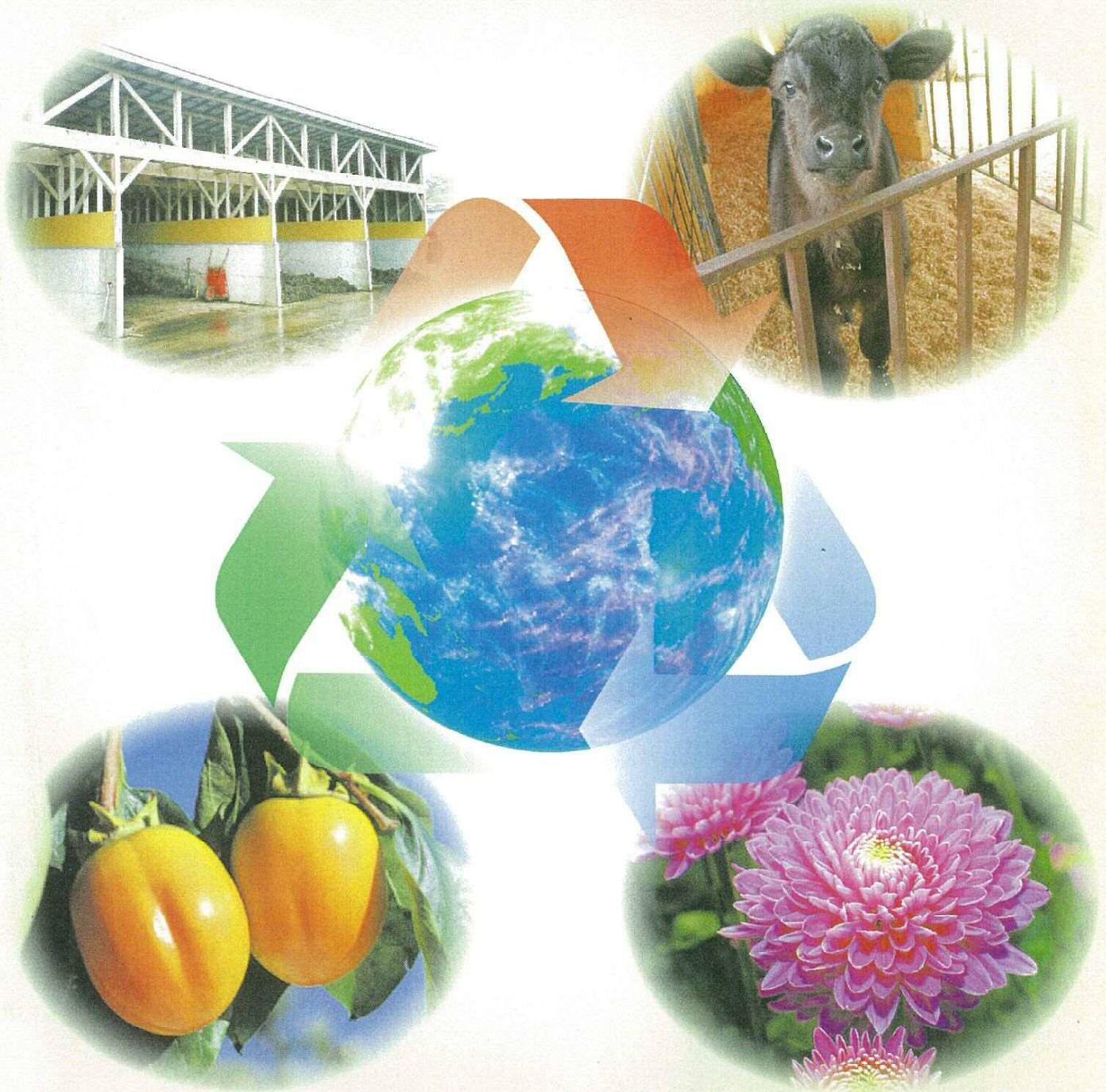


畜産環境情報

第55号

2014年12月



EIO
Livestock Industry's
Environment
Improvement
Organization

一般財団法人 畜産環境整備機構

畜産環境情報 <第55号>

目次

1. 環境保全型農業直接支払について

～化学肥料・農薬の低減と堆肥の施用等の取組に対する直接支払制度～

農林水産省 生産局 農産部 農業環境対策課
企画班 課長補佐
内田 真司 1

2. 飼料用米の生産と家畜ふん堆肥の利用

東京農業大学 農学部 畜産学科
畜産マネジメント研究室
准教授
信岡 誠治 9

3. 佐賀県の畜産と畜産環境対策について

佐賀県畜産試験場
畜産環境・飼料研究担当係長
脇屋 裕一郎 33

環境保全型農業直接支払について

～化学肥料・農薬の低減と堆肥の施用等の取組に対する直接支払制度～

農林水産省 生産局 農産部 農業環境対策課
企画班 課長補佐

内田 真司

1. 環境保全型農業と堆肥の施用

農林水産省では、農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和に留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料・農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業を環境保全型農業と位置付け、平成4年に全国的に推進を図るようになってから20年が経過しました。特に、堆肥の施用等による土づくりは、土壤の物理性の改善や養分保持能力の強化に加え、土壤病害虫等の被害軽減などにも効果が認められるケースが多いことから、環境保全型農業の推進に当たっても土づくりを基本としてきたところです。

しかしながら、農業労働力の減少・高齢化等を背景として、堆肥等の施用量の減少(図1)により土壤中の有機物含有量が減少するなど地力は低下傾向にあります。このような中で、近年、水田転換畑におけるpHの低下(土壤の酸性化)等による大豆収量の低下や(図2)、水稻の

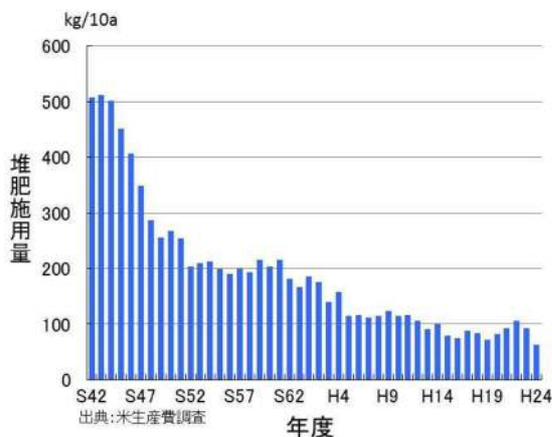


図1 水田における堆肥施用量の推移



資料:「大豆安定多収のポイント」(独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター生産体系研究領域長 島田信二氏

図2 pHの低下(土壤の酸性化)によるダイズの生育不良

生育が前期には旺盛であるにもかかわらず、生育後期になって徐々に不振になる現象であるいわゆる「秋落ち」の問題など、地力の低下による新たな問題も報告されており、地力の低下が加速化している状況がみられることから、堆肥の施用

等による地力の維持・増進を通じた安定的な食料生産基盤の確保を図っていくことが重要となっています。

一方で、土壌は、地球規模の炭素循環、炭素貯留の場として重要な役割を果たしており、堆肥等の有機物を土壌中に投入した場合、一部は微生物により分解され大気中に放出されるものの、残りは分解されにくい土壌有機炭素の状態です。長期間土壌中に貯留されることから、土づくりを通じて農地土壌の炭素貯留機能を向上していくことが地球温暖化防止の観点からも重要です(図3)。

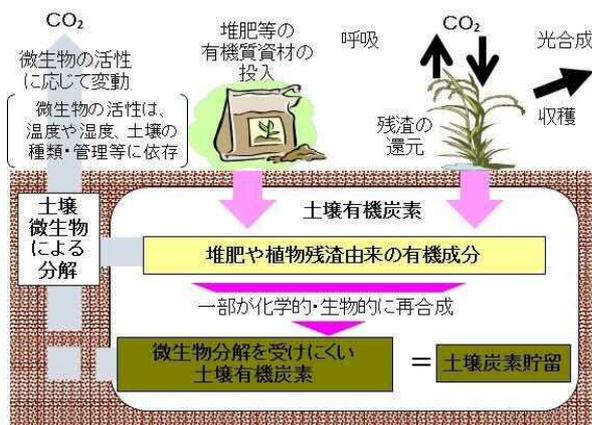


図3 農地・草地土壌の炭素収支モデル

2. 環境保全型農業に対する直接支払

こうした堆肥の施用等による土づくりを基本とした環境保全型農業の推進を図るため、平成11年には「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」が制定されました。この法律では、堆肥等の施用による地力の維持・増進と化学肥料・化学合成農薬の使用低減に一体的に取り組む農業者(エコファーマー)を都道府県知事が認定し支援を行うこと等を位置付けており、現在ではエコファーマー

