

米の脂質含量と脂肪酸組成

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	平, 宏和
巻/号	11巻6号
掲載ページ	p. 10-17
発行年月	1988年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



米の脂質含量と脂肪酸組成

平 宏和

1. はじめに

米の成分は、水分を除いて糖質(主としてでん粉)がもっとも多く、ついでタンパク質・脂質・灰分の順となっており、脂質の量は少ない(表1¹⁾)。玄米を精白すると、糖質以外の各成分はいずれも減少し、精白米は玄米に比べタンパク質は8%、脂質は56%も低い値を示す。したがって、米の脂質は栄養上からはあまり重要ではなく、国民栄養調査(昭和60年)²⁾によると、米から摂る熱量は全体の36.6%、タンパク質は18.4%であるのに対し、脂質は4.9%に過ぎない。米の貯蔵・加工よりみた脂質は、脂質の構成脂肪酸であるリノール酸の酸化が古米化など品質の劣化に関与している。一方、玄米の精白工程において8%程度得られる糠は、脂質が20%前後含まれているので油料原料として利用されている。米糠油の世界の生産量は、1984年は約40万tを示し、約10年間に2倍の増加がみられる(表2³⁾)。日本に

表1 米の一般成分組成

(可食部100g当たり)

食 品 名	水 分	タン パク 質	脂 質	炭水化物		灰 分
				糖 質	繊 維	
玄 米	15.5	7.4	3.0	71.8	1.0	1.3
半つき米	15.5	7.1	2.0	73.9	0.6	0.9
七分つき米	15.5	6.9	1.7	74.7	0.4	0.8
精 白 米	15.5	6.8	1.3	75.5	0.3	0.6
米 ぬ か	13.5	13.2	18.3	38.3	7.8	8.9

Hirokadzu TAIRA: Lipid content and fatty acid composition of rice.

表2 米糠油の生産量

(トン)

生 産 国	1975	1984
バングラデシュ	974	1,097
ブラジル	3,800	4,200
ビルマ	6,340	8,400
中国(台湾を含む)	57,000	100,500
インド	21,280	103,320
インドネシア	-	12,750
日 本	98,000	88,000
カンボジア	1,920	2,054
朝鮮民主主義人民共和国	4,320	15,682
韓 国	3,413	5,000
ラオス	1,433	1,843
パキスタン	2,039	2,614
スリランカ	2,281	5,035
タイ	6,860	19,600
ベトナム	10,050	42,000
合 計	219,710	412,093

表3 植物油脂の品目別生産内訳

(単位:1,000トン)

		年次(C.Y)	53	55	57	59	61
国 産	な たら ね し	2	1	0	1	0	
	米 ぬ か	103	102	97	88	86	
	大 豆	0	0	0	-	0	
輸 入	大 豆	598(0)	618(0)	672(38)	707(9)	706(0)	
	な た ね	362(15)	413(8)	503(19)	542(23)	613(5)	
	か ら し	2	0	2	0	0	
	綿 実	50(31)	46(32)	54(40)	28(12)	44(30)	
	サフラワー	9(0)	12(3)	10(5)	17(7)	21(8)	
	ご ま	16(0)	18(0)	22(0)	24(0)	26(0)	
	とうもろこし	54	66(0)	74(0)	83(2)	90(0)	
	ひまわり	-	6(6)	16(13)	17(17)	19(19)	
	米 ぬ か	-	1(1)	1(1)	3(3)	9(8)	
	コ ブ ラ	88(29)	78(34)	85(32)	68(21)	74(16)	
パ ー ム	151(149)	163(156)	165(159)	178(169)	217(213)		

注) () 内は製品輸入数量で内数である。

については、なたねの生産がほとんどみられなくなった現在では米糠が唯一の国産植物油資源となっている(表3⁴⁾)。しかしながら、その生産量は年々減少を続け、輸入が増加している。食用油ではその脂肪酸組成が、栄養および利用加工の面より重要となる。とくに必須脂肪酸でもあるリノール酸は、栄養上からは血中コレステロールを低下させる作用があり、一方、利用加工上からは比較的酸化を受けやすく製品の劣化をまねくことによりその量が問題となる。

