

北部九州産米の食味に関する研究(4)

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者名	松江,勇次 原田,皓二 吉田,智彦
発行元	日本作物學會
巻/号	61巻4号
掲載ページ	p. 545-550
発行年月	1992年12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



北部九州産米の食味に関する研究

第4報 品種および産地での食味の安定性

松江 勇次・原田 皓二・吉田 智彦*

(福岡県農業総合試験場・*九州大学農学部)

1991年7月30日受理

要旨 : 福岡県内で行われた水稲奨励品種決定調査での食味試験データを用い、品種や産地の安定性の評価を行った。7年間に供試された9品種の食味の値から計算した分散に、Finlay・Wilkinsonの方法によって求めた回帰係数を補正して食味の安定性を各品種について評価すると、品種によって安定性が異なり、食味が良く安定性の高い品種、食味は良いが安定性が低い品種、食味は劣るが安定性の高い品種、食味は劣り安定性も低い品種の4とおりに分類できた。次に10カ所の産地で3か年に供試された5品種の食味から計算した分散と回帰係数とで産地の安定性について評価したところ、産地間にも差が認められ、食味が良く安定性のある地域と食味が低く安定性の低い産地などに分類できた。このように奨励品種決定調査の食味試験データの統計的解析により、食味からみた品種、および県内各産地の安定性を量的に評価することが可能であった。
キーワード : 米, 産地, 奨励品種決定調査, 食味の安定性, 食味の適応性, 品種, 回帰分析。

Studies on Palatability of Rice in Northern Kyushu IV. Stability of palatability in rice varieties and cropping locations : Yuji MATSUE, Kouji HARADA and Tomohiko YOSHIDA* (*Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818*; **Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812, Japan*)

Abstract : The stability of rice varieties as regards palatability values was studied by analysis of variance and Finlay-Wilkinson's method, using 9 varieties grown in Northern Kyushu. Variance between years for each variety was computed as a measure of stability. A regression coefficient in Finlay-Wilkinson's method was also computed. Judging by the variance and the regression coefficient and the mean values, the varieties tested could be divided into four groups, i.e., varieties with high and stable, with high and instable, low and stable, and low and instable values of palatability. In a similar manner, the stability of locations was also evaluated. The 10 locations examined were divided into high and low stability groups. No clear relationship between soil types and the stability of locations was found.

Key words : Finlay-Wilkinson's method, Location, Palatability, Performance tests for recommended varieties, Rice, Stability, Variety.

良食味の水稲奨励品種の選定および普及の方策を検討するためには、対象とされる品種の食味が種々の環境条件下でどのように反応するかを明らかにする必要がある。米の食味は品種によって影響される部分が大きく^{3,10,12)}、それに比べると環境条件による変動は小さい。しかし、近年は食味に対する要望が非常に高度であり、同一品種の食味の変動も奨励品種決定条件における重要な要素となっている。そして高い食味の値を、広い栽培条件下で安定して発揮する品種が望まれる。これまで収量、外観品質の点から品種の安定性を検討した報告^{6,9,15,16)}はあるが、食味の安定性の品種間差を解析したものは見当たらない。また、産地により食味の平均値に差があることは知られているが^{1,7,8)}、産地内での食味の変動を産地間で比較した報告も見当たらない。

本報告では、まず反復付きの試験から得た食味の値の誤差を評価し、次に福岡県での奨励品種決定調査試験での食味データから、いくつかの供試品種についてその年次間分散を品種ごとに求めて、その分

散の大小により安定性の比較を行うとともに、Finlay・Wilkinsonの解析²⁾をも行った。また、試験の実施された場所(以後産地と称す)での変動について同様に解析し、品種および産地が食味の平均値と安定性にもとづいて類別できることを明らかにした。

材料と方法

1. 食味の値の誤差

福岡県農業総合試験場内(筑紫野市)の砂壤土水田で1989年に標準栽培したコシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ、黄金晴、中部68号、ヒノヒカリ、ミナミニシキ、チクゴニシキ、ユメヒカリの9品種を供試材料とした。食味試験は1990年2月5~6日に炊飯について同一の材料を13名のパネル員(試験場職員)が3回行った。1日目は午前11時半からと午後3時から、2日目は午前11時半から行った。基準品種を含めて10点の試料を一つの皿に盛りつけ、日本晴を基準品種とし、-3(かなり不良)~+3(か

