

無施肥田と施肥田における水稲品種の生育反応の比較*

奥村俊勝 ・ 長谷川浩 ・ 竹内史郎**

Differences in the Growth Responses of Rice Varieties which were grown in Fertilized and Non-manured Paddy Fields*

Toshikatsu OKUMURA, Hiroshi HASEGAWA, and Shiro TAKEUCHI **

Synopsis

This experiment was conducted on fertilized paddy field and non-manured paddy field. And the growth responses of rice varieties were compared in relation to their characteristics under both growing conditions. The following results were become evident after this experiment.

- 1). The characters controlled by vegetative growth, such as number of stems, number of heads, weight of straw per a hill, and as well as heading date, were showed considerable variations on both fields.
- 2). The panicle weight type varieties adapted advantageously under the non-manured condition, and the panicle number types did under the manured condition, respectively. "Beniasahi", grown and selected on the non-manured condition every years since 1951, showed more satisfactory adaptability in the non-manured paddy field.
- 3). On non-manured paddy field, it is not necessary to consider the adaptability to heavy fertilizing for selecting of the planting variety.

I 緒 言

施肥栽培における水稲品種の生育反応については、数多くの報告があるが、無施肥栽培における報告例はほとんど見られない。

著者達は、無施肥田における水稲の生育収量を調査する中で、立地条件によって、著しく収量性の高いものや低いものが存在することを認めた¹⁾。その立地条件としては、かんがい水量、水質、土壌などのほかに、栽培条件が考えられ、とくにその中で、栽培される品種は大きい要因と考えられる。

本報告は、過去26年間にわたって無施肥田で栽培されて来た品種ベニアサヒと、多量施肥を前提とする代表的な数品種を供試して、無施肥田と施肥田に

における水稲品種の生育反応と品種特性との関係を比較することによって、水稲品種の肥料に対する反応性の基礎的知識を得るとともに、無施肥田に高い適応性を示す品種の性質を明らかにすることを目的とした。

II 実験材料と方法

1977年に、滋賀県栗東町辻にある長期無施肥無農業水田（以下無施肥田と略す）とそれに隣接する普通施肥水田（以下施肥田と略す）の一部を用いて実験した。供試した水稲品種は Table 1 に示す6品種である。なお、1品種当りの試験面積は、両水田とも4㎡とし、2回反復した。移植は、無施肥苗代で

* 本研究の概要を昭和53年12月1日、日本作物学会近畿支部会第86回例会で発表した。

** 農学科、作物学研究室 (Lab. of Crop Science, Dept. of Agriculture, Kinki Univ., Higashiosaka, Osaka, 577, Japan)

育苗した4~5葉期苗を1株当たり3本植とし、5月9日に両水田に行なった。栽植密度は全品種同一とし、両水田とも、1㎡当り19.2株とした。施肥田での施肥と除草は慣行法で行ない、無施肥田では手取り除草を行なった。施肥田は中干し期と出穂後10日以後は落水したが、無施肥田は、収穫前20日までは掛流しかんがいとす。収穫は各品種とも出穂後約50日に順次行なった。供試した品種の早晚性は、

滋賀県地方で普通栽培を行なった場合について示している。なお、1976年度にも、中晩生3品種を用いて、同様な実験を行なったが、供試品種数が少なかったため、本報告は、1977年度の実験を中心とした。

調査は、生育調査、出穂日調査、収穫物調査を常法により行なったが、その他に、1976年度の実験の稲体地上部窒素含有率の推移と生長解析のデータの一部を本報告に加えた。

表1 供試品種の特性 (滋賀県)

Table 1 Characteristics of rice varieties used in the exp. (Shiga Pre.)

品種名 Varieties	特性 Characteristics	稈長 Culm length	草型* Plant type	早晚性 Earliness
フジミノリ Fujiminori		中 Moderate	穂重 W.	極早 Extremely early
ササニシキ Sasanishiki		短 Short	穂数 N.	早 Early
コシヒカリ Koshihikari		中 Moderate	穂重 W.	早 Early
中生新千本 Nakate shinsenbon		短 Short	穂数 N.	中 Medium
農林22号 Norin 22		長 Long	穂重 W.	晩 Late
ベニアサヒ Beniasahi		長 Long	穂重 W.	晩 Late

* W: Panicle weight type, N: Panicle number type.