これらのことより、米および米糠の脂質含量および脂肪酸組成とその変動要因を知っておくことは米の育種・栽培・利用の面から必要と考えるが、とくに変動要因についてはほとんど究明されていなかった。筆者らは玄米を中心に脂質含量と脂肪酸組成の変動要因について検討してきたので、それらの結果をまとめてみることにする。

2. イネの分類と脂肪酸組成

イネは品種群をインド型と日本型に分類することが知られているが、さらに両型の中間型としてジャワ型が提案されている^{5,6)}。また、中川原⁷⁾はアイソザイム分析によりインド型を中国型とインド型に分け、インド型・中国型・ジャワ型および日本型の4型に分類している。この分類による4型に属するうち各15品種玄米の脂肪酸含量の平均値を、表4⁸⁾に示した。

その組成は、オレイン酸が40.5%(日本型)~44.8%(ジャワ型)と最も多く、ついでリノール酸が30.4%(インド型)~36.3%(日本型)、パルミチン酸が15.2%(ジャワ型)~19.6%(インド型)となっている。型間の含量の有意差はミリスチン酸を除いた各脂肪酸にみられるが、パルミチン酸は各型間

表4 イネの分類とうるち玄米の脂肪酸組成(15品種平均値)

脂 肪 酸	インド型	中国型	ジャワ型	日本型
ミリスチン酸	0.2	0.3	0.2	0.2
パルミチン酸	19.6	18.3	15.2	16.8
パルミトレイン酸	0.2	0.2	0.2	0.2
ステアリン酸	2.0	2.0	1.7	1.8
オレイン酸	44.0	44.5	44.8	40.5
リノール酸	30.4	30.7	34.4	36.3
リノレン酸	1.3	1.6	1.2	1.5
アラキジン酸	0.8	0.8	0.6	0.8
エイコセン酸	0.5	0.6	0.6	0.7
ベヘン酸	0.4	0.4	0.4	0.4
リグノセリン酸	0.7	0.7	0.7	0.9

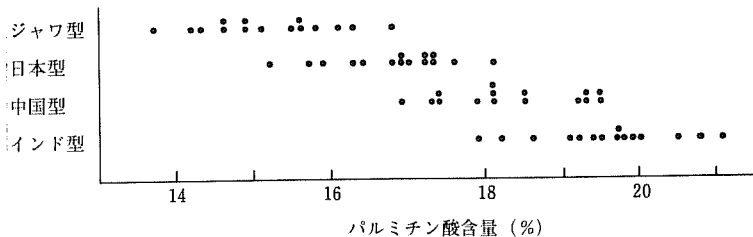


図1 インド型・中国型・ジャワ型および日本型うるち品種玄米のパルミチン酸含量

に差が認められる。また、オレイン酸は日本型と他の3型間に、リノール酸はインド型と中国型間を除いた各型間に、それぞれ有意差が認められる。パルミチン酸含量について各型の分析をみると(図1)、ジャワ型とインド型間は完全に分かれるが、日本型では他の3型に重なる品種がある。

穀類の脂肪酸組成における脂肪酸含量相互間の関係について、その主要脂肪酸であるオレイン酸とリノール酸の間に高い負相関を示すことが米^{9,10}、ヒエ¹¹、アワ^{12,13}、トウジンビエ¹⁴、モロコシ¹⁵、ハトムギ¹⁶、トウモロコシ¹⁷ およびソバ¹⁸ などにおいて知られている。イネの各型の両脂肪酸の関係は、インド型： -0.836^{**} ；中国型： -0.939^{**} ；ジャワ型： -0.960^{**} ；日本型： -0.985^{**} とそれぞれ高い負相関が認められた。これら両脂肪酸の散布図を図2に示し