なり良い)の7段階で相対評価をした。くり返しごとに無作意に試料を割り付けた。その他の試料調製や食味試験の方法は既報⁹⁾に記した。得られた値について分散分析を行い、食味試験での誤差を評価した。

2. 品種の安定性

福岡県農業総合試験場で1983~1989年に標準栽培された9品種(第1表)を検討対象とした。食味試験は1983~1988年にはパネル員24人、1回4点で上記の方式に準じて毎年行った。基準品種は日本晴とした。各年での食味試験の反復は行わなかった。

本報では年次を環境変動の要因とし、各品種ごとに年次間の分散を計算し、品種間の分散の大きさを比較した。分散の均一性の検定はBartlettの方法によった¹³⁾。分散の小さいものは安定性が高いとした。

また、Finlay・Wilkinsonが作物品種の環境への適応性(Adaptability)を量的に評価することを目的として開発した回帰分析をも行った。この方法では、各環境ごとの全品種の平均値に対する各品種の値の回帰係数を求め、それらを各品種の安定性の尺度としている。回帰係数が1のときは平均安定性(原著ではaverage stabilityとしており、訳は菊池⁴⁾による)で、しかも平均値が高ければすべての環境によく適応していることを示す。回帰係数が1より大きいものは平均安定性より安定性が低く、好適環境に特に適応することを、回帰係数が1より小さいものは平均安定性より安定性が高く、不良環境に特に適応していることを示す。Finlay・Wilkinsonが解析したオオムギの収量の例では、平均収量が高いものは回帰係数が1に近いものが多く、1より離れたものでは低収の場合が多いが、回帰係数が1より小さく、しかも平均値が高いものがあれば、それは“高位安定”といえ、望ましい品種の型である。本論文の分散分析では、品種と年次の交互作用を回帰による平方和とその残差に分割し、残差項を誤差としてF検定をした。

3. 産地の安定性

第2表の10産地を検定の対象とした。1988年にヒノヒカリ、碧風、1989年にヒノヒカリ、キヌヒカリ、1990年にヒノヒカリ、日本晴、中部68号を各地の標準的な方法で栽培した。各産地ごとにこの3か年、5品種(延べ7点)の食味の値の分散を計算し、分散の小さい産地は安定しているとして産地間の比較を行った。つまり各年次においていろいろな品種に対して示す反応によって産地の安定性をみようとした。

第1表 安定性を検定した品種一覧。

番号	品種名	熟期
1	コシヒカリ	極早生
2	ミネアサヒ	極早生
3	黄金晴	早生
4	碧風	中生
5	ツクシホマレ	中生
6	ニシホマレ	中生
7	レイホウ	晩生
8	ミナミニシキ	晩生
9	チクゴニシキ	晩生

第2表 安定性を検定した産地一覧。

番号	産地
1	農業総合試験場農産研究所(筑紫野市)
2	同 豊前分場(行橋市)
3	同 筑後分場(大木町)
4	現地試験場所で中山間地の豊前市
5	同 平坦肥沃地の大川市
6	同 一般平坦地の嘉穂町
7	同 海岸地の前原町
8	同 一般平坦地の久留米市
9	同 一般平坦地の朝倉町
10	同 一般平坦地の吉井町

した。

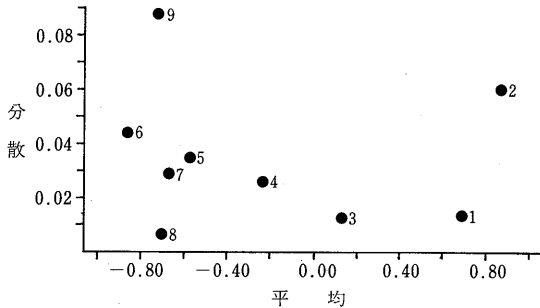
次に品種の適応性を求めた場合と同様な方法で産地についての回帰分析を行った^{註1)、14)}。Finlay・Wilkinsonの回帰モデルの品種と環境を転置したようなモデルで、全環境の平均値に対する各環境の回帰係数を計算した。回帰係数が1より大きい環境では、高収品種の成績はますます高収になることを、1より小さい環境では高収品種と低収品種の差が狭まることを示す。本論文の回帰分析では、ある年次・品種の全産地での平均値に対する各産地の回帰係数を計算した。回帰係数が1より小さいときはその産地の安定性は高いとした。

