

# 籾殻牛ふん堆肥と窒素単肥の施用が発酵粗飼料用水稻の生育，収量及び土壌化学性に及ぼす影響

大家 理哉・渡邊 丈洋

Effects of Application of Cow Manure Composted with Chaff and Fertilizer of Only Nitrogen on Growth, Yield and Soil Chemical Property, of Feed Rice

Masaya Ooya and Takehiro Watanabe

## 緒言

発酵粗飼料（ホールクロップサイレージ，WCS）用水稻の作付面積は，2000年度以降の水田農業経営確立対策や2011年度の戸別所得補償制度の実施により，2011年度に全国で23,086ha（農林水産省，2012a），岡山県で346haと増加している。作付面積が拡大した理由の一つに，WCS用水稻の栽培方法が従来の食用米と大きく変わらないことがあげられる。施肥についても食用米に準じて行われ，通常の米生産に係る肥料費は1,000㎡当たり約9,000円（農林水産省，2012b）であることから，WCS用水稻栽培で収益を確保するためには，より低コストな施肥体系の確立が必要と考えられる。一方，現地では耕畜連携を図るために家畜ふん堆肥を連用することが多い。家畜ふん堆肥中には窒素以外にリン酸やカリウムが多く含まれるため，肥効が不足する窒素のみを単肥で施用することで収量性を確保しながら低コスト化が可能とされる（松田ら，2011）が，稲体中の養分含量や土壌化学性に及ぼす影響等の情報は少ない（金本ら，2006）。

そこで，WCS用水稻栽培時の肥培管理の実態を明らかにするとともに，籾殻牛ふん堆肥を連用した圃場において，窒素単肥を施用してWCS用水稻の栽培試験を行い，生育，収量並びに土壌化学性に及ぼす影響を明らかにしたので報告する。

## 実態調査並びに栽培試験の方法

### 1. WCS用水稻栽培の肥培管理方法の実態調査

#### (1) アンケート調査の概要

2010年度に開催された耕畜連携研修会（主催：岡山県農林水産部畜産課，社団法人岡山県畜産協会）に先立ち，WCS用水稻及び飼料用米栽培農家17戸を対象としてアンケート方式により肥培管理実態を調査した。

#### (2) 調査項目

調査項目は，堆肥の主原料，副資材の種類，施用量，施用時期，化学肥料の種類，施用量とした。また，1,000㎡当たりの肥料費の試算は，2010年度におけるA農業協同組合の販売単価をもとに行った。すなわち，硫酸は1,061円/20kg，被覆尿素は2,530円/10kg，被覆複合肥料で従来のものは3,800円/20kg，高窒素タイプのものは2,530円/15kgとして試算した。

### 2. 堆肥連用圃場における施肥試験

#### (1) 試験区の概要

岡山県農林水産総合センター農業研究所（赤磐市）内の大区画水田圃場（細粒質普通灰色低地土，粘質）で2010年から2012年の3か年，‘アケボノ’を用いてWCS用水稻栽培を行った。圃場面積は1ha（100m×100m）であり，同一圃場内に1,000㎡（10m×100m）の区画を2か所設けた。一方の区画に，籾殻牛ふん堆肥を毎年5月に1,000㎡当たり2,000kg連用し，2011年と2012年に尿素を施用する「堆肥有N区」を設けた。もう一方の区画は堆肥を無施用とし，2011年と2012年に

尿素を施用する「堆肥無N区」と、三要素を含んだ肥効調節型肥料を全量基肥施用する「堆肥無NPK区」の2区を設けた(表1)。各区1反復とした。

### (2) 耕種概要と調査項目

移植は2011年6月21日、2012年6月18日に行い、栽植密度は㎡当たり18.5株(2011年)、11.1株(2012年)とした。生育及び収量調査は各試験区内のそれぞれ2~3か所を選び、生育調査は1か所当たり10株、収量調査は同10株×4条について行った。生育調査は7月下旬(最高分けつ期頃)、8月下旬(出穂直前頃)、収穫期(黄熟期頃)に行い、稲体中の成分含量及び肥料成分の吸収量を常法(財団法人日本土壌協会、2001)により分析した。収量調査は黄熟期を目安として、2011年は10月13日、2012年は10月9日に行った。土壌化学性は、堆肥連用を開始した2010年から2012年の栽培終了後に各区の作土(0~13cm深)を採取し、常法(同上)により分析した。