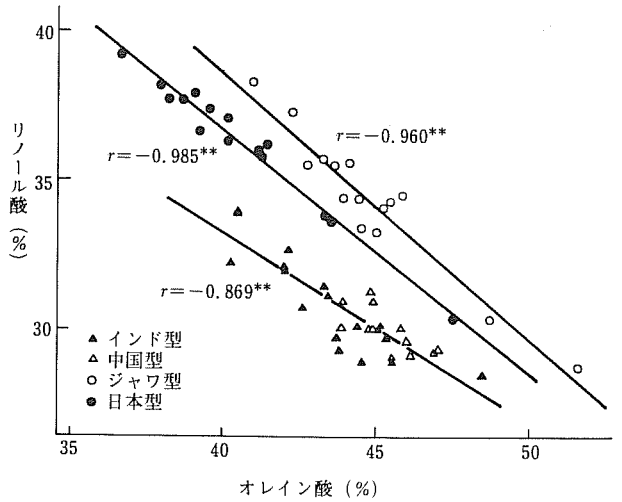


図2 インド型・中国型・ジャワ型および日本型うるち品種玄米のオレイン酸とリノール酸含量の関係

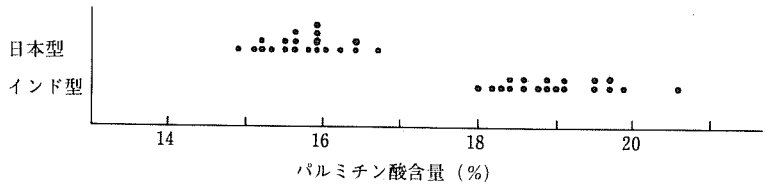


図3 台湾の日本型およびインド型うるち品種玄米のパルミチン酸含量

たが、回帰直線よりみるとインド型と中国型に分けることはむづかしいが、インド型+中国型、日本型、ジャワ型の3群に分けることができる。以上これらの結果は、米の脂肪酸組成はイネの分類と関係のあることを示している。なお、イネの分類ではインド型と日本型の中間型がジャワ型といわれるが、脂肪酸組成では日本型がインド型とジャワ型の中間型に相当する。

3. 外国品種の脂肪酸組成

外国品種として、台湾・韓国および米国品種の脂肪酸組成を検討してみた。台湾ではインド型と日本型品種が栽培されている。台湾で栽培された両型うるち各20品種玄米についてみると、パルミチン酸、ステアリン酸、リノール酸、アラキジン酸、エイコ

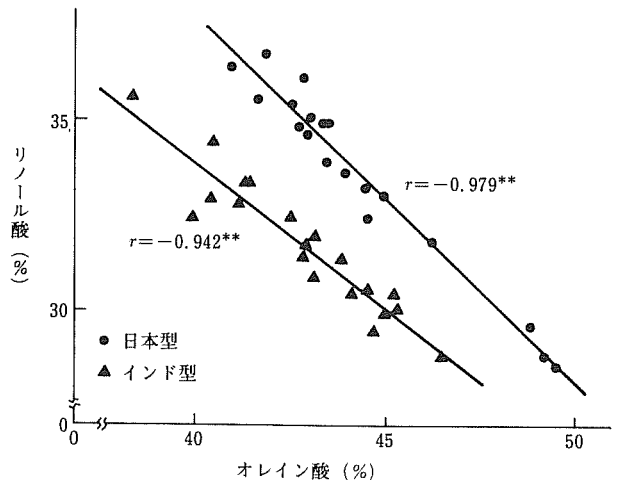


図4 台湾の日本型およびインド型うるち品種玄米のオレイン酸とリノール酸含量の関係

セン酸およびリグノセリン酸に型間の有意差が認められた¹⁹⁾。パルミチン酸含量の分布図をみると両型に完全に分かれ(図3)、オレイン酸とリノール酸含量の関係においても、高い負相関を示すとともに回帰直線からも両型に分かれる(図4)。なお、これと同品種の糠と精白米の脂肪酸組成を検討したが、玄米と同様の結果が得られている²⁰⁾。

韓国においては、従来の日本型品種のほか、多収系品種とよばれる日印交雑型品種が1965年にはじめて育成され、現在では全栽培面積の約25%がこの品種で占められている。これら品種の脂肪酸組成の報告はみられないので、韓国で栽培されたうるち玄米

として日本型：15品種と日印交雑型：14品種を検討してみた²¹⁾。両型間においては、リノレン酸、ベヘン酸およびリグノセリン酸を除いた各脂肪酸含量に有意差が認められた。パルミチン酸含量の分布図を図5に、オレイン酸とリノール酸含量の関係を図6に示したが、日印交雑型品種は明らかにインド型の組成を示している。したがって、現在の日印交雑型品種の脂肪酸組成は、インド型母本品種の影響をうけているものといえる。

