米の発生しやすいことが認められた。しかし、出穂期ごろまでに枯れた茎葉量だけでは茶米の発生程度を説明できない場合もあり、出穂後に枯死した茎葉量あるいはその枯死程度も考慮する必要があると思われた。

3. さらに今後の課題として、個体あるいは一穂当りの生理機能との関係を究明する必要がある。

4. 気象的要因については、出穂期ごろの気象条件も重要であろうが、出穂後についても検討する必要があるものと考えられる。

引用文献

1. 藤井新太郎・岡本康博（1979）岡山県における米変色粒の発生と関与する病原菌、今月の農業、23（8）：25—29
2. 近藤萬太郎・岡村 保（1929）茶米の発生に就きて、日作紀、1（5）：5—13
3. 奈須田和彦（1978）着色米・変質米の種類とその防止対策（1）、農業研究、25：1—5
4. 岡村 保（1940）米穀の品質に関する研究、第三章、茶米に関する研究、大原農業生物研究所特別報告、5：89—139
5. 菅原俊男（1931）鎗米に関する二三の考察、日作紀、3（1）：24—37
6. 戸荻義次（1940）暴風雨による水稻被害に就いて、第三報 暴風雨による水稻被害に関する珪酸の効果、日作紀、12（3）：291—297
7. 山口富夫（1979）変色玄米発生の現状と対応、今月の農業、23（8）：25—29