### (3) 施肥設計

堆肥有N区と堆肥無N区の施肥は、岡山県土壌施肥

管理システム(石橋、2005)を用いて施肥回数を2回とし、堆肥無NPK区と窒素施用量が同量となるように設計した(表1)。なお、籾殻牛ふん堆肥の施用当年の窒素肥効はわずかで、連用3年目以降に発現する(芝ら、2006)とされていることから、今回の施肥設計においては籾殻牛ふん堆肥の窒素肥効は考慮しなかった。

## 結果及び考察

### 1. WCS用水稲栽培の肥培管理方法の実態調査

WCS用水稲及び飼料用米栽培農家17戸へのアンケート調査の結果、作付けされる品種の内訳は、WCS用水稲としては「ヒノヒカリ」、「アケボノ」、「クサノホシ」、「たちすずか」であった。飼料用米としては「アケボノ」、「モミロマン」、「タカナリ」であった。

肥培管理の実態は表2のとおりであった。17戸のうち堆肥等有機物を施用している農家は13戸で、このうち鶏ふんが6戸、畜種混合堆肥が3戸、汚泥堆肥が4戸で施用されていた。これら13戸のうち、化学肥料を施用している農家は9戸で窒素単肥である硫安が7戸、窒

表1 各試験区の施肥体系

試験区	堆肥	化学肥料	施肥日
堆肥有N	籾殻牛ふん堆肥 <sup>z</sup> (2,000kg/1,000㎡)	尿素(46-0-0) <sup>y</sup> (基N4.2-追N4.2kg/1,000㎡)	2011/6/14, 8/3 2012/6/12, 8/16
堆肥無N	堆肥無施用	尿素(46-0-0) <sup>y</sup> (基N4.2-追N4.2kg/1,000㎡)	2011/6/14, 8/3 2012/6/12, 8/16
堆肥無NPK	堆肥無施用	LPE80 <sup>x</sup> (140日タイプ、14-14-14) <sup>y</sup> (基N8.4kg/1,000㎡)	2011/6/14 2012/6/12

<sup>z</sup>県南部のO堆肥利用組合が製造する堆肥(主原料:乳牛ふん、副資材:籾殻)  
堆肥成分 2011年:水分45.3%, C/N 16.9, N 1.8 - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.8 - K<sub>2</sub>O 3.7% (対乾物)  
2012年:水分42.4%, C/N 19.4, N 1.7 - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.5 - K<sub>2</sub>O 3.6% (対乾物)

<sup>y</sup>各化学肥料の肥料成分割合: N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O(%)

<sup>x</sup>肥効調整型肥料(140日タイプ、含まれるNの86%はリニア型LP140、14%は速効性)

表2 調査農家における肥培管理の実態<sup>z</sup>

堆肥等有機物の施用 有無	種類	使用肥料の種類別農家戸数(戸)				計	堆肥等有機物の 施用量範囲 <sup>y</sup> (kg/1,000㎡)
		なし	硫安	LPSS100	被覆 複合		
なし		0	1	0	3	4	
あり	鶏ふん	4	0	2	0	6	120~2,000 (957)
	畜種混合堆肥	0	3	0	0	3	2,000 (2,000)
	汚泥堆肥	0	4	0	0	4	2,000~3,000 (2,750)
	小計	4	7	2	0	13	
計		4	8	2	3	17	

<sup>z</sup>肥料や堆肥等有機物種類について重複回答なし

<sup>y</sup>施用量範囲は最小~最大(平均)

素単肥の肥効調節型肥料であるLPSS100が2戸であった。すなわち、堆肥等有機物を施用している農家の多くは化学肥料を併用する場合、窒素単肥肥料を利用している実態が明らかとなった。