米国の品種は、実用的には短粒、中粒および長粒種に分類されるが、カリフォルニアの短粒および中粒種は日本型であり、南部の中粒および長粒種はイ

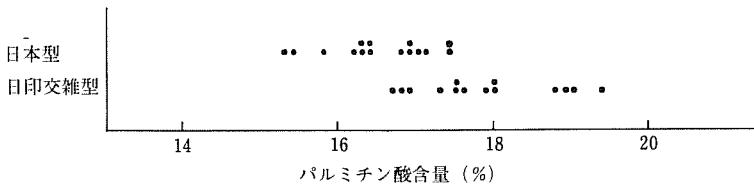


図5 韓国の日本型および日印交雑型うるち品種玄米のパルミチン酸含量

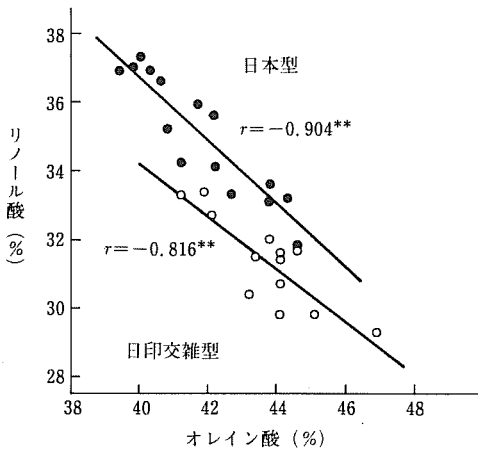


図6 韓国の日本型および日印交雑型うるち品種玄米のオレイン酸とリノール酸含量の関係

ンド型あるいは日印交雑型といわれている²²⁾。一方、さきの中川原の分類⁷⁾によると、インド型といわれる品種はジャワ型に属する。日本で栽培された米国のうるち玄米として長粒種：14品種、中粒種：10品種、短粒種：2品種、もち玄米として短粒種：2品種について検討を加えてみた²³⁾。その結果では、うるち品種において長粒、中粒および短粒種間の有意差は、長粒と短粒種間のアラキジン酸とベヘン酸を除いて、いずれも認められなかった。パルミチン酸含量の分布図(図7)およびオレイン酸およびリノール酸含量間の分散図(図8)よりみると、うるち品種においてインド型あるいは日印交雑型と思われる品種はみられない。したがって、米国のうるち品種の脂肪酸組成は、日本型がジャワ型の影響をうけているものと推定される。しかしながら、日本型とジャワ型の脂肪酸組成は比較的類似していることもあって、これら品種を両型に分けるには至らなかった。

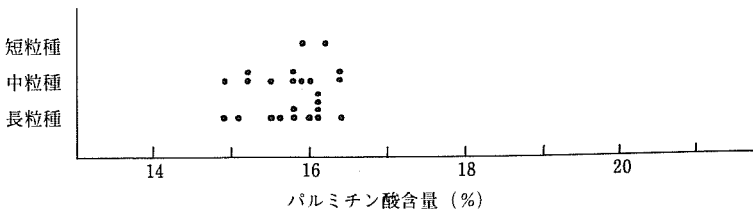


図7 米国の短粒・中粒および長粒うるち品種玄米のパルミチン酸含量

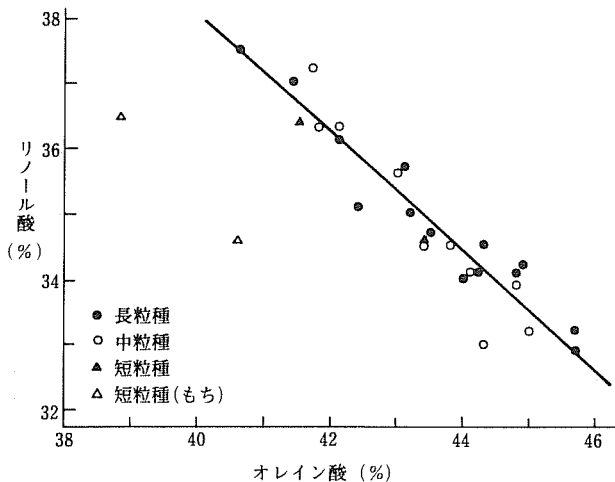


図8 米国の短粒・中粒および長粒うるちおよびもち品種玄米のオレイン酸とリノール酸含量の関係

なお、図8で短粒種のもち2品種はうるち品種の回帰直線と離れているが、この違いはつぎに述べる。

4. もち種の脂質含量と脂肪酸組成

玄米の脂質含量および脂肪酸組成を検討してみると、もち品種はうるち品種に比べ脂質含量が、脂肪酸組成ではミリスチン酸およびパルミチン酸含量が高いことが、水稲²⁴⁾および水陸交配種²⁵⁾に認められる。

