

## 乾田ばら播き栽培における牛ふん尿の多施が 水稻の穂相, 収量構成要素に及ぼす影響

浅沼興一郎, 一井真比古, 佐藤初男\*, 市川昌平\*\*

### THE EFFECTS OF LARGE AMOUNT OF FECES AND URINE OF CATTLES, APPLIED TO DIRECT BROADCAST SEEDING CULTURE ON UPLAND FIELD, ON PANICLE CHARACTERISTICS AND YIELD COMPONENTS OF RICE

Koh-ichiro ASANUMA, Masahiko ICHII, Hatsuo SATOH and  
Sho-hei ICHIKAWA

A large amount of feces and urine of cattle (4 t/a) was applied to direct broadcast seeding culture of paddy rice on upland field, using the cultivar "Kotominori". The morphological characteristics, especially of the panicle and yield components, of the plant grown by the feces and urine were compared with that grown by the chemical fertilizer.

The application of feces and urine had significant increase of the lengths of culm, panicle and upper internode, but had little effects on the length of flag leaf and the number of panicles, living leaves and spikelets per square meters. As for the morphological characteristics of panicle, the number of primary and secondary rachis-branches, the number of differentiated spikelets on each rachis-branch, and the occurrence of the primary rachis-branch which had 6 and more spikelets and twin rachis-branch were all increased by application of feces and urine. Of the various yield components, the increase of the number of spikelets per panicle was the most contributive to the increase of grain yield. It seemed, judging from these results, that feces and urine had a remarkable effect on the later growth stage, especially the young panicle formation stage of rice plants.

「コトミノリ」を用いた乾田ばら播き栽培において、ふん尿施用区に a あたり 4 t の牛ふん尿を施用し、化学肥料を施用した場合と比較しながら、水稻の生育状況、穂相、収量構成要素について調査した。

ふん尿施用区においては化学肥料施用区に比べ、稈長、穂長、上位節間長が有意に長くなった。しかし止葉長、面積あたり生葉数、穂数、穎花数については両区の間には差異は認められなかった。最長稈における穂相は各形質ともにふん尿施用区で大きく、また 6 粒以上分化 1 次枝梗および輪生枝梗の発現率が高く、かつ穎花の退化が少なかった。ふん尿施用区における収量増加は収量構成要素のうち、1 穂穎花数の増加に直接関連しており、以上の結果からみて、牛ふん尿の多施は化学肥料施用の場合に比べ、水稻体の生育を健全に保つうえからみても好ましいものと考えられた。

\* 香川県大川農業改良普及所

\*\* 和歌山県農林部

## 緒 言

稲作における有機質肥料施用の意義は、とくに作物体の健全な生育および土壌改良などの面から多くの研究者が従来より指摘して来たところである。しかしながら実際にはこれらの指摘にもかかわらず、労力、経費がかかるなどの理由のため、農地のほとんどに化学肥料のみが施され、近年とみに農地の荒廃が進んで来ているのが現状である。

ところが最近、大川郡を中心とした地域において、乾田ばら播き栽培に大量の牛ふん尿を施用する農家が増加して来ていることが報告されている<sup>(7)</sup>。これによると、その施用量は畜産農家の牛ふん尿処理を兼ねていることもあって、従来の堆肥等の施用量に比べると著しく多いにもかかわらず、過繁茂、倒伏などの障害もなく良好な成績をあげているという。

そこで本研究では、大川郡志度町鴨部地区における畜産農家の圃場で、実際に多量の牛ふん尿を施用して栽培した作物体を、化学肥料を施用して栽培した作物体と対比しながら稲作診断を試みた。その結果、牛ふん尿多施がこれらの地域で現実に普及され、発展している理由の一端を伺い知ることができたのでここに報告する。

## 材料および方法

実験材料としては大川郡志度町鴨部の畜産農家の圃場において栽培したものを、成熟期に近い10月23日に抜き取った水稻品種「コトミノリ」を供試した。栽培方法は乾田ばら播き栽培とし、5月23日、aあたり0.8Kgの種子を播いた。肥料はふん尿施用区に播種前の5月20日、流下式牛ふん尿を4 t/a、化学肥料施用区に湛水時の6月30日、硫加里ん安(15—12—15)を3 Kg/aをそれぞれ施した。これらの施肥時期ならびに施用量はそれぞれ同地域において最適とみなされ、ほぼ慣行として定着しているものである。なおその他の作業については同地域の慣行に従って行なった。