堆肥等有機物の施用量は1,000㎡当たり120～3,000kgの範囲にあり、平均で同1,749kgであった(表2)。譲渡等により堆肥等有機物の価格が不明なものがあり、堆肥等有機物に係る費用は試算できなかった。化学肥料による窒素施用量は1,000㎡当たり1～10kgの範囲にあり、平均で同4.6kgであった(データ省略)。そして、化学肥料に係る肥料費を試算したところ、1,000㎡当たり265～11,400円の範囲で、平均では同2,728円であり、農林水産統計(農林水産省, 2012b)による通常の食用米生産に係る肥料費(1,000㎡当たり約9,000円)に比べても低い実態が明らかとなった。堆肥等有機物はリン酸やカリウムを多く含むため、化学肥料は窒素だけを含ま、硫酸や肥効調節型肥料等を施用することが合理的である。化学肥料と堆肥等有機物を併用する農家9戸全てが、こうした合理的な施肥体系としていた(表2)。

## 2. 堆肥連用圃場における施肥試験

### (1)堆肥連用2年目の生育収量(2011年)

茎数は、7月下旬に堆肥有N区、次いで堆肥無N区で

多い傾向を示し、8月下旬には堆肥有N区で他の区よりも若干多いものの大差なかった(表3)。葉色は堆肥有N区で移植約1か月後の7月下旬に他区と比べて著しく低かった(表3)。芝ら(2006)は、水田に籾殻牛ふん堆肥を連用した2年目において堆肥由来の窒素供給量が一時的に負の値(見かけ上の取り込み)を示すことを報告しており、堆肥有N区における葉色低下は、籾殻牛ふん堆肥によって施用した尿素由来の窒素が一時的に取り込まれたためと考えられた。堆肥有N区や堆肥無N区では8月上旬に追肥したため、出穂期直前にあたる8月下旬の葉色は両N区で堆肥無NPK区を上回った(表3)。黄熟期の乾物収量は堆肥有N区と堆肥無NPK区ともに1,000㎡当たり1,322kgで収量差は認められなかった。一方、堆肥無N区では同1,285kgと他区に比べて40kg程度劣った(表4)。

### (2)堆肥連用3年目の生育収量(2012年)

7月下旬における生育は、堆肥有N区と堆肥無NPK区で概ね同等であったが、堆肥無N区では茎数や草丈が下回った(表3)。また、堆肥有N区において前年の7月下旬に認められた顕著な葉色低下は、堆肥連用3年目の本年には認められず、堆肥無N区と同等であった。8月下旬の葉色は試験区間で大きな差は認められなかったものの、黄熟期の止葉の葉色は堆肥有N区で

表3 WCS用水稲の生育状況

試験区	年次	草丈 (cm)		茎数 (本/㎡)		葉色 (SPAD値)	
		7/28	8/30	7/28	8/30	7/28	8/30
2011年	堆肥有 N	61	108	515	416	32.8	32.5
	堆肥無 N	60	97	476	395	36.3	32.6
	堆肥無 NPK	60	98	437	392	37.7	30.3
2012年	堆肥有 N	54		424		39.0	34.2
	堆肥無 N	50		401		39.3	33.8
	堆肥無 NPK	52		428		40.0	33.2

表4 黄熟期におけるWCS用水稲の収量及び地上部形質

試験区	年次	収量(kg/1000㎡)		倒伏程度 (0～5)	穂数 (本/㎡)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	止葉葉色 (SPAD値)
		新鮮物	乾物					
2011年	堆肥有 N	3,213	1,322	1～2	410	92	19.9	-
	堆肥無 N	3,168	1,285	1～2	390	93	19.2	-
	堆肥無 NPK	3,341	1,322	3～4	382	95	20.3	-
2012年	堆肥有 N	3,259	1,361	0	323	95	21.4	33.8
	堆肥無 N	2,910	1,243	0	300	89	20.7	31.6
	堆肥無 NPK	3,252	1,307	0	357	94	19.1	31.4