の認定件数は約20万件となっています(図4、5)。

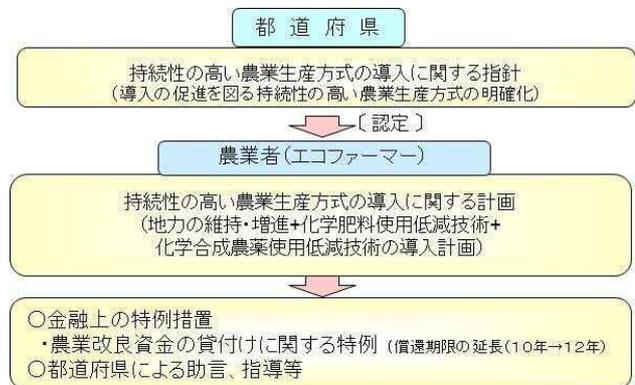


図4 持続農業法に基づく認定

また、欧米を中心に環境支払等の農業環境政策が進められてきた中で、我が国においてもこうしたエコファーマー等による環境保全型農業の取組を一層推進するため、平成19年度から、集落ぐるみで水路の泥上げや畦畔の草刈等の共同活動に取り組む活動組織の農業者が、化学肥料・化学合成農薬を地域の慣行レベルから5割以上低減する取組を行った場合に支援を行う「農地・水・環境保全向上対策(営農活動支援)」が導入されました。

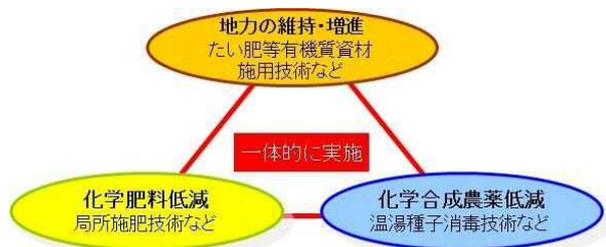


図5 持続性の高い農業生産方式

さらに、地球温暖化防止や生物多様性保全等、地球規模での新たな課題に直面

する中で、農業分野においても、土壌炭素貯留や生きものの生息空間の提供等、環境保全効果の高い営農活動の普及拡大を図っていくことが重要であることに鑑み、平成23年度からは、化学肥料・化学合成農薬を5割以上低減する取組と合わせて、地球温暖化防止や生物多様性保全に効果の高い営農活動に取り組む農業者に対して、当該営農活動の実施に伴う追加的コストを支援する「環境保全型農業直接支払」を実施しています。

この支払制度では、エコファーマー等の農業者や農業者グループ等を対象として、以下の内容で支援を行っており、平成25年度の実績面積は全国で約5万haとなっています(このうち堆肥の施用の取組は約1.0万haで実施)。

(1) 環境保全型農業直接支払の支援対象取組

- ①化学肥料・化学合成農薬の5割以上低減する活動とカバークロープ(緑肥)の作付を組み合わせた取組(交付単価8,000円/10a)
- ②化学肥料・化学合成農薬の5割以上低減する活動と炭素貯留効果の高い堆肥の水質保全に資する施用を組み合わせた取組(交付単価4,400円/10a)
- ③有機農業(化学肥料・化学合成農薬を使用しない農業)の取組(交付単価8,000円/10a)
- ④その他都道府県が特に認める取組(交付単価8,000円/10aを上限)

注：交付単価は国と地方公共団体が1：1の負担割合で支援

1) 全国共通取組

- ①～③の取組は「全国共通取組」と

して位置付けており(図6)、このうち②の堆肥の施用については、以下の取組が対象となります。

「炭素貯留効果の高い堆肥の水質保全に資する施用」について、主作物の栽培期間の前後のいずれかに堆肥を施用する取組で、以下の要件に該当するものです。

ア C/N比(炭素量と窒素量の比率)

が10以上の堆肥(鶏ふん等を主原料とするものは除く。)であって腐熟したものを使用すること

イ 堆肥施用後に栽培する作物が水稲の場合は10aあたりおおむね1.0t以上、その他の作物の場合は10aあたりおおむね1.5t以上の堆肥を施用すること

ウ 土壌診断を実施した上で、堆肥その他使用する資材における窒素及びリン酸の各成分量の合計量が、必要とする投入成分量を超えないように堆肥施用後に栽培する作物について施肥管理計画を策定し、適切な堆肥の施用を行うこと。また、この施肥管理計画に記載した堆肥施用量は、肥効率を考慮した堆肥由来の窒素成分量が原則として都道府県の施肥基準等を上回らない量とすること。

注：堆肥の施用量及び施肥管理計画の策定については、都道府県によって運用が異なる場合あり

2) 地域特認取組

支援対象取組の④の取組は「地域特認取組」として、地域の環境や農業の実態等を勘案した上で、地域を限定し

て支援の対象とする取組であり、対象となる取組や交付単価は取組の承認を受けた都道府県により異なります。平成26年度においては43道府県で140

取組が設定されており、取組の例としては、化学肥料・化学合成農薬を5割以上低減する活動と組み合わせて行う以下の取組があります(図7)。



図6 全国共通取組



図7 地域特認取組の例

ア 草生栽培

5割低減の取組を行う作物の圃地に麦類や牧草等を作付けし、一定期間後に枯れた麦類や牧草等が土壤に還元されることにより、土壤中に炭素を貯留する取

組(交付単価8,000円/10a)

イ リビングマルチ

5割低減の取組を行う作物の畝間に麦類や牧草等を作付けし、一定期間後に枯れた麦類や牧草等が土壤に還元さ

れることにより、土壌中に炭素を貯留する取組(交付単価8,000円/10a)

ウ 冬期湛水管理

5 割低減の取組の前後のいずれかの冬期間に水田に水を張る取組(交付単価8,000円/10a)

エ 総合的病虫害・雑草管理(IPM)

病虫害の発生状況に応じて、天敵(生物的防除)等による防除方法を適切に組み合わせ、環境への負荷を低減しつつ、病虫害の発生を抑制する防除技術を用いた取組(例:フェロモン剤を活用した予防的措置)

(交付単価4,000~8,000円/10a)

3. 日本型直接支払制度と農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律

(1) 日本型直接支払制度

平成23年度より、環境保全型農業直接支払により、地域の環境や営農実態に応じて、地球温暖化防止や生物多様

性に資する多様な取組を支援し、環境保全型農業の取組を推進してきたところではありますが、昨年12月に決定された「農林水産業・地域の活力創造プラン」に基づき、農業を足腰の強い産業としていくための政策(産業政策)と、農業・農村の有する多面的機能の維持・発揮を図るための政策(地域政策)を車の両輪として推進することとし、地域政策として「日本型直接支払制度」が創設されました(図8)。

この日本型直接支払制度については、多面的機能支払(農地維持支払及び資源向上支払)、中山間地域等直接支払、環境保全型農業直接支払で構成される制度であり、平成26年度は予算措置として実施するとともに、本年6月には、「農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律」が制定され、平成27年度からはこの法律に基づく措置として実施することとなっています。



図8 日本型直接支払制度

(2) 農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律

この法律は、農業の有する多面的機能の発揮を図るため、その基本理念、農林水産大臣が策定する基本指針等について定めるとともに、多面的機能発揮促進事業(日本型直接支払制度の対象となる取組等)について、その事業計画の認定の制度を設けるとともに、これを推進するための措置等について定め、もって国民生活及び国民経済の安定に寄与することを目的としています。

基本理念においては、

- ①農業の有する多面的機能が、国民に多くの恵沢をもたらすものであることを踏まえ、その発揮の促進を図る取組に対し、国、都道府県及び市町村が集中的かつ効果的に支援を行うことを旨として、その発揮の促進が図られなければならないこと。
- ②多面的機能の発揮の促進に当たっては、地域住民による共同活動が、良好な地域社会の維持・形成に重要な役割を果たしてきているとともに、農用地の効率的な利用の促進にも資することに鑑み、当該共同活動による取組の推進が図られなければならないこと。

を規定しており、国、都道府県、市町村が策定する方針や計画に即して、農業者の組織する団体等が、事業計画を作成し市町村の認定を受け、これに基づき日本型直接支払制度の対象となる取組を行う場合に、国、都道府県及び市町村が支援(費用の補助)することとしています(図9)。

4. 法制化を踏まえた環境保全型農業直接支払の見直し

環境保全型農業直接支払は、平成27年度からは、「農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律」に基づき実施することとなりますが、これに伴い、以下のとおり一部の仕組みを変更する予定です(図10)。

(1) 平成27年度環境保全型農業直接支払の主な変更点(予定)

1) 対象者

これまでは農業者個人を中心に支援を行っていましたが、地域政策として実施することや、例えば、昆虫、小動物、鳥類等の水田地帯に生息する多様な生きものを育むためには、化学合成農薬の低減や冬期湛水管理などの取組を点在して実施するよりも、地域でまとまりをもって取組を実施する方が効果が高いなど、より多面的機能の発揮の促進に資すること等を踏まえ、地域でまとまりをもった環境保全型農業の取組を推進するため、農業者の組織する団体を基本に支援を行うこととしています(一定の条件を満たす場合は農業者個人も対象となります)。