III 結果および考察

草丈の推移と1株当たり茎数の増加状態の調査は、6品種すべてについて行なったが、品種の早晚性、草型を代表して、コシヒカリ、中生新千本、ベニアサヒを取り上げ、それら3品種の草丈および1株茎数の推移をFig 1, Fig 2 に示した。

3品種とも、草丈の伸長速度は施肥田でまさったが、移植から約1ヶ月間の生育初期では、同一品種の施肥田と施肥田間の差は小さかった。7月12日以後の生育後期になるとそれが大きくなった。すなわち、生育初期には、施肥田の植物栄養量が無施肥田にくらべて著しく多量に存在していたにもかかわらず、区間差が小さかったこの事実は、生育初期の土壌栄養量は草丈の伸長にあまり影響を与えないことを示すものと考えられる。生育後期に、各品種とも区間差が拡大したことは、施肥田での初期生育期間の茎数増加に伴う葉身の伸長と追肥の節間伸長にあたる効果のためであるものと考えられる。

1株茎数の増加速度については、3品種とも施肥田で速いが、施肥田と無施肥田との区間差は、生育初期から現われた。また、最高分げつ期は施肥田の方が早い傾向がみられた。各品種の施肥田と無施肥田での1株茎数の増加を比較すると、穂数型の中生新千本は生育初期から区間差が大であったのに対し、

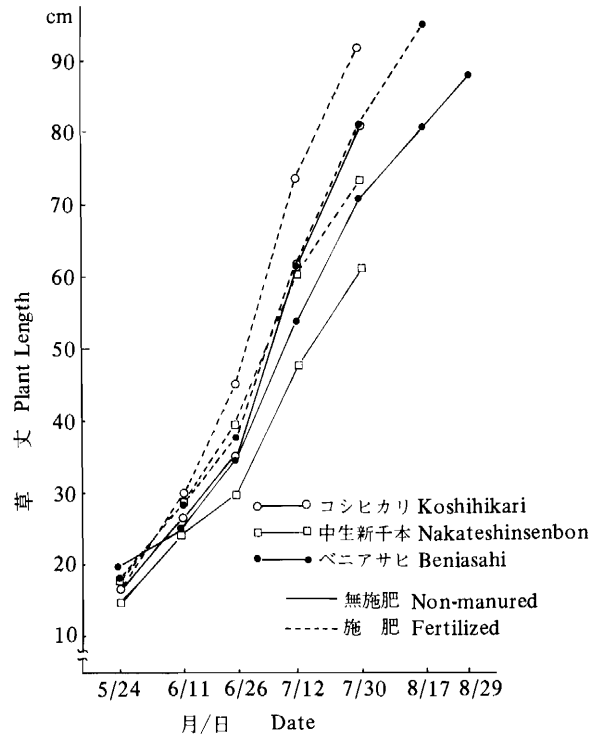


図1 草丈の推移

Fig. 2 Changes of plant length with growing conditions

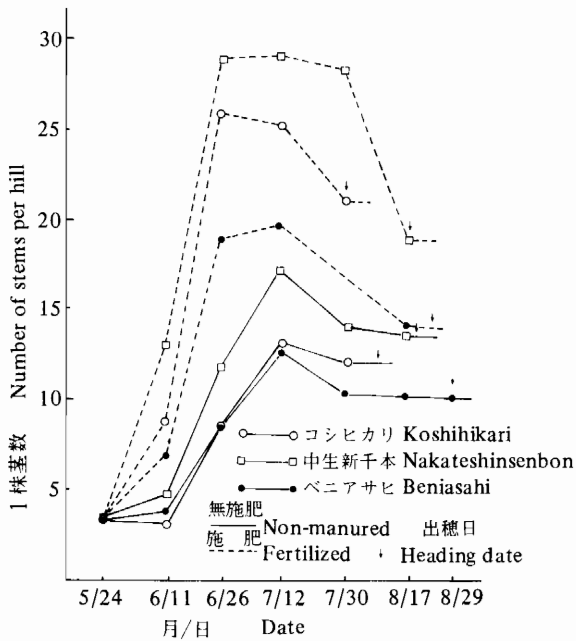


図2 1株茎数の推移

Fig. 2 Changes of number of stems per a hill

穂重型のベニアサヒは小さく、中間型のコシヒカリ

は中間となった。最高分げっ数の区間差の大きさの順位は、コシヒカリ、中生新千本、ベニアサヒとなり、収穫時の有効穂数のそれと同じであった。

以上のことから、栄養生長期における施肥田と無施肥田での生育反応の差は、1株茎数の消長に顕著に現われ、草丈の伸長には現われ難いものと考えられる。すなわち、施肥田では、各品種のそれぞれの生態的特性を充分発揮して生育するが、無施肥田の場合には、それが発現され難い。とくに、穂数型品種は、茎数増加反応が現われ難いことから、無施肥田で収量性の高いのは、穂重型品種であることが推察される。