他に比べて高い値を示した(表4)。黄熟期の乾物収量は堆肥有N区で1,000㎡当たり1,361kg、堆肥無NPK区で同1,307kg、堆肥無N区で同1,243kgであった(表4)。芝ら(2006)は水田に籾殻牛ふん堆肥を連用して3年目になると、堆肥連用に伴い土壌由来の窒素供給量が増大するとしている。堆肥有N区と堆肥無N区との収量差は120kgであり、堆肥連用2年目よりも収量差が拡大したことから、本試験においても籾殻牛ふん堆肥の連用効果は、3年目から顕著となることが再確認された。一方、堆肥無N区では2か年ともに生育や収量が他の区に比べて劣ったことから、堆肥を施用しない場合は、増施が必要と考えられた。

### (3)WCS用水稲の養分含量並びに吸収量に及ぼす影響

稲体中の窒素含量は堆肥無NPK区に比べて堆肥有N区で2か年ともに低い傾向を示したが、リン及びカリウム含量は概ね同等であった。一方、堆肥無N区ではカリウム含量が他の区に比べて低かった(表5)。

肥料成分の吸収量について、窒素吸収量は堆肥無NPK区に比べて堆肥有N区で劣る傾向を示し、リン酸及びカリウム吸収量は概ね同等であった。一方、堆肥無N区では3年目の各吸収量が他の区に比べて少なかった(表6)。堆肥有N区では、堆肥施用によって年

間1,000㎡当たりリン酸( $P_2O_5$ )約18kg、加里( $K_2O$ )41kgが圃場に投入されるため、リン酸及びカリウム吸収量が劣ることはなかったが、堆肥無N区では3年目にはリン酸やカリウムだけでなく窒素吸収量も不足すると考えられた。

WCSとして利用する場合、稲体中のカリウム(K)含量は2%以下であること、カルシウム(Ca)及びマグネシウム(Mg)に対するカリウム(K)のバランスを示す $K/(Ca+Mg)$ 当量比が2.2以下であることが望ましいとされている(阿部ら, 2003)。本試験において、黄熟期にあたる収穫時のカリウム含量は、試験区間で大差なく、いずれも2%を下回った。一方、 $K/(Ca+Mg)$ 当量比は堆肥有N区で堆肥無N区や堆肥無NPK区よりも高い傾向にあり、堆肥有N区では両年ともに2.2を超えた。このことは、堆肥を連用した堆肥有N区では $K/(Ca+Mg)$ 当量比が相対的に高まる可能性があること示された。しかし、稲体中のカリウム含量は基準を大きく下回っていることや、一般的な給与場面においてWCS用水稲だけを自由採食させることは少ない(日本草地畜産種子協会, 2012)ことから、飼養設計上の問題は少ないと考えられた。

表5 WCS用水稲中の養分含量の推移

試験区	年次	窒素(N)			リン(P)			カリウム(K)			K/(Ca+Mg) 当量比
		%			%, 乾物当たり			%			
	2011年	7/28	10/13	7/28	10/13	7/28	10/13	7/28	10/13	10/13	
堆肥有 N		1.83	0.79	0.38	0.19	3.37	1.22	2.54			
堆肥無 N		2.28	0.78	0.39	0.19	3.09	1.15	1.81			
堆肥無 NPK		2.11	0.85	0.39	0.19	3.32	1.27	2.00			
	2012年	7/27	8/31	10/4	7/27	8/31	10/4	7/27	8/31	10/4	
堆肥有 N		2.50	1.26	0.89	0.36	0.31	0.18	4.16	2.64	1.21	3.06
堆肥無 N		2.41	1.27	0.86	0.36	0.32	0.17	3.61	2.24	1.17	2.58
堆肥無 NPK		2.65	1.34	0.97	0.38	0.32	0.18	3.72	2.46	1.30	2.51