供試材料の抜き取り場所の選定には、両区それぞれ中庸と認められる3箇所、計6箇所を設定し、50 cm×50 cmの方形区内の株をすべて抜き取って、さらにその中からそれぞれ無作為に30株を抽出し、調査株とした。生育状況、穂相に関する調査の後にはこれらの株をもとの方形区に一括し、収量調査を行った。

## 結果および考察

### 1. 生育状況

初めに生育経過の概要を述べると、7月下旬から8月上旬、すなわち幼穂形成期頃から両区の差異は明らかとなった。すなわちふん尿施用区における稲体は茎が太く、葉が濃緑色で、化学肥料施用区に比べて強壮な様相を呈した。その後、出穂期、登熟期にかけてこの差異はますます顕著となり、ふん尿施用区において秋まき期的生育を示した。なお成熟期はふん尿施用区で11月11日、化学肥料施用区で11月3日となり、8日の差異が認められた。

Table 1 は抜き取り時における生育状況を示したものである。これによると稈長と穂長に関し、両区間に有意差が認められ、ふん尿施用区において大であった。しかし止葉長、面積あたりの生葉数および穂数に関しては有意差が認められなかった。真中ら<sup>(1)</sup>によれば、穂長は栄養生長期からの好条件によって増大するが、この条件は同時に穂数の増大にも強く影響するので、穂長と穂数とは負の相関を示しやすい。従って穂長は直接には第1苞分化期からの1穂あたり栄養および環境条件によって左右されるところが大きいという。本研究の場合、有意差が認められなかったものの、面積あたり穂数がふん尿施用区で少ない傾向を示し、栄養生長期の栄養条件は化学肥料施用区に比べて良好であったとはいえないが、その後、幼穂形成期からの1穂あたり栄養条件の好転によって穂長が伸長したものと推察される。

Table 1. Growth characteristics

	Culm length (cm)	Flag leaf length (cm)	Panicle length (cm)	No. of living leaves per m <sup>2</sup>	No. of panicles per m <sup>2</sup>
Feces and urine	86.2**±4.8	29.7±4.2	20.4**±2.3	732±101	335±51
Chemicals	82.1 ±5.9	28.1±4.6	18.2 ±2.0	871±193	416±50

\*\* : Significant at 1% level to chemicals.

次に稈長については、これをそのうちわけである節間長に分解して調査し、Table 2 に示した。これをみるとN<sub>0</sub>、N<sub>1</sub> については明らかにふん尿施用区で長く、N<sub>2</sub> 以下の節間については両区間に差異が認められなかった。すなわち稈長における両区の差異は上位2節間の差異に基づくものであり、前述の穂長に関する結果、およびそれぞれの節間が伸長する時期<sup>(8)</sup>とをあわせ考えると、牛ふん尿の多施は水稻の幼穂形成期後の後期生育において特徴的にその肥効を示してくるものと推察された。

Table 2. Length of internode (cm)

	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>
Feces and urine	36.7**±3.3	21.6*±1.9	14.3±2.1	8.9±1.7	4.4±1.7	0.3±0.1
Chemicals	33.1 ±4.0	20.2 ±2.3	13.7±2.1	9.0±1.7	4.9±1.9	0.4±1.4

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

## 2. 穂 相

穂相は水稻の穂の形態的特徴であり、これを詳細に調べることによってその穂がたどって来た栄養または環境条件の良否をある程度知ることができる<sup>(1,4,5)</sup>。本研究の調査結果をTable 3 に示した。すなわち1次および2次枝梗数、1次および2次枝梗上の穎花数、総穎花数、1穂あたり輪生枝梗数はふん尿施用区で有意に多く、また退化した2次枝梗数および穂の基部5節間長については両区間に有意な差異が認められなかった。これらの成績からみれば、牛ふん尿の多施は穂首分化期から穎花分化期の稲体に好影響をもたらしたものと推察された<sup>(4,5)</sup>。

Table 3. The morphological characteristics of panicle

	No. of rachis-branches			No. of spikelets			Substantial panicle length	No. of twin rachis-branches per panicle
	Primary	Secondary	Degenerated secondary	On primary rachis-branch	On secondary rachis-branch	Total		
Feces and urine	9.5**±0.9	19.7**±3.9	2.7±2.0	57.6**±5.5	59.4**±12.8	117.0**±16.4	7.8±1.0	1.2*±1.0
Chemicals	8.3 ±0.5	12.6 ±3.9	3.5±1.2	47.8 ±3.8	37.0 ±12.1	84.8 ±13.4	8.2±0.8	0.7±0.6