結 果

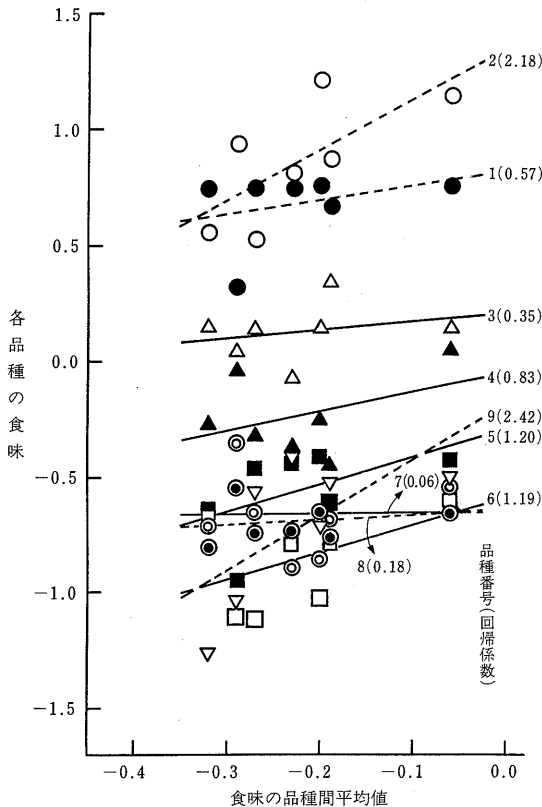
1. 食味の値の誤差

品種についての食味の平均値は0.80から-0.87までの幅があった。第3表に9品種を13名が3回反復で評価したときの結果の分散分析を示す。反復間の分散は小さかった。品種間、パネル員間、それら

注1) 鶴飼保雄 1966. 生殖質の特性の変動に関する研究。『生殖質の保存と利用に関する研究』。IBP/UM シンポジウム資料。p 283-302。



第1図 食味の年次間の平均値と分散の関係（品種間の比較）
品種の番号は第1表を参照。



第2図 食味の品種間平均値と各品種の食味との関係。
●:品種1, ○:2, △:3, ▲:4, ■:5, □:6, ◎:7, ●:8, ▽:9. 品種の番号は第1表を参照。

の交互作用共に有意差が認められたが、品種間のF値は大きく、品種間差の評価は比較的精度高く行われたことを示している。品種についての平均値の最小有意差（5%水準）は0.52であった。

2. 品種の安定性

第3表 反復付き食味試験の分散分析。

要因	DF	SS	MS	F
反復	2	0.1	0.03	
処理	116	233.6	2.01	
品種	8	111.2	13.91	30.46**
パネル員	12	43.7	3.64	7.97**
品種×パネル員	96	78.7	0.82	1.80**
誤差	232	105.9	0.46	
全体	350	339.6		

** : 1%水準で有意。

第4表 回帰の品種間差についての分散分析。

要因	DF	SS	MS	F
全体	62	25.50		
年次	6	0.38	0.0634	1.62
品種	8	23.31	2.9131	74.1**
交互作用	48	1.81	0.0377	
回帰の品種間差	8	0.24	0.0299	
残差	40	1.57	0.0393	

** : 1%水準で有意。

第5表 回帰の産地間差についての分散分析。

要因	DF	SS	MS	F
全体	69	20.13		
品種・年次	6	12.83	2.139	29.7**
産地	9	2.72	0.302	4.20**
交互作用	54	4.57	0.085	1.18
回帰の産地間差	9	1.33	0.148	2.06+
残差	45	3.24	0.072	

** , + : 1%, 5-10%水準で有意。

第1図に9品種について、食味の年次間の平均値と分散の関係を示した。平均値の最も高いのは品種2の0.87、低いのは品種6の-0.86であった。分散の最大は品種9の0.0870、最低は品種8の0.00651であった。分散の均一性を検定すると、 $\chi^2 = 13.52$ (Bartlettによる補正済み¹³⁾の値、自由度8)となった。この χ^2 値の上側確率は0.05~0.10であり、分散が品種間で異なっていることを示唆した。品種1と2は共に平均値は高いが分散は異なり、品種1のほうが安定性が高かった。品種3の食味は中庸で比較的安定性が高く、品種8は食味は劣り安定性が高く、品種9は食味は劣りしかも安定性も低かった。