2) 対象活動

支援対象取組は基本的に変更しないこととしていますが、法律の趣旨を踏まえ、新たに、農業者の組織する団体等を構成する農業者が共同・連携して、環境保全型農業に関する技術向上や理解増進等に向けた活動(推進活動)を実施することとします。

背景

○ 農村地域の高齢化、人口減少等により、地域の共同活動によって支えられている多面的機能(国土保全、水源涵養、景観形成等)の発揮に支障。
 ○ 農地集積が進む中で、水路・農道等の管理に係る負担が担い手に集中。

農林水産業・地域の活力創造プラン(平成25年12月10日農林水産業・地域の活力創造本部決定)において、**日本型直接支払制度の創設、平成27年度からの法制化**が位置付け。

日本型直接支払の効果

- ・ 地域の共同活動等を支援することにより、多面的機能の発揮を促進。
- ・ 担い手に集中した水路・農道等の管理を地域で支えることにより、構造改革を後押し。

基本理念

① 農業の有する多面的機能が、国民に多くの恵みをもたらすものであることを踏まえ、その発揮の促進を図る取組に対し、国、都道府県及び市町村が集中的かつ効果的に支援を行うことを旨として、その発揮の促進が図られなければならないこと。
 ② 多面的機能の発揮の促進に当たっては、地域住民による共同活動が、良好な地域社会の維持・形成に重要な役割を果たしてきているとともに、農用地の効率的な利用の促進にも資することに鑑み、当該共同活動による取組の推進が図られなければならないこと。(第2条)

制度の仕組み

1. 農林水産大臣による「基本指針」の策定(第4条)
2. 都道府県知事による「基本方針」の策定(第5条)
3. 市町村による「促進計画」の作成
市町村は、基本方針に即して、農業の有する多面的機能の発揮を促進する事業(日本型直接支払の対象となる取組)の実施を促進する計画を作成(第6条)
4. 農業者団体等による事業計画の作成・実施
農業者の組織する団体等は、3.の事業を実施する計画(事業計画)を作成し、市町村に認定申請。認定された事業計画に基づき事業を実施(第7条)

<日本型直接支払の対象となる取組>(第3条)

- ① 農地、農業用水等の保全のための地域の共同活動により行われる次の取組 【多面的機能支払に相当】
 - イ 水路、農道、農地法面等の機能を維持するための取組 (農地維持支払に相当)
 - ロ イの機能を増進するための改良、補修等の取組 (資源向上支払に相当)
- ② 中山間地域等における農業生産活動の継続を推進する取組 【中山間地域等直接支払に相当】
- ③ 自然環境の保全に資する農業生産活動を推進する取組 【環境保全型農業直接支援に相当】

5. 事業計画の実施に対する措置
 - 国、都道府県及び市町村による費用の補助(第9条)
 - 農業振興地域の整備に関する法律の特例(第10条、第11条)(農用地区域の設定手続の簡素化、農用地区域からの除外の厳格化)
 - 土地改良法の特例(第12条)(都道府県営の土地改良施設における管理委託の特例)

施行期日：平成27年4月1日(平成26年度は予算措置として実施)

図9 農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律の概要

	現行対策(23~26年度)	法施行後(27年度~)
対象者	農業者、共同販売経理を行う集落営農、農業者グループ	農業者の組織する団体、農業者(一定の条件を満たす者)
対象活動	化学肥料・農業の5割削減の取組とセットで行う、地球温暖化防止や生物多様性保全に効果の高い営農活動 〔多面的機能発揮促進法では、「自然環境の保全に資する農業の生産方式を導入した農業生産活動」と規定(第3条)〕 〔法制化の趣旨を踏まえ、地域の農業者の共同・連携による環境保全型農業の普及に向けた取組が必要〕	→ 自然環境の保全に資する農業の生産方式を導入した農業生産活動の実施を推進するための活動
交付ルート	国から農業者等への直接支払 	都道府県、市町村を通じて農業者の組織する団体等への支払

図10 法制化を踏まえた環境保全型農業直接支払の主な変更点(予定)

地域でまとまりをもって環境保全型農業を実践することに加え、こうした推進活動を展開することで、地域環境の改善・向上のほか、新たに取り組む農業者の増加等による環境保全型農業の普及拡大や、消費者や地域住民との交流、環境に配慮した農産物のブランド化等を通じた販売面での効果等にもつながることが期待されます。

3) 交付ルート

これまでは国から農業者に直接交付を行っていましたが、都道府県や市町村の方針・計画に即して実施すること等に伴い、国から都道府県、市町村を通じて農業者の組織する団体等に交付することになります。

なお、現在予算編成過程において調整を行っているところであり、上記以外の事業内容等について変更することも想定されますが、事務手続きの簡素化等も含め、できるだけ活用しやすい制度となるようにしていきたいと考えています。

5 おわりに

以上のとおり、環境保全型農業直接支払については、平成27年度からは、法律に基づく安定的な制度となり、一部の仕組みを変更して実施していくこととしていますが、この制度の対象である堆肥の施用の取組は、農業の持続的な発展や多面的機能の発揮の促進を図る上で重要な取組であることから、今後も、耕種農家と畜産農家の連携の下、この制度を活用した堆肥の施用の取組が拡大するとともに、他の取組も含め、多様な環境保全型農業の取組が展開されることを期待しています。

また、環境保全型農業の推進に当たっては、生産はもとより、流通・販売、消費につながる様々な取組を推進していくことが重要であることから、今後、環境に配慮した農産物の生産や需要拡大に向けた多様な施策の展開に努めていきたいと考えています。

飼料用米の生産と家畜ふん堆肥の利用

東京農業大学 農学部 畜産学科
畜産マネジメント研究室
准教授

信岡 誠治

1. はじめに

2014年産米価の大幅な下落が伝えられているなかで、政府の飼料用米への支援策の強化もあって稲作農家は飼料用米の生産へ大きな関心を寄せている。単純に比較すると食用米の米価が60kg当たり8,000円だとすると9俵/10aとれた場合の米販売代金は7万2,000円、米の直接支払交付金7,500円/10aを加えても7万9,500円/10aにしかならない。

他方、飼料用米は地域の標準単収がとれるとすれば8万円/10aの交付金に加えて飼料用米の販売代金(kg当たり25円であれば9俵で1万3,500円)が加わり9万3,500円の粗収入となる。さらに国や県が指定している飼料用米の多収性専用品種を導入して生産すれば2014年産からは数量払いが導入されたことから交付金は最大で10万5,000円/10aが交付される。また、飼料用米の多収性専用品種を栽培すれば1万2,000円/10aが追加交付される。

この結果、多収性専用品種の飼料用米を生産して収量が地域の標準単収よりも150kg/10a増収となれば交付金収入が11万7,000円/10a、飼料用米の販売代金が1

万7,250円/10a(25円×690kg)で、粗収入は13万4,250円/10aとなる。明らかに飼料用米の生産の方が経営的には有利なので稲作農家の関心が飼料用米に向くのは当然である。

しかし、いつまでこの交付金制度が続くかは不透明である。伝えられている情報では当面は2017年産までは継続されるが、米の生産調整が廃止される2018年産からは見直しが行われそうである。

飼料用米生産に対する現状の交付金が固定化することは考えにくいことから、本格的に飼料用米生産の定着化(本作化)に向けた取り組みが求められる。すなわち、飼料用米生産の単収の大幅な増加と、新たな栽培体系の構築によるコストダウンである。

食用米の生産コストを分析すると、2012年産の全国平均の費用合計はkg当たり230円で、このうち最も高い割合を占めるのが労働費、次いで農機具費(機械償却費)、賃借料・料金(乾燥調製など)の順で、この三つの費目で約3分の2を占めている。

単収を1.5倍にすると、これらの費用は単純に考えると150円/kgに下げる

ことができる。この水準でも現在の輸入トウモロコシ価格の30円/kgとは大きな開きがあるが、大幅な縮減ができる。

したがって、飼料用米の生産コストの削減方策を考える場合は、単収1,000kgレベルで生産コストを下げるにはどうしたらよいか、栽培体系や流通体系を基本から見直して再構築してみることが求められる。

その際、鍵となるのは投入資材費の削減である。なかでも家畜ふん堆肥の活用は投入資材費削減の大きなポイントである。そこで、家畜ふん堆肥を利用した飼料用米の低コスト栽培技術のポイントを述べてみよう。

2. 家畜ふん堆肥による飼料用米栽培 試験結果

以下は2010年に東京農業大学で家畜ふん堆肥の多投入による単収1,000kg以上(籾重)の安全で安定した飼料用米の多収栽培技術を目指して栽培試験を行った結果である。

【試験結果の要約】

飼料用米の多収品種「モミロマン」などを用いた栽培試験を対照区と試験区Ⅰ、Ⅱを設けて実施した。研究方法は、①土壌分析に基づいた堆肥と化学肥料による施肥反応試験、②生育・収量試験、③土壌や水質などへの環境影響試験、④無農薬栽培試験である。