Table 2は、施肥田と無施肥田における出穂日とその区間差を示す。

施肥田にくらべ無施肥田で全般的に出穂日が遅れる傾向が見られたが、フジミノリとベニアサヒを除き、出穂が遅い品種ほど、施肥田と無施肥田との差が大きくなった。

水稻の幼穂分化には高温、短日が関与しているが、早生品種は感温性が高く、晩生品種は感光性が高いのが普通である。このことから、晩生品種ほど区間差が大きくなった原因として、幼穂分化から出穂までの稲体内の栄養状態が強く関与していることが推測できる。しかし、一般に、幼穂分化から出穂に到

表2 品種の出穂日

Table 2 Heading date of varieties

品種 栽培条件 Varieties	フジミノリ Fujiminori	ササニシキ Sasanishiki	コシヒカリ Koshihikari	中生新千本 Nakate Shinsenbon	農林2号 Norin 22	ベニアサヒ Beniasahi
施肥 Fertilized	7/18	7/25	7/25	8/7	8/7	8/17
無施肥 Non-manured	7/18	7/28	8/1	8/17	8/17	8/21
区間差(day) Difference	0	3	7	10	10	4

る期間の長さは品種間や栽培条件などの影響を受け難いので、この場合は、品種の生理生態的特性といかなる関係にあるかは不明である。なお、ベニアサヒでは、区間差が小さくなったことから、穂の発育に対する栄養分濃度の効果が他品種と異なるものと推察され、この品種は、無施肥田での幼穂の発育に関しても適応性が高い品種であることが推察できた。

Table 3は、6品種についての1m²当り玄米収量と区間差を示す。

多収を示したのは、施肥田では、早生グループ中

でササニシキ、中晩生グループ中で中生新千本とベニアサヒで、ベニアサヒ以外はともに穂数型品種であるが、無施肥田では、早生グループ中でコシヒカリ、中晩生グループ中でベニアサヒで、ともに穂重型品種であった。また、両水田間での区間差がもっとも大きい品種は、ササニシキで、もっとも小さな品種は、ベニアサヒとなり、ベニアサヒが無施肥田への適応性が高いことが明らかとなった。また、出穂日の早い品種ほど区間差が大きくなる傾向を見せ、このことは、無施肥田への適応性は晩生品種が高

表3 1 m²当り玄米収量 (g)Table 3 Hulled rice yields per 1 m² (g)

品種 栽培条件 Varieties Growing cond.	フジミノリ Fujiminori	ササニシキ Sasanishiki	コシヒカリ Koshihikari	中生新千本 Nakate Shinsenbon	農林22号 Norin 22	ベニアサヒ Beniasahi
施肥 Fertilized	514.6	624.0	579.8	495.4	464.6	485.8
無施肥 Non-manured	309.2	382.1	410.9	357.1	357.1	403.2
区間差 Difference	205.4	241.9	168.9	138.3	107.5	82.7

いことの裏付けとなろう。なお、最少の収量しかもたらさなかったフジミノリでさえ、本実験に用いた水田では 300kg/10a の収量が生産されたことになり、本無施肥田の地力の大きさ^{1,2)} がうかがえて興味ある現象である。

Table 4 は、施肥田と無施肥田における収量構成要素と収穫物の形質調査の結果と、同時に、両水田での各調査形質の6品種の平均値と両水田間のそれらの値を *t* 検定によって統計的に比較した結果を示した。

収量構成要素のうち、施肥田と無施肥田で全品種とも大差を示した形質は、1株穂数のみで、すべて施肥田が多かった。1穂穎花数は両水田で有意な区間差を示さず、稔実歩合と1000粒重では、無施肥田のほうで有意に高くなった。また、平均稈長、1株わら重、1株玄米重は、施肥田で大きくなった。1穂穎花数に区間差が生じなかった原因は、施肥田では1株当り穂数が多くなったため、平均的に1穂穎花数を低下させたことによるものと思われる。