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

なおここで輪生枝梗に関する成績について述べると、これは枝梗間隔が極端に短縮した場合とみられ、穂首節から2~3本の枝梗が出るのが普通で、穂首分化期を中心とした時期に好条件が与えられた場合に多く発生するものである<sup>(5)</sup>。本研究のふん尿施用区における観察結果ではその発現頻度がきわめて高く、その場合、穂首節よりむしろ第3~4節でみられ、しかもこの節のすぐ上の節間が著しく伸長する傾向が認められた。従って松島<sup>(4,5)</sup>の指摘する基部5節間長の稲作診断における意義が、本研究で必ずしも明確でなかったのは、ふん尿施用区で輪生枝梗の発現率が著しく高かったことによるものであろう。

次に1次および2次枝梗上における分化穎花数について比較すればTable 4のごとくであった。すなわち化学肥料施用区においては1次枝梗上に3~9の変異があり、平均5.8穎花を、2次枝梗上には2~4の変異があり、平均2.3穎花をそれぞれ着生した。また2次枝梗上の退化穎花数の割合は21.8%とかなりの数値を示した。これに対し、ふん尿施用区においては1次枝梗上に3~8の変異があり、平均6.1穎花を、2次枝梗上には2~4の変異があり、平均2.7穎花をそれぞれ着生し、いずれも化学肥料施用区より高い数値を示した。また2次枝梗上の退化穎花数の割合は11.9%で、化学肥料施用区よりかなり低かった。

Table 4. The number of differentiated spikelets per primary and secondary rachis-branch

		Primary rachis-branch							Secondary rachis-branch			
		3	4	5	6	7	8	9	Degenerated	2	3	4
Feces and urine	Frequency	1	5	22	203	54	1		80	39	487	65
	Percentage	0.0	0.2	0.8	71.0	18.9	0.0		11.9	0.6	72.6	10.0
Chemicals	Frequency	1	9	41	170	17	1	2	102	33	317	16
	Percentage	0.0	0.4	17.0	70.5	0.7	0.0	0.1	21.8	0.7	67.7	0.3

真中ら<sup>(1)</sup>, 和田ら<sup>(9)</sup>によれば, 6粒以上を分化する1次枝梗の発現率は出穂前25日頃の穎花分化始期から出穂前16~17日頃の減数分裂直前までの穎花分化期間8~9日間の1穂あたり栄養および環境条件の良否の反映であるという。本研究の場合, これは化学肥料施用区で78.8%, ふん尿施用区で90.6%の値を示し, 牛ふん尿の多施が上述の時期の稲体に好影響をもたらしたものと推察される。

以上のように穂相からみれば, 牛ふん尿の多施は水稻の幼穂形成に促進的効果を有し, 枝梗数, 穎花数を増加させるのみならず, 穎花の退化をも防止することが知られた。なお従来, これらの効果を期待して, 幼穂形成期に追肥することが実施されているが<sup>(2,6,8,9)</sup>, この時期における追肥は下位節間を伸長させ, 倒伏させてしまう危険性もあって<sup>(8)</sup>, この面からも牛ふん尿の多施は好ましいものといえよう。

### 3. 収量構成要素

松島<sup>(2,3,4)</sup>によれば, 水稻の収量は単位面積あたり穂数, 1穂穎花数, 登熟歩合, 玄米千粒重など収量構成要素の積として表わされるものである。これらの要素に関する調査結果を収量とともに Table 5 に示した。

Table 5. Yield and its components

	No. of panicles per m <sup>2</sup>	No. of spikelets per panicle	Percentage of ripened grains	Thousand-kernel-weight(g)	Yield per m <sup>2</sup> (g)
Feces and urine	335 ±50	119.4**±2.2	63.9 ± 8.8	19.9 ±0.8	630.5 ± 73.8
Chemicals	416 ±50	85.6 ±1.1	64.9 ±10.1	20.2 ±0.8	539.6 ±101.0

\*\*; Significant at 1% level to chemicals.