①については、堆肥の施用量に応じて水稻の穂ぞろい期以降の窒素吸収量および地上部乾物量が増加し、穂重増加(多収)になることが示された。

②については、堆肥の施用量に応じて草丈、茎数、葉数、葉色値に有意差が見られ、収量にも有意差が見られた。

③については、堆肥の多量施用が環境に及ぼす影響を調査したが、最高でも前年度と同様に堆肥3.6t/10aの試験区の深さ50cmのところで全窒素濃度は1.5ppmで環境基準値の10ppmを大きく下回る値であった。

④については、昨年は酷暑の高温気象続きであったが、無農薬栽培でもとくに生育や収量に影響を与える病害虫の発生は見られなかった。

【試験結果の本文】

目的

本試験では、「モミロマン」を用い、単収1,000kg以上(籾重)の安全で安定した多収技術について検討した。試験圃場は2008年、2009年は10a当たり3.6tの堆肥を施用したところで、これまでの収量(籾)は1,218kg(2008年)、1,055kg(2009年)をあげている。そこで、本試験では「モミロマン」の養分吸収量、土壌成分の変動について測定するとともに生育や収量に与える影響について分析した。

材料及び方法

1. 供試品種と試験区の設定

本試験は東京農業大学農学部棚沢水田で行った。供試品種は「モミロマン」で、試験区は「化学肥料区(窒素8kg/10a)」、「堆肥1.8t区」、「堆肥3.6t区」の計3区(各区10a)で行った。

II. 栽培方法

供試資材の成分、投入量は表1、表2のとおりである。堆肥は粒状の鶏糞発酵堆肥を2010年1月18日に、化学肥料は「塩化リン安086」を2010年5月20日に施用した。

表1 発酵鶏ふんの堆肥成分

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	C/N比
(乾物%)				
1.7	8.4	5.4	20	11.9

試験区	供試資材	施肥量	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
			(kg/10a)			
化肥区	塩加リン安086	60	8	11	10	—
1.8t区	発酵鶏ふん堆肥	1,800	30	151	97	360
3.6t区	発酵鶏ふん堆肥	3,600	59	302	194	720

表2 各区の施用基肥設計 (kg/10a)

「モミロマン」の播種(200g/育苗箱)は4月16日、5月7日に水田入水、5月21日に移植(6条乗用田植機)した。移植密度は21.2株/m²の密度で、6月6日に硫酸(N:1.68kg/10a)を全区に追肥した。水管理は水田周囲に畦畔板を張り、植え付け後活着までの2週間は水深約5cmを維持し、その後は深水管理(水深約10~15cm)とした。

しかし、2010年の夏季は異常高温気象

の影響で出穂(8月20日頃)時に用水がなくなり水管理ができなかった。除草は6月17日に歩行型動力除草機を用いて行った。病虫害防除は生産コスト削減と食の安全性を考慮し、無農薬栽培とした。

III. 生育調査

生育調査は草丈、茎数、葉色を1反復当たり連続10株で一回目の調査を6月6日に実施、それ以降2週間に1度実施した。葉色値は葉緑素計SPAD502(MINOLTA)を用い、最上位展開葉を3回計測し、その平均値を葉色値とした。

IV. 収量調査

10月19日、1区7反復、連続10株を無作為に刈り取り乾燥させ、籾重、千粒重、穂数、穂長、稈長および茎葉重を測定し、有効茎歩合を算出した。

V. 土壌深度別理化学性調査

土壌深度別理化学性調査の調査項目は全窒素、全炭素、pH、無機態窒素、可給態リン酸、陽イオン交換容量(CEC)及び交換性塩基量とした。

各区の土壌は堆肥投入前の1月から収穫の10月まで、毎月各試験区から手動式採土器(藤原製作所)を用い各区2反復、土壌を採取し、土壌深度0~5、5~10、10~15、15~20cmで切り分け、40℃で48時間乾燥させたものを粉碎し項目毎に抽

出、測定した。

(1) 全窒素、全炭素濃度調査

試料を 0.1g 採取し、SUMIGRAPF MODEL NC-220F AUTO (住化分析センター)を用いて全窒素、全炭素を測定した。

(2) pH

試料を 10.0g 振とう瓶に採取し、イオン交換水 50ml と混合し 1 時間振とう。振とう瓶を攪拌後、直ちに複合 pH 電極を容器の底に設置し pH 値を測定した。

(3) 無機態窒素

試料を 5.00g 振とう瓶に採取、KCl 50ml と混合し 30 分間振とう。その後ろ過、ろ液をフローインジェクション分析装置 (サヌキ工業) で無機態窒素 (アンモニウム態窒素、硝酸態窒素) を測定した。

(4) 可給態リン酸

試料を 1.00g 振とう瓶に採取し、抽出用硫酸液 200ml と混合し 30 分間振とう。その後ろ過、ろ液を日立自動土壤分析装置 (日立) で可給態リン酸濃度を測定した。

(5) 交換性塩基量

試料を 2.00g ナルゲン遠沈管に採取し、①酢酸アンモニウム 30ml と混合し 15 分間振とう。その後、遠心分離 (2,000~3,000rpm、3 分間) した後ろ過。①を 3 回繰り返す、ろ液を干渉抑制剤 5ml の入った 100ml 容メスフラスコにとり、酢酸アンモニウムで定容、ICPS-8100 (島津製作所) を用いて石灰、苦土、カリを測定。②使用した試料と 80%メタノール 20ml と混合し 30 秒間強振。その後、遠心分離 (2,000~3,000rpm、3 分間) した後ろ過。②を 3 回繰り返す試料の洗浄。③洗浄した試料と 10%KCl 溶液 10ml と混合し 15 分間振

とう。その後、遠心分離 (2,000~3,000rpm、3 分間) した後ろ過。③を 3 回繰り返す、ろ液を 100ml 容メスフラスコにとり、10% KCl 溶液で定容、日立自動土壤分析装置 (日立) で陽イオン交換容量を測定した。

VI. 植物体養分吸収量

(1) リン酸、カリ、石灰の吸収量

収量調査で用いた試料を粉碎し、0.5g テフロンビーカーに採取し精密分析用 HNO₃ と混合し、電気乾燥機 (120℃、90 分間) にかけて、内容物を 100ml 容メスフラスコにとり定容、ろ過、ろ液を ICPS-8100 (島津製作所) を用いて植物体地上部のリン酸、カリの吸収量を測定した。また、栽培に使用した堆肥に石灰量が多かったことから石灰量を測定した。

(2) 窒素吸収量

リン酸、カリ、石灰の吸収量測定と同じ試料を 0.1g 採取し、SUMIGRAPF MODEL NC-220F AUTO (住化分析センター) を用いて窒素吸収量を測定した。

結果及び考察

1. 結果

(1) 生育調査

草丈、m² 当たり茎数及び葉色値の推移は図 1、図 2、図 3 のとおりである。3 試験区の草丈の推移を比較すると、調査開始日の 6 月 6 日から 7 月 3 日にかけては「化学肥料区」が「堆肥両区」に比べ高く推移したが、7 月 14 日からは「堆肥 3.6t 区」が「化学肥料区」より高く推移した。その後各区とも同程度の草丈で推移し、調査最終日での有意差は見られなかった (図 1)。

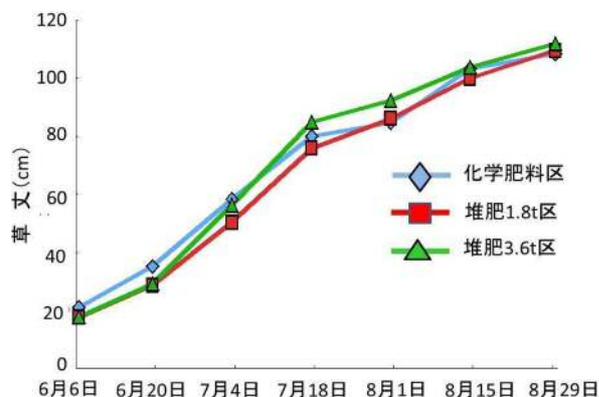


図1 各区の「モミロマン」の草丈の推移

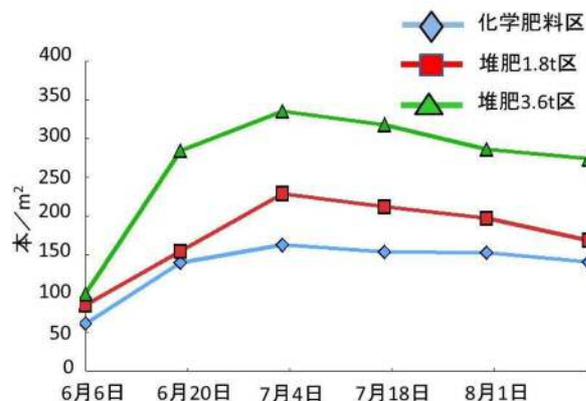


図2 各区の「モミロマン」の茎数の推移

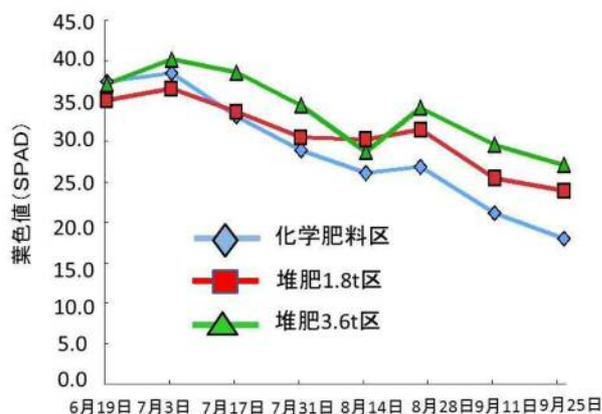


図3 各区の「モミロマン」の葉色値の推移

茎数は全期間を通して有意差がみられ、堆肥施用量が多い区ほど茎数が多かった。

「堆肥 3.6t 区」の茎数は「堆肥 1.8t 区」の茎数と比べ全生育期間を通して有意に多かった。7月3日時点の1㎡あたりの最大分けつ数は「堆肥 3.6t 区」で平均 335.1 本、「堆肥 1.8t 区」で 229.0 本、「化学肥料区」で 162.4 本となった。3 試験区ともに 7 月上旬から中旬にかけて最高分けつ期となった(図 2)。