表6 WCS用水稲の地上部乾物重と養分吸収量の推移

試験区	年次	窒素(N)			リン酸( $P_2O_5$ )			加里( $K_2O$ )		
		養分吸収量(kg/1,000㎡)			養分吸収量(kg/1,000㎡)			養分吸収量(kg/1,000㎡)		
	2011年	7/28	10/13	7/28	10/13	7/28	10/13	7/28	10/13	
堆肥有 N		3.9	10.4	1.9	5.7	8.8	19.5			
堆肥無 N		5.6	10.0	2.2	5.7	9.2	17.7			
堆肥無 NPK		4.4	11.3	1.9	5.7	8.4	20.2			
	2012年	7/27	8/31	10/4	7/27	8/31	10/4	7/27	8/31	10/4
堆肥有 N		4.2	10.1	12.1	1.4	5.6	5.7	8.5	25.6	19.9
堆肥無 N		3.7	8.9	10.7	1.3	5.1	4.8	6.6	18.9	17.5
堆肥無 NPK		4.2	11.0	12.6	1.4	6.0	5.3	7.1	24.4	20.5

(4)窒素単肥施用が土壌化学性に及ぼす影響

土壌の地力指標である腐植及び全窒素含量は、堆肥を連用した堆肥有N区で増加維持される傾向を示したのに対して、堆肥を施用しなかった堆肥無N区や堆肥無NPK区では、試験3年目の2012年に減少する傾向を示した(図1)。WCS用水稲栽培では、籾以外は圃場に還元される食用米生産とは異なり、地上部全てを圃場外へ持ち出すため、収奪される養分量は多くなる。堆肥を施用しなかった堆肥無N区や堆肥無NPK区における腐植及び全窒素含量の低下は、WCS用水稲栽培における堆肥施用の重要性を示すものと考えられた。

一方、土壌のカリウム飽和度は堆肥有N区に比べて堆肥無N区や堆肥無NPK区で明らかに低く、次第に減少する傾向を示した(図2左)。このため、両区ではカリウム減少に伴い、堆肥有N区に比べて土壌中塩基のバランスを示すマグネシウム/カリウム当量比は高く、試験開始3年目に当たる2012年には塩基バランスが不良となった(図2右)。赤井ら(2012)は土壌のカリウム飽和度が4%以下になると茎葉中のナトリウム

含量が増加することから、生理的にカリウム欠乏状態を呈することを報告している。また、2%以下では転作した場合に麦・大豆・野菜等のカリウム吸収が不足する危険性を指摘しており、本試験においても、堆肥を施用しなかった堆肥無N区や堆肥無NPK区におけるカリウム飽和度の著しい低下や塩基バランスの悪化は水田の高度利用を考える上で見過ごせないものと考えられた。

(5)まとめ

WCS用水稲の連作において牛ふん堆肥を連用すれば、化学肥料を肥料価格の安い窒素単肥で施用してもWCS用水稲の生育や収量性を維持できるが、堆肥を施用しなければ窒素単肥だけでは生育や収量が徐々に低下することが明らかとなった。

一方、牛ふんを主原料とする堆肥にはカリウムが多く含まれていることから、通常の飼料作では堆肥連用により土壌中のカリウム蓄積や塩基バランスの悪化、飼料中のカリウム過剰等が懸念されると考えられていた。しかし、水田に年間1,000㎡当たり2,000kgの