無施肥田で稔実歩合と玄米千粒重が高くなったことは、無施肥田で生育した水稻が、登熟期間中に合成したデンプンを効率よく穂に集積したのか、または、登熟期の光合成量が多かったのかは不明であるが、無施肥田で栽培された水稻は、品種によらず生育後期の葉の色や稲体の姿勢が一見して良好であったことと一致し、興味ある現象である。

稈長や1株穂数などの栄養体の諸形質が、無施肥田にくらべて施肥田で、全品種とも大きくなることは当然の結果である。しかし、草型や早晚性の異なる品種間において、施肥の効果が、諸形質におよぼす反応の程度は、全品種すべてで同じでないことが考えられる。そこで、施肥の有無が品種の特性におよぼす影響を考察するに当たって、次のような解析法を試み、無施肥栽培と施肥栽培とで共通して変動す

る形質を調査した。まず、6品種を1つのグループとし、各形質ごとに同処理区の平均値を出し、その値を施肥田と無施肥田で栽培された場合の各形質の大きさとする。つぎに、各形質ごとに、6品種の平均値と各品種の測定値とのへだたり量を各水田ごとに出し、6個のへだたり量がどのように分布(6品種の品種間変動)するかを把握する。つぎに、その変動の大きさを、施肥田と無施肥田での反応の程度を比較する。一般的に、品種の特性を表わすには、施肥された条件下での形質の反応でもって示されるので、両水田の変動の大きさが等しい形質は、いかなる栄養条件でも、全品種がそれぞれの品種の特性を発揮するものと考えた。また、両水田間の変動が大きく異なった形質は、6品種中の1つ以上の品種が施肥の有無に対する反応性を異にするものとする。すなわち、本実験の範囲内では、施肥田の変動の大きさが、各形質についての本来の品種間変動に近い値を示し、無施肥田の変動の大きさは、無施肥という条件が与えられた場合の施肥栽培に対する品種間変動の程度を示すことになる。

Table 5 は、調査形質ごとの施肥田と無施肥田における6品種間の変動係数(CV)を示す。

施肥田にくらべて、無施肥田でCVが大きくなった形質は、1株穂数、1穂穎花数、稔実歩合、玄米千粒重、1株玄米重、1株わら重で、小さくなったのは平均稈長と1株わら重であった。その中でとくに両水田間の差が大きくなったのは、1株穂数、1株わら重、1株わら重である。以上のことから、無施肥栽培によって、品種間変動が拡大する形質は1株穂数、1株わら重などの栄養体にかかわる形質であり、無施肥にしても品種間変動が拡大しない形質は、1穂穎花数、稔実歩合などの生殖体にかかわる形質であると思われる。なお、稈長は、無施肥栽培を行なうと全品種とも短くなるが、CVは施肥栽

表4 収量構成要素と収穫物の形質および各栽培条件の平均値とその t 検定

Table 4. Yield component and characters of harvested plant and means of both condition and t-test

Varieties 品種	栽培条件 Growing condition	形質							
		稈長 Culm length	1株穂数 Number of heads per a hill	1株穎花数 Number of grains per a head	稔実歩合 % of ripening	1株わら重 Weight of straw per a hill	玄米千粒重 1000- Kernel Weight	1株玄米重 Grain yields per a hill	1茎当りわら重 Weight of straw per a stem
フジミノリ Fujimori	無 N	67.9 ^{cm}	9.3 ^{no,}	85.1 ^{no,}	95.3 [%]	20.8 ^g	22.26 ^g	16.1 ^g	2.24 ^g
	有 F	75.7	16.0	89.5	93.7	29.0	21.68	26.8	1.81
ササニシキ Sasanishiki	無 N	60.3	11.8	84.9	95.8	17.5	21.58	19.9	1.48
	有 F	68.0	23.6	89.4	88.3	30.1	20.50	32.5	1.28
コシヒカリ Koshihikari	無 N	67.2	12.0	87.6	95.5	22.3	22.22	21.4	1.86
	有 F	74.8	20.9	86.6	87.8	33.0	21.24	30.2	1.58
中生新千本 Nakate shinsenbon	無 N	59.2	13.6	62.7	93.8	22.7	23.08	18.6	1.67
	有 F	67.4	18.7	59.2	92.7	33.3	21.82	25.8	1.78
農林22号 Norin 22	無 N	80.3	9.6	96.5	95.2	23.4	21.92	18.6	2.44
	有 F	84.4	13.0	90.9	94.0	29.6	20.92	24.2	2.28
ベニアサヒ Beniasahi	無 N	76.2	10.5	85.9	97.4	28.0	23.13	21.0	2.67
	有 F	85.9	13.6	86.9	93.2	40.3	23.16	25.3	2.96
平均値 Means	無 N	68.5	11.0	83.8	95.1	22.5	22.36	19.3	2.06
	有 F	76.0	17.6	83.8	91.6	32.6	21.56	27.5	1.95
t 検定 t-test		同一母集団 に属さず Great difference	同一母集団 に属さず Great difference	P:0.8	P:0.05	同一母集団 に属さず Great difference	P:0.01	同一母集団 に属さず Great difference	P:0.4