葉色値も全調査日で有意差がみられた。6月19日のみ「化学肥料区」が「堆肥両区」に比べ高かったが、以降は堆肥施用量が最も多い「堆肥 3.6t 区」、次いで「堆肥 1.8t 区」の順で推移していった。7月3日の調査で全試験区供に最大の葉色値を示し、以降緩やかに低下していった(図 3)。

(2) 収量調査

収量調査結果は表 3 のとおりである。

- ◇ 1㎡あたりの穂数は「化学肥料区」、「堆肥 1.8t 区」に対して「堆肥 3.6t 区」で増加が著しかった。しかし、「化学肥料区」と「堆肥 1.8t 区」では差はみられなかった。
- ◇ 1㎡あたりの籾重は堆肥施用量の多い「堆肥 3.6t 区」で最も高く、次いで「堆肥 1.8t 区」、「化学肥料区」の順となり、堆肥施用量の違いによる有意差が見られた。しかし、「化学肥料区」と「堆肥 1.8t 区」では有意差はみられなかった。
- ◇ 千粒重は「堆肥 3.6t 区」のみ有意に軽く、「堆肥 1.8t 区」と「化学肥料区」との間に有意差はみられなかった。
- ◇ 穂長は「堆肥 1.8t 区」、「堆肥 3.6t 区」、「化学肥料区」とも同程度で有意差はみられなかった。
- ◇ 稈長は「堆肥 3.6t 区」のみ有意に長く、

「堆肥1.8t区」と「化学肥料区」との間に有意差はみられなかった。

◇有効茎数歩合は「化学肥料区」は高かったが「堆肥1.8t区」「堆肥3.6t区」との間に有意差はみられなかった。

◇10a 当たり籾収量は「堆肥3.6t区」が739.3kg、「堆肥1.8t区」が552.7kg、「化学肥料区」が548.4kgで、1㎡あたりの籾重調査と同様の傾向になった。なお。籾重を計測する際、自動粒数カウンターを利用したが、「堆肥3.6t区」は不稔粒や未登米が多く見られ登熟歩合は55%と低かった。この要因は後述するが、夏季の高温障害に加え、登熟期における用水ストップによる登熟不良と重なったためとみられる。

表3 各区の収量調査各項目の平均値

	籾重 (g/㎡)	千粒重 (g/1000粒)	穂数 (本/㎡)	穂長 cm	稈長 cm	茎葉重 (g/㎡)	有効茎割合 (穂数/茎数)
化学肥料区	548.4	25.8	162.1	20.5	64.7	787.9	99.81%
堆肥1.8t区	552.7	25.4	166.6	19.9	64.5	711.5	72.75%
堆肥3.6t区	739.3	23.3	239	21.5	71.1	926.1	71.32%

(3) 土壌深度別理化学性調査

1) 全窒素濃度、全炭素濃度

施肥前の1月と収穫前10月における土壌深度別の全窒素濃度、全炭素濃度を表4に示した。

①土壌深度0～5cm

土壌深度0～5cmの全窒素濃度は1月の調査では「堆肥3.6t区」が最も高く0.24mg/100g、次いで「化学肥料区」が

0.21mg、「堆肥1.8t区」が0.19mgの順だったが、10月の調査では窒素投入量に応じて「堆肥3.6t区」が0.24mg、「堆肥1.8t区」が0.22mg、「化学肥料区」0.20mgの順であった。

全炭素濃度は1月の調査では「堆肥3.6t区」が最も高く2.83mg/100g、次いで「化学肥料区」が2.40mg、「堆肥1.8t区」が2.16mgの順であったが、10月の調査では「堆肥3.6t区」は2.55mgと1月に比べて低下していた。他方、「化学肥料区」は2.28mg/100gで1月調査とほぼ同水準であったが、「堆肥1.8t区」は2.50mgと上昇していた。

②土壌深度5～10cm

土壌深度5～10cmの全窒素濃度は1月の調査では「堆肥3.6t区」が最も高く0.24mg/100g、次いで「化学肥料区」が0.20mg「堆肥1.8t区」が0.18mgの順だったが、10月の調査では窒素投入量に応じて「堆肥3.6t区」が0.24mg、「堆肥1.8t区」が0.23mg、「化学肥料区」0.20mgの順であった。

全炭素濃度は1月の調査では「堆肥3.6t区」が最も高く2.70mg/100g、次いで「化学肥料区」が2.27mg、「堆肥1.8t区」が2.04mgの順であったが、10月の調査では「堆肥3.6t区」は2.60mgと1月に比べて低下していた。他方、「化学肥料区」は2.28mg/100gで1月調査とほぼ同水準であったが、「堆肥1.8t区」は2.50mgと上昇していた。

表4 各区の施肥前、収穫前の深度別土壌理化学的性分析結果

施肥前0~5cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	6.6	0.21	2.40	2.8	8.1	0.4	85	50	377
堆肥1.8t区	7.3	0.19	2.16	7.8	5.1	0.4	89	90	598
堆肥3.6t区	7.4	0.24	2.83	24.5	3.2	1.1	91	143	884

収穫前0~5cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	6.1	0.20	2.28	9.9	5.9	0.4	61	30	399
堆肥1.8t区	6.6	0.22	2.39	44.3	0.9	0.5	45	59	494
堆肥3.6t区	6.8	0.24	2.55	99.7	0.6	0.4	44	58	625

施肥前5~10cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	6.6	0.20	2.27	2.2	6.0	0.4	79	45	353
堆肥1.8t区	7.3	0.18	2.04	9.5	3.3	0.3	79	86	605
堆肥3.6t区	7.6	0.24	2.70	27.6	2.7	1.3	95	146	990

収穫前5~10cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	5.9	0.20	2.28	9.4	1.0	0.3	54	20	353
堆肥1.8t区	6.8	0.23	2.50	42.1	0.5	0.5	45	58	510
堆肥3.6t区	7.0	0.24	2.60	88.7	0.5	0.4	57	81	684

施肥前10~15cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	6.8	0.20	2.27	2.8	4.3	0.4	82	49	385
堆肥1.8t区	7.4	0.17	1.91	6.4	3.3	0.4	96	96	586
堆肥3.6t区	7.6	0.23	2.63	23.5	2.2	1.1	103	157	910

収穫前10~15cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	5.94	0.20	2.26	10.6	0.7	0.3	54	23	370
堆肥1.8t区	6.91	0.23	2.45	44.9	0.4	0.3	51	71	526
堆肥3.6t区	6.98	0.23	2.43	87.2	0.2	0.3	56	104	643

収穫前5~10cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	5.9	0.20	2.28	9.4	1.0	0.3	54	20	353
堆肥1.8t区	6.8	0.23	2.50	42.1	0.5	0.5	45	58	510
堆肥3.6t区	7.0	0.24	2.60	88.7	0.5	0.4	57	81	684

施肥前10~15cm									
試験区	pH	全N	全C	リン酸	無機態窒素		交換性塩基		
	(H ₂ O)	(%)		可給態	NO ₃ -N	NH ₄ -N	MgO	K ₂ O	CaO
化学肥料区	6.8	0.20	2.27	2.8	4.3	0.4	82	49	385
堆肥1.8t区	7.4	0.17	1.91	6.4	3.3	0.4	96	96	586
堆肥3.6t区	7.6	0.23	2.63	23.5	2.2	1.1	103	157	910

③ 土壌深度 10～15cm

土壌深度 10～15cm の全窒素濃度は 1 月の調査では「堆肥 3.6t 区」が最も高く 0.23mg/100g、次いで「化学肥料区」が 0.27mg、「堆肥 1.8t 区」が 0.17mg の順だったが、10 月の調査では窒素投入量に応じて「堆肥 3.6t 区」が 0.23mg、「堆肥 1.8t 区」が 0.23mg、「化学肥料区」0.20mg の順であった。