さらに、これらを確めるために水稲うるち品種

(ニホンマサリ)にガンマ線照射あるいはエチレンイミン浸漬処理を行って育成された突然変異体のもち11系統およびうるち3系統の玄米とその精白米について検討を加えた²⁶⁾。その結果を、原品種の値とともに表5に示した。脂質についてみると、うるち原品種および突然変異系統に比べもち突然変異系統は、玄米および精白米ともに高含量を示し、精白米の方がその増加割合が大きい。脂肪酸組成においては、うるち原品種および突然変異系統に比べもち突然変異系統は、玄米および精白米ともにミリスチン酸、パルミチン酸およびステアリン酸含量が高く、オレイン酸含量が低い。うるち原品種および突然変異系統に対するもち突然変異系統のそれら脂肪酸含量の増減は、精白米の方が大きい。これらの結果により

もちとうるち種の脂質含量と脂肪酸組成の違いが明らかとなったが、さきの米国短粒種のもち2品種の図8における違いもこのような理由により説明がつく。

5. 栽培環境と脂質含量および脂肪酸組成

米の脂質含量および脂肪酸組成の変動として、品種間さらに同一品種における違いがあげられる。種子の脂肪酸組成の環境による変動要因としては、一

表5 ガンマ線照射および薬品処理によるうるち品種(ニホンマサリ)からの11もちおよび3うるち突然変異系統の玄米および精白米の脂質含量および脂肪酸組成(平均値)

	玄 米			精 白 米		
	もち突然変異系統	うるち突然変異系統	原うるち品種	もち突然変異系統	うるち突然変異系統	原うるち品種
脂 質 (%)*						
脂肪酸 (%)**	3.3	2.8	2.7	1.5	0.8	0.7
ミリスチン酸	0.4	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3
パルミチン酸	19.8	17.3	17.7	22.1	17.9	18.4
パルミトレン酸	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
ステアリン酸	2.4	2.0	2.0	2.8	2.2	2.1
オレイン酸	38.1	40.7	40.8	34.8	39.0	38.5
リノール酸	36.6	37.0	36.8	37.2	38.0	38.0
リノレン酸	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.6
アラキジン酸	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

注) *乾物中, **全脂肪酸中

表6 早期・普通期および晩期栽培玄米よりえられた糠および精白米の脂質含量および脂肪酸組成

	糠			精白米		
	早期栽培	普通期栽培	晩期栽培	早期栽培	普通期栽培	晩期栽培
脂質	乾物中%					
フジヒカリ	20.8	19.8	19.7	1.1	1.0	0.6
カツラワセ	20.4	19.0	18.6	1.0	1.0	0.6
レイメイ	19.0	18.6	18.1	1.0	0.8	0.8
ハウネンワセ	21.6	21.3	21.1	0.9	0.8	0.8
中国64号	22.7	22.3	21.5	0.9	0.8	0.8
コシヒカリ	21.2	21.3	19.9	0.9	0.7	0.5
平均	21.0	20.4	19.8	1.0	0.9	0.7
オレイン酸	全脂肪酸中重量%					
フジヒカリ	39.7	38.9	36.9	39.5	38.1	34.8
カツラワセ	41.1	42.0	38.8	41.4	40.6	35.6
レイメイ	42.3	42.5	40.4	40.6	38.5	34.6
ハウネンワセ	39.8	39.4	39.1	40.5	40.2	35.0
中国64号	41.1	39.7	38.0	40.9	38.4	34.7
コシヒカリ	41.0	38.9	37.0	37.0	36.4	34.4
平均	40.8	40.2	38.4	40.0	38.7	34.9
リノール酸						
フジヒカリ	37.7	38.4	40.9	37.4	38.1	41.9
カツラワセ	36.4	36.2	39.7	36.0	36.5	40.8
レイメイ	35.4	35.8	38.5	35.2	37.3	41.4
ハウネンワセ	38.0	38.2	39.1	37.7	36.9	41.2
中国64号	36.8	37.8	39.9	34.8	35.9	38.4
コシヒカリ	37.1	38.8	40.8	35.1	36.5	38.7
平均	36.90	37.5	39.8	36.0	36.9	40.4