第4表に回帰の品種間差についての分散分析結果を示した。回帰の品種間差の分散は小さく、回帰分析をする根拠がなくなったが、参考までに全品種の

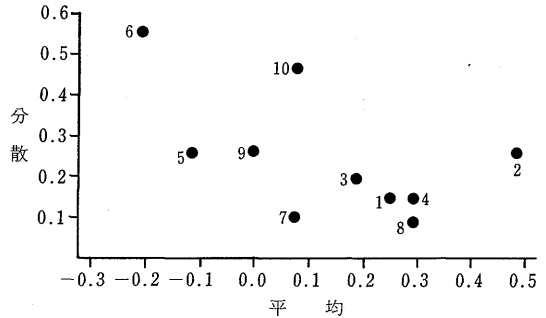
平均値と各品種の値の関係を第2図に示した。横軸の食味の平均値は、-0.06(良好年の1987年)から-0.32(不良年の1989年)までの幅が認められた。品種2と9の回帰係数は2.18と2.42で1よりかなり大きく、一方品種1, 3, 8は0.57, 0.35, 0.18と1より小さかった。これらの回帰係数と第1図での分散の大小の傾向はほぼ一致していた。

ここで品種1は1983年(平均値で-0.29の年)の食味が例外的に低下していたが、他はどの年次でもほぼ一定で安定しており、回帰係数が1よりかなり小さく、平均値は高く、高位安定の品種であった。

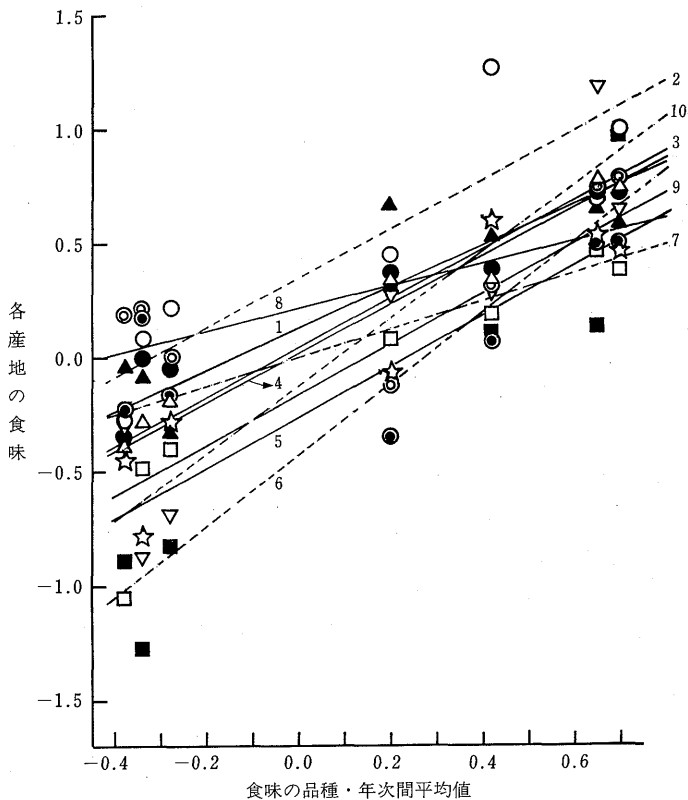
よって第1, 2図の結果から各品種の食味の平均値と安定性について次のように分類できた。品種1は良食味で年次間で安定している。品種2は良食味だが安定性が低く条件によっては高い食味を發揮するが、条件が悪いと食味の低下をきたす。品種3, 4は食味は中位で安定している。品種8は食味は劣り安定している。品種9は食味が不良でかつ安定性が低い。

3. 産地の安定性

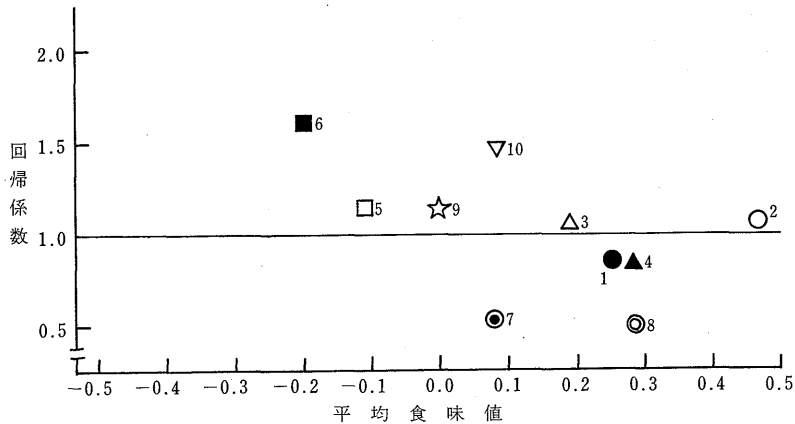
第3図に10産地について、食味の年次間の平均値と分散の関係を示した。平均値の最も高いのは産地2の0.48, 低いのは産地6の-0.20であった。分散の最大は産地6の0.556, 最低は産地8の0.0912で、産地間で分散の大きさは5倍以上異なっていた。