全炭素濃度は 1 月の調査では「堆肥 3.6t 区」が最も高く 2.63mg/100g、次いで「化学肥料区」が 2.27mg、「堆肥 1.8t 区」が 1.91mg の順であったが、10 月の調査では「堆肥 3.6t 区」は 2.43mg と 1 月に比べて低下していた。他方、「化学肥料区」は 2.26mg で 1 月調査とほぼ同水準であったが、「堆肥 1.8t 区」は 2.45mg と上昇していた。

④ 土壌深度 15～20cm

土壌深度 15～20cm の全窒素濃度は 1 月の調査では「堆肥 3.6t 区」が最も高く 0.20mg/100g、次いで「化学肥料区」が 0.19mg、「堆肥 1.8t 区」が 0.15mg の順だったが、10 月の調査では窒素投入量に応じて「堆肥 3.6t 区」が 0.21mg、「堆肥 1.8t 区」が 0.20mg、「化学肥料区」0.16mg の順であった。

全炭素濃度は 1 月の調査では「堆肥 3.6t 区」が最も高く 2.20mg/100g、次いで、「化学肥料区」が 2.08mg、「堆肥 1.8t 区」が 1.68mg、の順であったが、10 月の調査では「堆肥 3.6t 区」は 2.29mg とやや上昇していた。他方、「化学肥料区」は 1.68mg/100g で 1 月調査に比べて低下し、「堆肥 1.8t 区」は 2.20mg と上昇していた。

2) pH

pH の土壌深度別の推移を表 4、図 4、図 5、図 6、図 7 に示した。「化学肥料区」は 1 月と 2 月が土壌深度 0～15cm では pH 6.6～6.8 であったが、3 月以降は低下し 5.8～6.2 で推移した。

他方、「堆肥 1.8t 区」「堆肥 3.6t 区」は年間を通して全土壌深度で「化学肥料区」と比較して高い値を示し、pH 7.7～6.6 と高い値で推移した。堆肥施用量別では堆肥をより多く投入した「堆肥 3.6t 区」の方が「堆肥 1.8t 区」に比較して高い値で推移した。そして両区共に深度 15～20cm が深度 0～15cm に比較して高い値を示した。

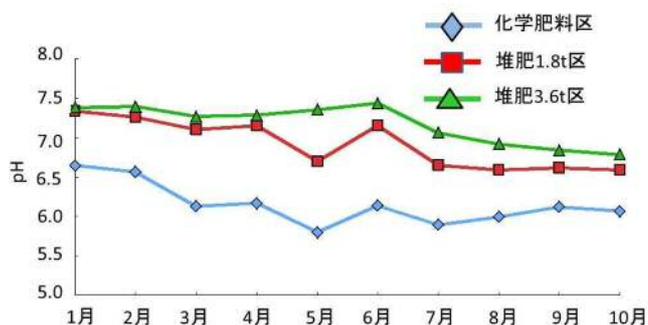


図 4 土壌深度 0～5cm の土壌 pH の推移

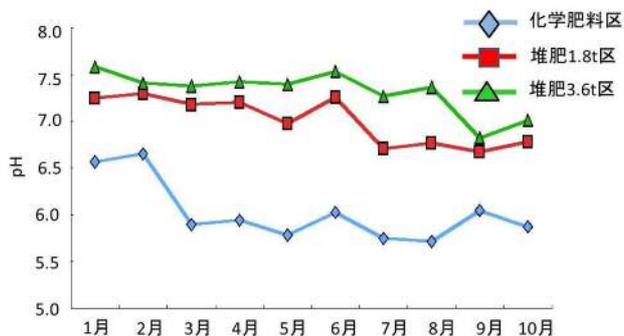


図 5 土壌深度 5～10cm の土壌 pH の推移

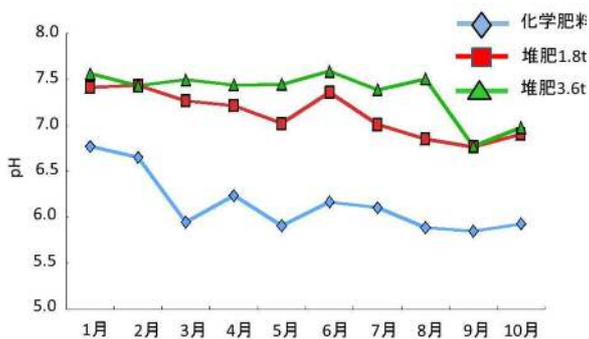


図6 土壌深度10~15cmの土壌pHの推移

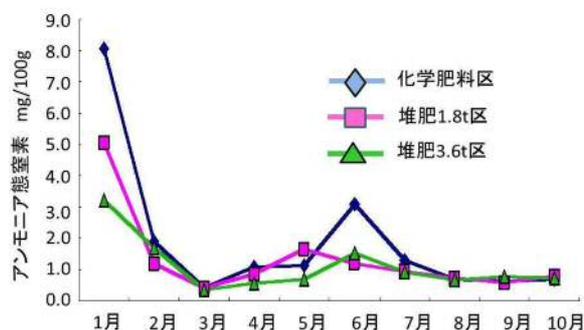


図8 土壌深度0~5cmの土壌のアンモニア態窒素の推移

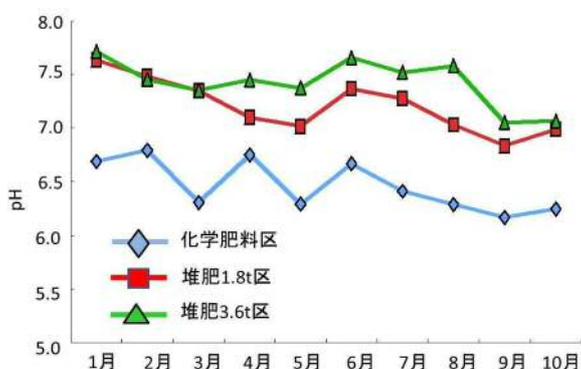


図7 土壌深度15~20cmの土壌pHの推移

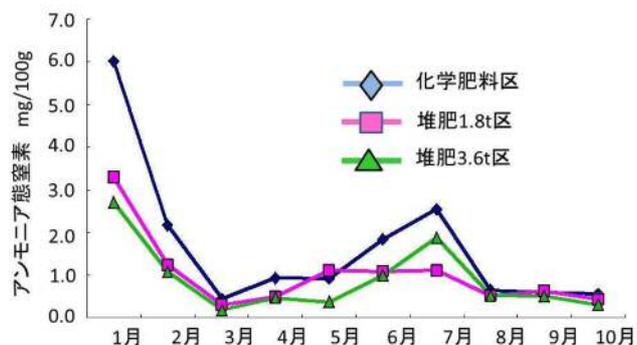


図9 土壌深度5~10cmの土壌のアンモニア態窒素の推移

3) 無機態窒素(アンモニア態窒素、硝酸態窒素)

無機態窒素の土壌深度別の推移を表4に示した。

アンモニア態窒素濃度はどの試験区も1月が最も高く、2月から急減し、6月の全区追肥時(硫安 N:1.68kg/10a)を除いて低く推移していった。「化学肥料区」と「堆肥両区」との間での差異はほとんどなく、また土壌深度別でも差異はなかった(図8、9、10、11)。

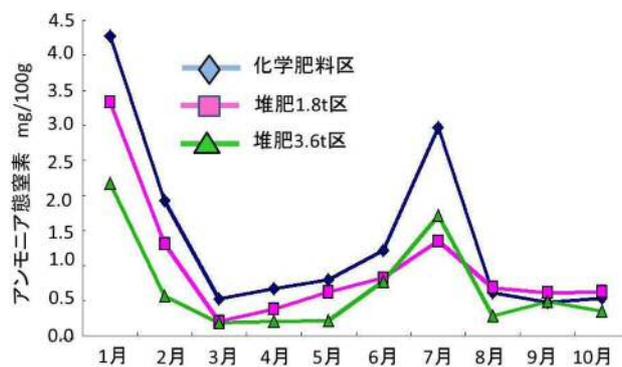


図10 土壌深度10~15cmの土壌のアンモニア態窒素の推移

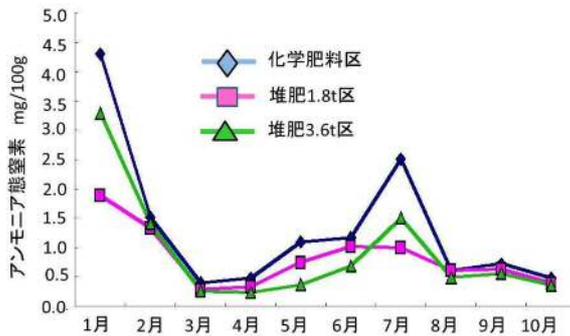


図11 土壌深度15~20cmの土壌のアンモニア態窒素の推移

硝酸態窒素濃度は調査期間を通じて「堆肥3.6t区」が最も高く、次いで「堆肥1.8t区」、「化学肥料区」の順であった。土壌深度別では各区毎に特異的な変動がみられた。各区で共通するのは1月に高い値を示したが2月、3月には急減し、3月以降地温の上昇や圃場への入水とともに上昇傾向を辿り、追肥を行った6月には低下し(土壌深度5~10cmの「堆肥3.6t区」を除く)、7月には上昇し、8月、9月は再度低下し、10月には再度上昇する傾向が見られた。このなかで、土壌深度5~10cmの「堆肥3.6t区」が6月の硝酸態窒素濃度が他の区に比べて大きく上昇しているのが目立っている(図12、13、14、15)。