表7 玄米・精白米および糠の脂肪酸含量と登熟期の日平均気温の関係(n=18)

	脂質	ミリスチン酸	パルミチン酸	パルミトリン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リノレン酸	アラキジン酸
玄米	0.608**	0.700**	-0.285	0.914**	0.712**	0.829**	-0.849**	-0.830**	0.760**
精白米	0.729**	0.859**	-0.425	0.683**	0.432	0.875**	-0.774**	-0.688**	0.065
糠	0.230	0.560*	-0.052	0.618**	0.765**	0.605**	-0.747**	-0.720**	0.708**

注) *有意水準：5%，**有意水準：1%

般には登熟気温の影響が知られている。したがって、品種の早晚性、また同一品種にあっては栽培時期における登熟気温の違いによる脂肪酸組成の変動が予想される。

登熟気温の影響をみるために、水稻うち6品種について、早期・普通期および晩期栽培を行い、得られた玄米の脂質含量および脂肪酸組成を検討した¹⁰⁾。その結果、脂質含量とパルミチン酸を除いた各脂肪酸含量に栽培時期の影響がみられた。さらに、それら試料を糠と精白米に分けて検討したところでは、玄米と同様の傾向が認められた²⁷⁾。糠と精白米の脂質含量およびオレイン酸とリノール酸含量を表6に示したが、栽培時期の早いほど脂質およびオレイン酸は高含量であり、リノール酸は低含量となる。晩期栽培では、糠と精白米ともにオレイン酸よりリノール酸含量が高くなり、とくに精白米における両脂肪酸含量の違いが大きい。これら玄米・精白米および糠の脂質および脂肪酸含量と登熟期の日平均気温との関係を見ると(表7)、糠の脂質含量と各試料のパルミチン酸含量を除いて、すべてに有意の相関がみられ、脂質では正相関が、主要な脂肪酸ではオレイン酸の正相関とリノール酸の負相関が認められる。

また、水稻うち同一24品種を2年度にわたり栽培し得られた玄米の脂質含量および脂肪酸組成を調べたが、年度差がみられ、登熟気温の影響が観察された⁹⁾。ここで用いた晩生種の中にはリノール酸がオレイン酸より高含量のものがみられ、早晚性との関係も登熟気温の影響が大きいことを示している。なお、これら栽培時期および栽培年の結果よりオレイン酸とリノール酸含量が同量となる登熟期の日平均気温を計算すると20~22°C附近になり⁹⁾、¹⁰⁾、それより気温が高いとオレイン酸が、低いとリノール酸が日本型玄米のもっとも含量の多い脂肪酸となる。

6. おわりに

米の脂質含量および脂肪酸組成について、その変動要因をみてきたが、脂質含量については登熟気温に大きく影響され、脂肪酸組成については、まずイネの分類による型と品種、もち・うるちに支配され、栽培条件としての登熟気温に大きく影響され変動する。イネの分類との関係では、オレイン酸が同量の場合には、リノール酸含量はジャワ型>日本型>インド型(中川原の分類⁷⁾の中国型を含む)となる。したがって、米の保存性では、インド型が優ってい

ることが示唆される。米糠油ではリノール酸含量よりみると、栄養評価は日本型およびジャワ型が好ましく、わが国の晩生種を原料としたものが優れていることになるが、一方、加工利用上の品質劣化の間からはその逆となる。最近、米の新規用途拡大の1つとして高脂質米の育種が上げられているが、食品加工用米糠油を目途とした場合には、以上のことよりインド型の導入と早生種の育成が望ましいものといえよう。

(食品総合研究所 規格鑑定研究室長)