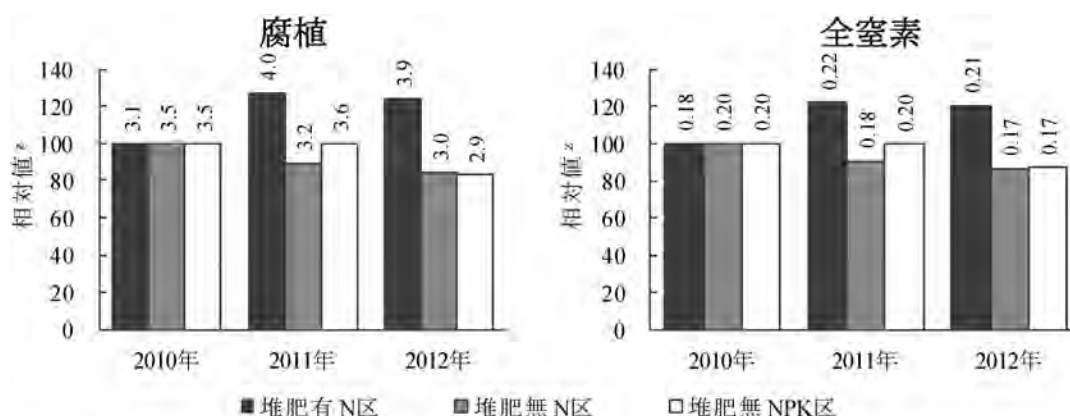


図1 土壌の地力指標(腐植:左図, 全窒素:右図)の推移(図中数値は実数%)  
 \* 相対値は各区の2010年跡地における数値を100とした指数

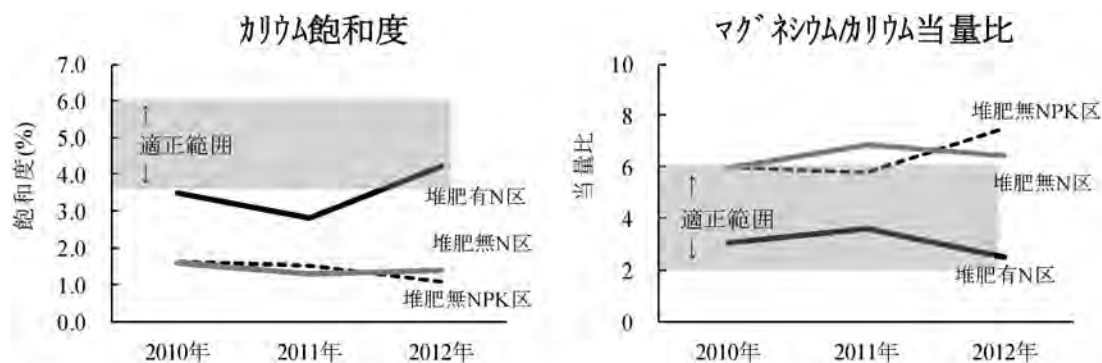


図2 土壌のカリウム飽和度(左), マグネシウム/カリウム当量比(右)の推移  
 注) 岡山県土壌施肥管理システムにおける適正範囲はカリウム飽和度3.7~6.0, マグネシウム/カリウム当量比2.0~6.0

籾殻牛ふん堆肥を3年間連用してWCS用水稲を栽培した本試験の結果は、堆肥連用に伴う土壌化学性の悪化や飼料品質の低下は大きな問題とはならず、むしろ、WCS用水稲栽培時に現地で実施されている平均的な施用量（1,000㎡当たり年間1,800kg程度）は地力低下を防止するために必要であることを示している。

本試験では牛ふん堆肥の現地導入時の経営試算はできなかったが、堆肥価格は現物1,000kg当たり0～7,500円と大きく異なる（社団法人岡山県畜産協会HPより）ため、施用する堆肥によっては肥料費の上昇要因になると考えられる。現地では、耕畜連携に係る助成制度を利用することやWCSロールの提供と相殺することで、堆肥に係るコストを低減しており、堆肥を利用する場合はリン酸、加里のっていない単肥窒素を施用することが低コスト化に必須と考えられた。

### 摘要

WCS用水稲栽培における低コストの施肥体系を確立するため、現地における肥培管理の実態調査を行うとともに、堆肥施用の有無と窒素単肥の施用がWCS用水稲の生育や収量、稲体中成分や土壌化学性に及ぼす影響を調査した。