※ 無：無施肥栽培。 有：施肥栽培。 N；Non-manured condition . F；Fertilized condition

表5 各形質の変動係数 (%)

Table 5 Coefficients of variation of the characters of harvested plants (%)

栽培条件 Growing condition	形質 Character	稈長 Culm length	1株穂数 Number of head per per a hill	1穂穎花数 Number of grain per a head	稔実歩合 % of ripening	1株わら重 Weight of straw per per a hill	玄米千粒重 1000- Kernel Weight	1株玄米重 Grain yields per a hill	1茎当りわら重 Weight of straw per per stem
無施肥 Non-manured		10.3	25.6	14.5	3.1	12.9	4.3	11.7	30.5
施肥 Fertilized		11.2	14.7	13.4	1.2	17.1	2.8	10.1	22.5

培の場合とほとんど変わらない。このことは、無施肥栽培と施肥栽培での稈長の品種間変動がほぼ同じであることを示し、稈長が決定される時期が生育後期であることと考えあわせて、稈長の大きさと穂の大きさになんらかの関係が存在することを示唆し、興味ある現象である。

無施肥田で1株穂数のCVが小さくなったのは、穂数型品種が無施肥のために、本来その品種が持っている茎数増加能力を十分に発揮出来ず、そのために穂数を増すことができなかつたことによるものであり、1株わら重でCVが大きくなったのは、無施肥でも穂重型品種の生育後期の生育がおとろえなかつた結果によるものと思われる。

以上のことから、本実験に用いた6品種の中で、無肥条件下で品種の特性を十分に発現出来たと考えられる品種は、早生グループ中ではフジミノリであり、中晩生グループ中ではベニアサヒとなり、両品種とも穂重型品種に属する。なお、無施肥田での玄米収量はフジミノリが6品種中、最少となったが、これはフジミノリが当地方では極早生であつて、かつ、穂重型に属する品種であることから、栄養体の生長期間が著しく短かく、かつ、無施肥田での玄米収量がおおよそ7月中旬以降の地力発現に依存する割合が高いのに、その時期の生育日数が著しく少ないことによる結果と思われた。したがつて、無施肥田では早生品種の適応性が著しく低くなることが考えられる。

Fig 3 は、中晩生の3品種の施肥田と無施肥田での地上部窒素含有率の消長を示す。

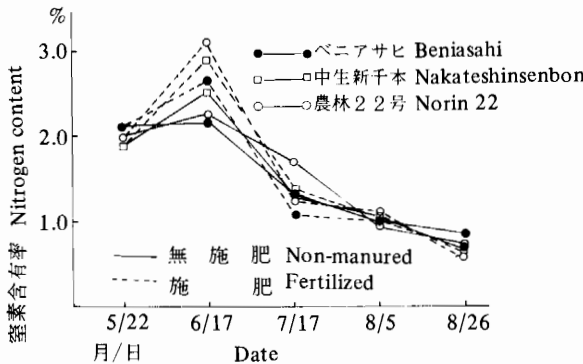


図3 地上部の窒素含有率の推移 (1976)

Fig. 3 Changes of nitrogen percentage content of the tops (1976)

3品種とも生育初期には、施肥田で高含有率を示すが、生育後期には、ほとんど両水田の区間差はなくなり、むしろ無施肥田の方で高くなる傾向がみられた。

一般的に、窒素施肥量に応じて増収する性質は耐肥性といわれる。耐肥性の品種間差異において、角田³⁾は、肥沃地向きの品種は窒素含有率が大きく、短稈多げつ型であるとし、高橋ら⁴⁾は耐肥性が小さい品種は、生育初期の窒素吸収量が多いとした。これらのことから、本調査に用いた3品種のうち、中生新千本は耐肥性が高く、農林22号とベニアサヒは耐肥性が低い品種であるものと思われる。しかし、ベニアサヒは、施肥田で栽培された場合でも、6月17日には他の2品種よりも含有率が低く、ベニアサヒの窒素吸収力に他品種と異なつた性質があるものと考えられ、この品種は興味ある品種である。なお、施肥田で生育が進むにつれて、窒素含有率が激減するのは、稲体量の急増と窒素の補給の減少にもとづくものと考えられ、それに対して、無施肥田では、稲体の増量が緩慢で、かつ、生育後期には土壤由来の窒素の発現によって窒素含有率の低下が比較的少なかつたものと思われる。なお、無施肥田における窒素発現については長谷川ら²⁾の報告を参照されたい。