引用文献

- 1) 科学技術庁資源調査所編：四訂日本食品標準成分表，大蔵省印刷局(1982)。
- 2) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編：昭和62年版国民栄養の現状・昭和60年国民栄養調査成績，第一出版(1987)。
- 3) Juliano, B.O.; Bran. in Rice: Chemistry and Technology. 2nd ed. B.O. Juliano, ed. Am. Assoc. Cereal Chem., Inc., St. Paul, MN. p. 664 (1985)。
- 4) 農林水産省食品油脂課：我が国の油脂事情。p. 65 (1987)。
- 5) Morinaga, T.: Jpn. J. Breed. 4, 1 (1954)。
- 6) Chang, T.T.: Euphytica 25, 425 (1976)。
- 7) Nakagahra, M.: Trop. Agric. Res. No. 11, 77 (1978)。
- 8) Taira, H., Nakagahra, M. and Nagamine, T.: J. Agric. Food Chem. 36, 45 (1988)。
- 9) 平 宏和・平 春枝・前重道雅：日作紀48, 220 (1979)。
- 10) 平 宏和・平 春枝・藤井啓史：日作紀48, 371 (1979)。
- 11) 平 宏和：食総研報 No. 43, 54 (1983)。
- 12) Taira, H.: J. Agric. Food Chem. 32, 369 (1984)。
- 13) 平 宏和・香川邦雄・小原哲二郎：食総研報 No. 49, 60 (1986)。
- 14) Jellum, M.D. and Powell, J.B.: Agron. J. 63, 29 (1971)。
- 15) 平 宏和：食総研報 No. 45, 42 (1984)。
- 16) 平 宏和・金子幸司・原城 隆・山崎信蔵・石丸治澄：食総研報 No. 46, 87 (1985)。
- 17) Jellum, M.D.: Cereal Chem. 47, 549(1970)。

- 18) Taira, H., Akimoto, I., Miyahara, T.: J. Agric. Food Chem. **34**, 14 (1986).
- 19) Taira, H. and Chang, W.-L.: J. Agric. Food Chem. **34**, 542 (1986).
- 20) Taira, H.: J. Am. Oil Chem. Soc. (投稿中).
- 21) 平 宏和・李 秉英: 日食工誌**35**: 23(1988).
- 22) Leonard, W.H. and Martin, J.H.: Cereal Crops, Macmillan, New York, p. 617 (1967).
- 23) Taira, H. and Itani, T.: J. Agric. Food Chem. (印刷中).
- 24) 平 宏和・平 春枝・石原正敏: 日作紀**50**, 109 (1981).
- 25) 平 宏和・平 春枝・石原正敏: 食総研報 **No. 40**, 26 (1982).
- 26) 平 宏和・平岩 進: 日作紀**51**, 159 (1982).
- 27) 平 宏和・平 春枝・藤井啓史: 日作紀**49**, 559 (1980).

新 刊

稲と米—品質を巡って

農林水産省農業研究センター 編
A 5 判 206頁 定価1,200円 千300円

昨年出版された、「稲と米—生産から食卓まで—」につづく2冊目の出版です。

その内容は、米の形や大きさから米の澱粉、蛋白質、脂肪にかかわる諸問題、食味、加工さらに香り米にいたるまで、幅広く米の品質を追及した良著です。

広く農業に関心を持たれる方々、農業経営者から消費者まで幅広い層の方々に、今後の「稲と米」を考える上で極めて有益と思いますので、広く活用されるようお奨めいたします。

〔主な内容〕米の粒形・粒大 (岡山大学農業生物研究所助教授 武田和義), 香り米 (農業研究センター・プロジェクト研究第4チーム長 横尾政雄), 米澱粉の変異と遺伝 (農業生物資源研究所植物探索導入研究チーム長 中川原捷洋), 米澱粉の化学 (大阪市立大学教授 不波英次), 米のタンパク質・脂質 (食品総合研究所規格鑑定研究室長 平宏和), 米の食味 ((財)日本穀物検定協会中央研究所長 竹生新治郎), 米飯加工—冷飯加工— (味の素冷凍食品(株)技術部長 近藤正), 米加工—レトルト米飯— (農業研究センター・プロジェクト研究第4チーム)

発行所

社団法人 農林水産技術情報協会

〒103 東京都中央区日本橋兜町15-6 (製粉会館内)
電話 03 (667) 8931(代) 振替 東京 1-71476