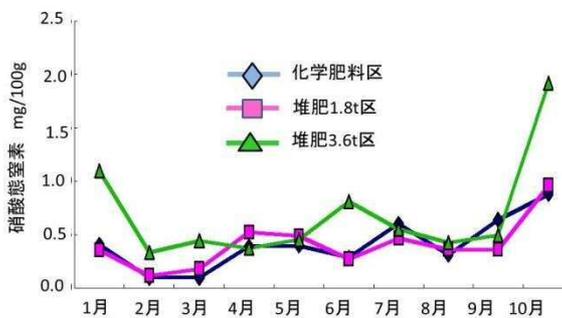


図12 土壌深度0~5cmの土壌の硝酸態窒素の推移

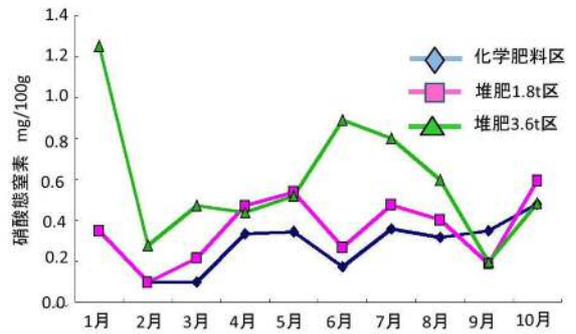


図13 土壌深度5~10cmの土壌の硝酸態窒素の推移

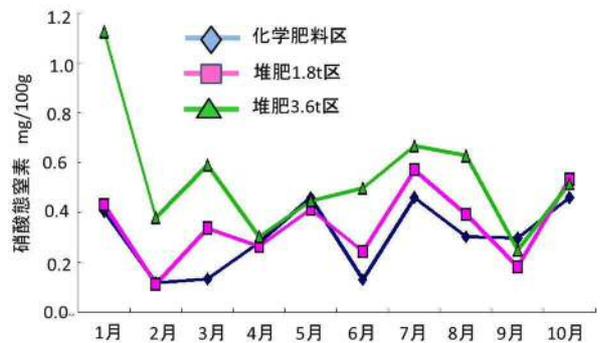


図14 土壌深度10~15cmの土壌の硝酸態窒素の推移

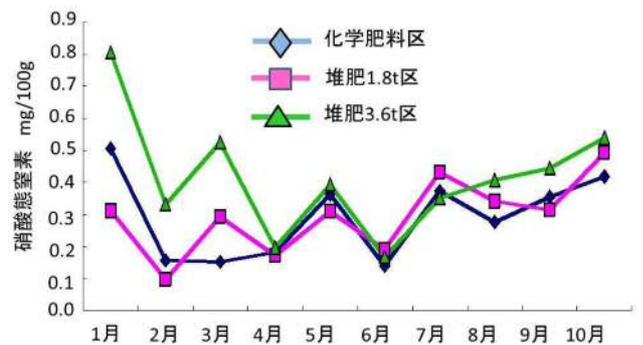


図15 土壌深度15~20cmの土壌の硝酸態窒素の推移

4) 可給態リン酸

施肥前の1月と収穫前の10月の土壌深度別の可給態リン酸量は表4のとおりである。1月の調査では「堆肥3.6t

区」が最も多く、次いで「堆肥 1.8t 区」、「化学肥料区」の順となった。10 月の調査では全試験区において上昇が見られたが、「堆肥両区」が「化学肥料区」と比較して大きく増加していた。堆肥施用量別では堆肥をより多く投入した「堆肥 3.6t 区」が「堆肥 1.8t 区」に比べ多かった。

5) 交換性塩基量

施肥前の1月と収穫前の10月の土壌深度別の交換性塩基量は表4のとおりである。

苦土 (MgO) は1月の調査では全深度で「堆肥 3.6t 区」が最も多く、次いで「堆肥 1.8t 区」、「化学肥料区」の順である。10月の調査では全区、全深度で同程度まで減少していた。

カリ (K₂O) は1月の調査では全深度で「堆肥 3.6t 区」が最も多く、次いで「堆肥 1.8t 区」、「化学肥料区」の順になった。10月の調査では全区各深度とも同程度量の減少が見られたが、「堆肥 3.6t 区」の0~10cmのみ他区他深度に比較して著しく減少していた。

石灰 (CaO) は1月の調査では全深度で「堆肥 3.6t 区」が最も多く、次いで「堆肥 1.8t 区」、「化学肥料区」の順になった。10月の調査では「化学肥料区」では全深度で変化がほぼ見られなかった。堆肥両区では全深度で減少し、とくに「堆肥 3.6t 区」の減少が著しかった。

(4) 植物体養分吸収量

植物体の地上部養分吸収量は表5のとおりである。

1) リン酸、カリ、苦土の吸収量

植物体地上部の P₂O₅、K₂O の吸収量は「堆肥 3.6t 区」で最も多く、次いで「堆肥 1.8t 区」、「化学肥料区」の順となり、堆肥施用量により差異が見られた。しかし、「化学肥料区」と「堆肥 1.8t 区」では差異はほとんど見られなかった。CaO の吸収量は「堆肥両区」が「化学肥料区」に比較して多かったが、堆肥施用量の違いによる差異は見られなかった。

表5 植物体地上部養分吸収量
(kg/10a)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
化学肥料区	6.5	4.7	14.1	2.0
堆肥1.8t区	7.6	5.1	16.4	3.3
堆肥3.6t区	13.8	7.2	31.8	3.3

2) 窒素吸収量

植物体地上部の窒素吸収量は「堆肥 3.6t 区」で最も高く 13.9kg/10a、次いで「堆肥 1.8t 区」が 7.6kg/10a、「化学肥料区」6.5kg/10a の順となり、堆肥施用量の違いによる差異が見られたが、「化学肥料区」と「堆肥 1.8t 区」では差はほとんど見られなかった。この結果から「堆肥 3.6t 区」における窒素吸収量は追肥の 1.68kg/10a を除いた基肥として施用した堆肥からの窒素吸収量は 12.1kg/10a とみられる (肥料効率は 20.5%と推定される)。

II. 考察

「モミロマン」の生育は堆肥施用量が最も多い「堆肥 3.6t 区」が「堆肥 1.8t 区」及び「化学肥料区」と比べ、茎数、

葉色値において全生育期間を通じて有意に高い値を示した。堆肥を連年施用することによって生育量が増すとされているが、本試験では「堆肥 3.6t 区」において 3,600kg/10a の堆肥施用を4年連続施用したことを勘案すると堆肥の多量連年施用が「モミロマン」の生育を増大させたと考えられる。

収量は堆肥施用量の最も多い「堆肥 3.6t 区」が「堆肥 1.8t 区」及び「化学肥料区」と比べて㎡あたりの籾重、稈葉重、穂数が有意に多くなっている。このことから本試験では「堆肥 3.6t 区」は10a 当たり 59kg の窒素成分量の施用をしたことから、「モミロマン」の分けつの増加及び穂数の増加を促し、収量を増加させた要因であると考えられる。

しかし、2008年、2009年の同試験と比較して2010年産の本試験では著しく収量が低下した。この要因は高温による不稔障害や用水不足による登熟歩合の大幅な低下によるものである。

堆肥施用区の pH が高い要因としては、鶏糞発酵堆肥に含まれる CaO の割合が高いことから堆肥施用区では植物体の CaO 吸収量以上に堆肥から CaO が供給されているため、植物体が吸収しきれず土壤中に蓄積してきているためと考えられる。

CaO 以外の窒素、リン酸、カリの肥料分の植物体吸収量は「化学肥料区」より「堆肥施用区」が高い吸収量を示しており、堆肥施用区では「堆肥 1.8t 区」より「堆肥 3.6t 区」が高い吸収量を示した。この結果、「化学肥料区」、「堆肥 1.8t 区」

より「堆肥 3.6t 区」の方が多収となり、生育も優位となっている。

アンモニア態窒素濃度の測定値は低いが試験サンプルが好気的条件下で保存したため、土壌サンプル中に存在していたアンモニア態窒素が硝酸態窒素に変化したためと考えられる。したがってアンモニア態窒素は本来土壌に含まれている量より低く測定され、硝酸態窒素が高く測定されたのではないかと考えられる。または、アンモニア態窒素は植物体に吸収されたために低くなって検出されなかったことも考えられる。