第3図 食味の品種・年次間の平均値と分散の関係 (産地間の比較)。産地の番号は第2表を参照。



第4図 食味の品種・年次間平均値と各産地の食味との関係。
●:産地1, ○:2, △:3, ▲:4, □:5, ■:6, ●:7, ◎:8, ☆:9, ▽:10。産地の番号は第2表を参照。



第5図 各産地の平均食味値と第4図から求めた回帰係数との関係。
記号は第4図と同じ。

ただし分散の均一性検定によると、 $\chi^2=9.17$ (補正済み, 自由度9) で、この χ^2 値の上側確率は0.25~0.50で、均一性を棄却はできなかった。第3図を概観すると、産地6と10は分散が大きく他の産地より安定性が低い傾向であった。産地1, 4, 7, 8は比較的安定性が高い傾向であった。

第5表に回帰の産地間差についての分散分析の結果を示した。回帰のF値は5~10%の水準で有意であり、回帰分析をする根拠のあることを示唆したので、全産地の平均値と各産地の値の関係を第4図に、平均値と回帰係数の関係を第5図に示した。平均値は0.66 (1989年のヒノヒカリ) から-0.38 (1988年の碧風) までの幅が認められた。

回帰直線の勾配は産地によって異なっていた。すなわち、産地7, 8では0.51, 0.50と低く、これらの産地では品種や年次の差による食味の変動が小さかった。産地6, 10では1.58, 1.48と高く、食味の変動が大きかった。産地2は1.03と平均的な値を示した。産地1, 4は0.86, 0.81と比較的小さく、産地5, 9は1.12, 1.10とやや大きかった。これらの回帰係数と第3図での分散の大小の傾向はほぼ一致していた。第3, 5図の結果から、各産地の食味の平均値と安定性を概括すると次のように分類できる。産地2では平均値が高く、安定性が中程度である。産地1, 4, 8では平均値が比較的高く、安定性が高い。産地7では平均値は中程度で安定性が高い。産地5, 9では平均値は中程度で安定性がやや低い。産地6では平均値がやや不良で安定性も低い。同じ一般平坦地である産地6, 8, 9, 10間でも回帰係数は高低さまざまであった。

考 察

1. 品種や産地の安定性

第2図や第4表の分散分析から明らかのように、食味の品種間差は年次による環境条件による差よりもかなり大きい。しかし、例えば品種6の食味の平均値は高くとも変動幅は0.66あり、この程度の変動は高度の食味を要求されている現状ではかなりの障害になる。従って食味の安定性を解析することの意味は大きく、奨励品種の選定に当たっては、各品種のこのような食味特性を十分に把握する必要があると考えられる。

環境条件に対する食味の反応は、収量性^{15,16)}の場合と同様に品種によって異なり、食味の安定性に品種間差があることが明らかになった。その要因の一つとしては、米の食味関係成分の変動が考えられ、食味の安定した品種は環境の変化による食味関係成分の変動も小さいと推察される⁵⁾。

食味の平均値や安定性から品種を定量的に分類できた。本解析からは品種1(コシヒカリ)が環境変動に対して安定した良食味を持つ高位安定品種であることが明らかになった。事実コシヒカリは良食味品種として全国作付面積の20%以上を占め、福島県から鹿児島県まで広範囲に作付されている¹¹⁾。今後はこのような食味の高位安定品種を育成していくことが重要である。

産地間にも食味の平均値と安定性とに差があることが明らかになった。安定性が産地によって異なる理由については不明であるが、食味の平均値や安定性が低い産地はその原因を明らかにし、改善するこ