Fig 4 は、3品種の生長解析の結果を相対生長率(RGR)の推移として示した。

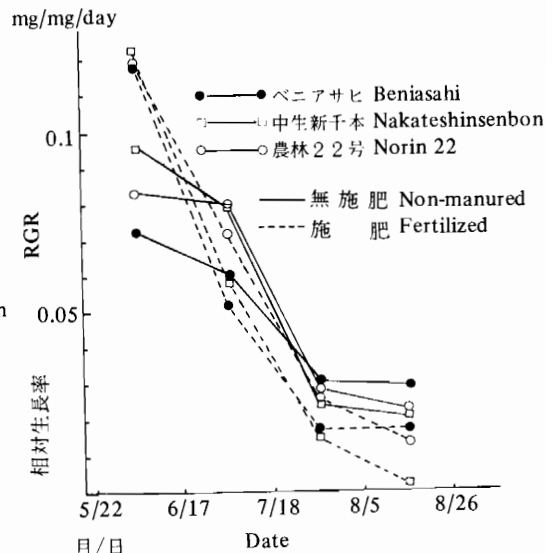


図4 地上部の相対生長率の推移 (1976)

Fig. 4 Change of relative growth rate in the top growths (1976)

品種によらず、生育が進むにつれて、RGRは低下したが、その程度は施肥田で大きかつた。3品種とも、生育初期には施肥田で、生育後期には無施肥田でRGRが高くなつた。施肥田と無施肥田の推移の

差が最も大きかった品種はベニアサヒである。すなわち、耐肥性の低いと思われるベニアサヒのような品種が無施肥条件下で栽培された場合には、初期の生育は悪いが、生育が進むにつれて生育状態が良好となって来ることを示している。

以上のことから、施肥田で栽培された水稻の生育パターンは、穂数型品種においては、生育初期に茎数を急増させ、窒素含有量も多い株を形成して旺盛な生育を示すが、生育が進むにつれて、生長率は急速に低下する生育型を示し、穂重型品種でもその傾向は同様であった。これに対し、無施肥田では、生育初期と後期の生長率の低下が少ない生育型を取るものと考えられる。なお、この生育型と施肥条件との関係については、竹内ら⁵⁾の報告で詳細に述べられているので参照されたい。

本報告では、玄米品質に関与する特性についてはふれていない。品種特性と品質および施肥条件との関係については今後の問題として残るが、一部は大西ら⁶⁾の報告で取り上げられているので参照されたい。

Ⅳ 要 約

1. 本報告は、無施肥田と施肥田における品種特性の発現程度を比較検討し、尚水田における生育反応と品種との関係を明らかにしたものであって、結

果の概要は次の様であった。

2. 施肥の有無によって大きく変動する形質は、1株茎数、1株穂数、出穂日、1株わら重などの栄養体にかかわる形質であった。

3. 無施肥田では穂重型品種が、施肥田では穂数型品種がそれぞれ収量性は高かった。

4. 施肥田では、品種の耐肥性が重要な特性となるが、無施肥田では、品種の早晚性が重要な特性となった。

5. 本実験に用いた6品種中で、ベニアサヒの無施肥田への適応性の高さが注目された。

引用文献

- (1) 竹内史郎, 奥村俊勝, 長谷川浩, 本誌 12 117 (1979)
- (2) 長谷川浩, 竹内史郎, 奥村俊勝: 本誌 12 109 (1979)
- (3) 角田重三郎: 日作紀 21 209~210 (1953)
- (4) 高橋保夫, 岩出岩保, 馬場 昶: 日作紀 28 25~27 (1959)
- (5) 竹内史郎, 奥村俊勝, 長谷川浩: 本誌 12 135 (1979)
- (6) 大西俊夫, 石立 宏, 奥村俊勝: 本誌 12 149 (1979)

(昭和53年10月16日受理)