1. WCS用水稲等を栽培する農家の堆肥等有機物の平均施用量は1,000㎡当たり1,749kg、化学肥料に由来する平均窒素施用量は同N4.6kg、化学肥料は窒素単肥を利用している場合が多く、これに係る肥料費の平均は同2,728円であった。
2. 牛ふん堆肥を施用した場合は化学肥料を肥料価格の安い窒素単肥で施用してもWCS用水稲の生育や収量、養分吸収量を確保できるが、牛ふん堆肥を施用しない場合は窒素単肥だけではリン及びカリウム等の養分吸収量が低下し、生育や収量が劣った。
3. 地上部全てを持ち出すWCS用水稲栽培で牛ふん堆肥を施用しない場合は、牛ふん堆肥を1,000㎡当たり年間2,000kg施用する場合に比べて、土壌中の腐植や全窒素含量、カリウム飽和度は低下するとともに、塩基バランスが不良となった。

### 引用文献

- 赤井直彦・鷺尾建紀・田淵（現、石井）恵・石橋英二（2012）岡山県南部水田土壌の化学性調査及び水稲茎葉中のナトリウム含有率に基づくカリウム減肥指針の作成. 土肥誌, 83: 266-273.
- 阿部薫・石川哲也・井尻勉（2003）WCS用水稲専用品種の黄熟期収穫物におけるカリウム含量. 関東東海北陸農業研究成果情報, 2003（3）: 86-87.
- 石橋英二（2005）土壌施肥管理システムの開発. 岡山農試研報, 23: 33-41.
- 金本健志・谷本俊明・貝淵由紀子・下澤秀樹・前田光裕（2006）飼料用稲の乾田散播直播栽培における堆肥および基肥施用法. 平成18年度近畿中国四国農業研究成果情報, [http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research\\_results/h18/02\\_kankyo/p85/index.html](http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h18/02_kankyo/p85/index.html).
- 松田晃・浅野目謙之・遠藤昌幸（2011）堆肥と窒素単肥の組み合わせによる飼料用米の省力・多収栽培. 平成23年度東北農業研究成果情報, <http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyyouhou/H23/suitou/H23suitou008.html>.
- 農林水産省（2012a）飼料をめぐる情勢(平成24年7月), [http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/pdf/megr\\_u\\_1207.pdf](http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/pdf/megr_u_1207.pdf).
- 農林水産省（2012b）農業経営統計調査平成23年産米生産費. 農林水産統計, <http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>.
- 日本草地畜産種子協会（2012）稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル, pp.63-102.
- 芝宏子・森次真一・大家理哉・石橋英二・藤本寛・高梨純一（2006）牛ふん堆肥の連用による土壌窒素無機化パターンの変化. 平成18年度近畿中国四国農業研究成果情報, [http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research\\_results/h18/02\\_kankyo/p95/index.html](http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h18/02_kankyo/p95/index.html).
- 財団法人日本土壌協会（2001）土壌、水質及び植物体分析法. 財団法人日本土壌協会, 東京, pp.33-81.

### Summary

In order to establish the fertilization system of the low cost in feed rice cultivation, while the fertility management in a local production cultivated land, the effect of the existence of compost application, and fertilizer of only nitrogen on growth and the yield of feed rice, an ingredient in feed rice, property of soil chemistry were investigated. The following results were obtained.

1. The investigation about the fertility management of the farmer which grows a feed rice etc., suggested that the amount of average application of organic matters such as manure was 1,749kg/1,000m<sup>2</sup>. The amount of average application of the nitrogen derived from chemical fertilizer was N 4.6kg/1,000m<sup>2</sup>, and the price of the average of fertilizer expenses was 2,728 yen/1,000m<sup>2</sup>.
2. When application of the cow manure was carried out, even if it carried out application of the fertilizer of only nitrogen, growth and the yield of feed rice, and the amount of ingredient absorbed could be secured. On the other hand, when application of the cow manure was not carried out, growth, the yield, and the amount of ingredient absorbed have felt by the fertilizer of only nitrogen.
3. When application of the cow manure was not carried out in feed rice cultivation which carries out all above-ground parts, while humus of soil, total nitrogen, and a potassium degree of saturation have felt, it became poor base balancing them. These results suggested that it was necessary to carry out application of the cow manure, e.g. 2,000kg/1,000m<sup>2</sup>/year, to the paddy field which cultivated feed rice.