とが今後必要である。本研究により産地の特徴が定量的に評価できたので、食味安定性の点からみた改善を必要とする産地の摘出がより合理的にできるようになったと考える。

2. 解析方法の妥当性について

本報告では年次間の食味の比較を行った。通常の食味試験は基準品種からの偏差で食味の値を測っており、絶対評価の値ではない。従って同一年次内では基準品種を共通にすればすべての値は比較可能であるが、年次が異なる場合は「基準品種の食味の絶対値は年次間で一定である」と仮定するか、「食味とは基準品種からの偏差の値である」と定義する以外に比較は不可能である。食味の絶対評価値を異なる年次間で比較することは困難で、基準品種の食味が一定であるかどうかの実験的証拠は現状では得られていない。本研究では基準に日本晴を用い、日本晴の食味は一定であるとの仮定、またはここで解析したのは日本晴からの偏差の値であるとの定義に基づいて論を進めた。

日本晴は食味試験の基準品種として広く使用されている。また、日本穀物検定協会は食味試験の基準品種に日本晴を採用しており¹⁾、基準品種とした理由として、日本晴が年による米質の変動が少ないことをあげている²⁾。

栽培条件の変化によるコシヒカリの食味の変化は他の品種よりも小さく安定しており、そのときの食味関係成分の変化も小さい³⁾。またコシヒカ리는長年月、しかも極めて広範囲に栽培されており、市場での評価も常に高い。これらのことはコシヒカリの食味の平均値が高いのみでなく、年次間差が小さく安定していることをも強く示唆するものである。本解析でもコシヒカリの安定性は高いとの結果を得ており、これは逆にコシヒカ리를基準品種と考えれば日本晴の食味も年次間で安定していることを示している。

注2) 日本穀物検定協会九州支部米情報室 1991. 米の食味試験の概要について。

引用文献

1. 茶村修吾・本田康那・飯田耕平郎・坪川藤尾 1972. 米の食味と土壌型との関係. 第1報 土壌型とその化学的性質が水稻の生育・食味に及ぼす影響. 日作紀 41: 27—31.
2. Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14: 742—754.
3. 稲津 脩・佐々木忠雄・新井利直 1982. お米の味—その科学と技術—。長内俊一監修, 財団法人北農会, 札幌. 89—92.
4. 菊池文雄 1983. 選抜における遺伝子型と環境の交互作用. 村上寛一監修, 作物育種の理論と方法. 養賢堂, 東京. 30—37.
5. 松江勇次・水田一枝・古野久美・吉田智彦 1991. 北部九州産米の食味に関する研究. 第1報 移植時期, 倒伏の時期が米の食味と理化学的特性に及ぼす影響. 日作紀 60: 490—496.
6. Matuo, T., F. Kikuchi and K. Kumagai 1972. Studies on the adaptability of rice I. Comparative studies on the adaptability of rice varieties tested under different conditions in temperate zone. Jpn. J. Breed. 22: 83—91.
7. 南 松雄・土居晃郎 1971. 北海道産米の品質に関する物理化学的研究. 第1報 米の食味特性値と栽培環境要因との関係. 道農試集 24: 43—55.
8. 水田一枝・松江勇次・大賀康之 1990. 水稲西海 186 号の福岡県における食味について. 日作九支報 57: 8—10.
9. 長峰 司・和田 学 1982. 水稲晩期乾田直播栽培における品種の適応性. 日作紀 51: 190—195.
10. 農林省食糧研究所 1963. 米の品質と貯蔵, 利用. 食糧技術普及シリーズ第7号. 29—41.
11. 農林水産省農産園芸局 1989. 水陸稲・麦類奨励品種特性表. 農業技術協会, 東京. 1—262.
12. 執行盛之・小野信一 1991. 温暖地における米食味変動要因の定量的評価法. 九農研 53: 13.
13. スネデカー, G.R. 1966. 統計的方法. 畑村又好・奥野忠一・津村善郎訳. 岩波書店, 東京. 263—265.
14. 鈴木 茂 1975. 環境要因に基づく適応性の評価について. 育種学最近の進歩, 第16集, 啓学出版, 東京. 22—31.
15. 谷藤雄二・梅津敏彦・後藤精三 1982. 水稲早生品種, 系統の環境適応性. 日作東北支部報 25: 47—48.
16. 和田 学 1984. 福岡県における水稲・小麦品種の適応性. 福岡農総試研報 A3: 1—6.
17. 財団法人日本穀物検定協会 1990. 米の食味ランキング (平成元年産), 1—42.