まず穂数についてみると両区の間有意差はなく, ただ平均値としては化学肥料施用区で高い数値を示した。穂数の増加という観点からは, 生育初期に肥料が十分に与えられることが望ましいとされているが<sup>(4)</sup>, 牛ふん尿は化学肥料に比べて生育初期における肥効がやや劣ることも考えられる。しかし後述するように, 収量は両区ともかなりの高水準を示し, 本研究における播種量程度の場合には牛ふん尿施用のみでも穂数は十分に確保されていたものと考えられる。この点については今後, 播種量ならびに牛ふん尿の施用時期, 施用量との関連において追究される必要がある。

次に1穂穎花数については, 両区の間有意差が認められ, ふん尿施用区においてかなり多かった。詳細については穂相の項で述べたとおりである。

登熟歩合は両区の間ほとんど差異が認められなかった。登熟歩合は収量構成要素の中でも収量を支配する最も強い要素であるといわれ<sup>(2,3)</sup>, ほとんどの場合に1穂穎花数と負の相関を示すという<sup>(4)</sup>。このことを本研究の場合にあてはめて考察すれば, 1穂穎花数が大差を示したにもかかわらず両区の登熟歩合に差異がなかったこと一換言すれば, ふん尿施用区における登熟歩合が化学肥料施用区のそれに比べて低下しなかった事実一は, 登熟期における稲体の条件がふん尿施用区で良好であったことをものごとっていると考えられる。

千粒重は両区の間には差がなかった。ただ本研究の供試材料は両区とも10月23日に抜き取ったものであり、完熟前日数からみれば化学肥料施用区の方が短かく、完熟の時点までのポテンシャルティーはふん尿施用区の方において大であることも考えられよう。

最後に単位面積あたり収量は、有意ではなかったものの、 $1\text{ m}^2$ あたり約90gの差でふん尿施用の場合の方が多かった。この点については両区の収穫適期における全刈調査の結果ともほぼ一致し、上述の結論が妥当なものであることを裏付けていた。

### 総 括

以上述べて来たとおり、乾田ばら播き栽培における牛ふん尿の多施は水稻の生育・収量に好結果をもたらすことが明らかとなった。すなわち、まず生育の前半—栄養生長期—においては、葉数、穂数の増大に対し化学肥料とほぼ同等の効果を有するものと考えられた。しかしその後、生殖生長の時期をむかえると化学肥料施用の場合に比べて肥効が顕著となり、次第に両者の間の差が拡大されてくるものと推察された。さらに登熟期においてはふん尿施用区で秋まきりの生育を示し、肥効上の差異がいっそう大きくなり、1穂穎花数の顕著な増大にもかかわらず登熟歩合が化学肥料施用区と同等な数値を示したことが増収に結びついたものと考えられた。従って乾田ばら播き栽培においては、本研究で施用した程度の牛ふん尿を多施しても窒素過多の現象は認められず、むしろ稲体の栄養の面からは好ましい結果が期待できると思われる。

なお佐藤<sup>(7)</sup>は乾田ばら播き栽培は代かきをしないので鋤床が形成されず、牛ふん尿を多量に施しても過剰な窒素が容易に溶脱されるのではないかと推測しているが、この点については土壌肥料学的な面からの追究が期待される。また牛ふん尿の最適施用量などについても今後に残された問題点であろう。いずれにしても大川郡を中心とした一帯において、乾田ばら播き栽培に牛ふん尿多施を組み合わせた栽培体系が発展している理由の一端が本研究の結果から伺われた。

終りに臨み、本研究の実施圃場と供試材料を快く提供くださった楊盧木繁善氏に対し、深く感謝の意を表す。また本研究に対して香川県農協中央会より県内農業事情調査研究費の助成を受けた。記して謝意を表す。

### 引 用 文 献

- |  |  |
|--|--|
| (1) 真中多喜夫, 松島省三: 水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究, 第100報 穂相による稲作診断(3), 日作紀, 40, 101—108 (1971). | 孝文: 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72報 収量成立経過からみた直播水稻の追肥方法の研究, 日作紀, 33, 141—144 (1964).              |
| (2) 松島省三: 水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究, 農技研報, A(5), 1—271 (1957).                              | (7) 佐藤初男: 畜産農家を中核とした水稻乾田ばらまき栽培—志度町鴨部地区—, 農業香川, 27(5), 88—91 (1975).                              |
| (3) 松島省三: 水稻収量の科学(14), 農及園, 33, 419—422 (1958).  | (8) 瀬古秀生: 水稻の倒伏に関する研究, 九州農試彙報, 7, 419—499 (1962).  |
| (4) 松島省三: 稲作の理論と技術, 東京, 養賢堂 (1959).  | (9) 和田源七, 松島省三, 松崎昭夫: 水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究, 第86報 穎花数の成立内容におよぼす窒素の影響, 日作紀, 37, 417—423 (1968). |
| (5) 松島省三, 真中多喜夫: 水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究, I. 穂相による稲作診断(1), 日作紀, 27, 359—360 (1959).    |  |
| (6) 松島省三, 和田源七, 田中孝幸, 松崎昭夫, 星野   |  |

(1977年5月31日受理)