可給態リン酸は「化学肥料区」、「堆肥施用区」の各土壌深度において肥料施用前の土壌に比べ収穫前の土壌が顕著な増加傾向を示した。可給態リン酸は土壌中に固定されるため、供試資材である鶏ふん堆肥を毎年多量施用した場合、土壌中に可給態リン酸が蓄積していくと考えられる。本試験ではこれが稲の生育を阻害するかどうかは特定できない。

上記から堆肥からの時系列的な無機態窒素の供給量、モミロマンの生育ステージ毎の窒素養分吸収量、pH の生育収量に与える影響、栽培期間外の土壌成分の変化を明らかにすることができた。そして「モミロマン」の発酵鶏ふん堆肥の適正施肥量としては「堆肥 3.6t」が望ましいことが示唆された。

3. 飼料用米の低コスト栽培技術

(1) ポイントは不要な作業・資材の投入を省くこと

飼料用米の低コスト栽培のポイントは、現在投入している稲作労働作業と資

材を徹底的に見直し、不要な作業と資材を省くことである。最終的には飼料作のデントコーンの栽培や麦作と同様に播種して収穫するだけの作業体系にして、途中の管理はなくする方向でいくべきである。ここでは飼料用米の低コスト栽培技術の新しい栽培体系について東京農業大学で取り組んでいる方法について具体的に紹介する。

第1は専用多収品種の導入：

飼料用米で単収 1,000kg レベルを実現するには、それに対応した多収品種の選定と導入が重要なポイントである。現在、全国の各地域に適合した多収の飼料用米専用品種や飼料稲品種が出そろってきたことから、地域に合った多収品種を導入することが重要である。東京農業大学では、「モミロマン」を軸に、「タカナリ」、「べこあおば」、「きたあおば」、「北陸 193 号」、「リーフスター」などの飼料用米品種を試験栽培しているが、北海道、東北向けの冷害に強い品種は実験田のある神奈川県では出穂が早すぎて、鳥害にあって収量は低いのが実情である。したがって、各地域の食用米の出穂時期と同じか少し遅い品種を導入していくのが最善である。

第2は家畜ふん堆肥の多量投入：

食用米の慣行の施肥量基準は 10a 当たり約 7kg (窒素成分量) である。しかし、飼料用米の多収品種はこの 4 倍の施肥量 (窒素成分量で 28kg/10a) が基準となっている。高度化成肥料でこれだけ多量の施肥を行うと肥料代(約 24,000 円/10 a) はコストアップとなる。したがって、施肥はもっと安価で地力の増強

にもつながる家畜のふん尿を発酵させた堆肥の多投入が必須条件となる。

東京農業大学では毎年、発酵鶏ふん堆肥を 10a 当たり 3.6t (窒素成分量で 68 kg) 投入した試験区Ⅰ、1.8t (同 34kg) を投入した試験区Ⅱ、対照区は化学肥料 (同 8kg) を投入して施肥試験を各 10a 規模で実施している。2009 年の栽培試験の結果は、最も生育が旺盛で収量が多い (籾重量で 1,000 kg を超えている) のは 3.6t/10a 区の圃場で、次いで 1.8t/10 a 区の圃場は 900 kg 台、化学肥料区の圃場は 700kg 台の成績である (表 6)。

表 6 「モミマロン」の収量調査結果
(平成 21 年度)

東京農業大学畜産マネジメント研究室

	慣行区	1.8t区	3.6t区
粗モミ単収 kg/10a	772	962	1,055
粗玄米単収 kg/10a	618	770	844
有効茎歩合 %	98.8%	96.6%	96.7%
1穂粒数	165粒/穂	157粒/穂	159粒/穂
茎数/株	8.6本	11.4本	12.9本
穂数/株	8.5本	11.0本	12.5本
稈長	70.2cm	71.5cm	73.9cm
穂長	22.1cm	21.9cm	22.1cm
千粒重	26.3g	26.5g	25.2g

コメント：収量が思ったほど伸びなかったのは、9月上旬に用水停止で一番水が必要な登熟期に水不足となり登熟歩合が71%低下したためである。登熟歩合が85%になれば3.6t区では、1,263kgと目標の1.2t/10aを超えるものと考えられる。

投入しているのは発酵鶏ふん堆肥で、毎年冬の1~2月にブロードキャスター (容量 400ℓ) を利用して散布している (写真 1)。近くの養鶏団地で製造されている発酵鶏ふん堆肥は、臭いはほとんどなく、水分 15%程度の粒状 (ふるい分けしたもので直径 5mm 程度) で、成分

は窒素1.9%、リン酸8.4%、カリ5.4%、C/N比:11.9である。生の鶏糞をそのまま乾燥させた乾燥鶏ふんの窒素は3.8%あって速効性があるが、東京農業大学で利用している発酵鶏ふん堆肥は速効性がないのが特徴である。ここで、最も重要なのは堆肥の投入量をどう決めるかである。化学肥料の場合は、成分は速効性がありほとんどが肥効として現れてくるが、家畜ふん堆肥の場合は、その内容により肥効は様々で一概にこの量で良いとは言えないことである。



写真1 発酵鶏ふん堆肥はブロードキャスターで圃場散布
(東京農業大学の試験水田)

したがって、家畜ふん堆肥の投入量を決めるに当たっては、堆肥の成分分析とともに水田の土壌分析を行いどの程度の量を投入したらよいかを決めることが大事なポイントである。

全国各地の畜産農場の堆肥を分析してみると、その内容は様々で水分含量や肥料成分にも大きな差異があるのが実態である。

実際、東京農業大学の試験田では5月下旬の田植え後の初期段階では堆肥施

用区の圃場における肥効はほとんどない状態であるので、化学肥料区に比べて初期生育は劣っているが、気温が上昇し中期以降になると肥効が上がってきて、化学肥料区の圃場よりも生育は旺盛となって草丈や茎数は有意な差異がみられ、だれが見ても歴然とした生育や収量の差異が確認できる状況となっている。

これだけの多量の堆肥を毎年、投入し続けていくと水質汚染や地下水汚染が懸念されるが、現在までのところ表面水や地下水に含まれる硝酸態窒素の濃度は水質の環境基準である10ppmを大幅に下回っており、最高でも地下50cmのところでは1.5ppm、大半は化学肥料と差異はないことが確認されている。また、発酵鶏糞堆肥に含まれているリン酸やカリの量も多いので、カリ過剰による障害が懸念されるが、障害の発生はない。土壌分析してみても土壌中のカリ濃度は上昇してきていないことが確認されていることから、用水に溶けて流亡しているものと見られる。他方、土壌中のリン酸の濃度は徐々に高まってきており蓄積してきていると見られるが、生育そのものには障害はみられていない。もし、今後生育障害が見られるようであれば、堆肥の投入量を減らしていけば良い。いずれにしても家畜ふん堆肥を水田に投入する際は堆肥そのものの分析とともに土壌分析を行い、投入した肥料成分の動態把握が重要である。

第3は水管理の省略：

水管理の労働時間は結構かかっているのが実態である。食用米栽培ではきめ細かな管理を行い、中干しなども実施し

ている。しかし、飼料用米栽培の水管理は田植え後、苗が活着する2週間程度は水深3~4cmの浅水管理、苗の活着後はできるだけ深水管理（できれば水深15cm）とし、9月中旬まで中干しなしの深水湛水管理のままで大丈夫である。こうすれば水管理労働時間は10a当たり1時間もかからないことから、水管理の省略は労働時間の大幅な短縮に結びつく。

水管理で問題なのは、9月上旬の飼料用米の登熟の途中で用水が止められてしまうことである。飼料用米の多収性専用米の栽培では本来、登熟が終了する10月上旬~中旬まで用水が欲しいところであるが、食用米の水管理が優先されることから9月上旬に用水が止まってしまう。登熟の最中で水がなくなると、どうしても登熟歩合が低下し、不稔の発生が多くなる。このため東京農業大学の試験田では、「モミロマン」の登熟歩合は6~7割程度で推移しているのが実情である。登熟歩合が食用米並みの85%程度に上がれば、玄米ベースでの単収は1,000kgを上回ることになる。

この問題は全国各地で飼料用米を作付けしているところによく聞くので、早急な対応が必要である。解決策としては、飼料用米の圃場は団地化し、水系を別にして10月中旬まで用水が使えるようにすることである。

第4は乾燥調製作業の省略：

この方法は立毛のまま放置し天日乾燥するものである（写真2）。生粳の水分含量が15%以下に下がったら収穫する。すなわち、立毛乾燥の導入である。生粳の乾燥調製の費用は60kg当たり約

1,600円と高い。仮に20俵とれたとすると10a当たりの乾燥調製費は32,000円にもなる。したがって、乾燥調製作業を省略すると、大幅なコストダウンに結びつく。収穫した粳はそのまま貯蔵・保管できるので、大幅なコストダウンが実現できる。ただし、この方法は、秋期に雨が少ない関東以西の西南暖地ではすぐにできるが、北海道・東北地方や日本海側の地域には向かない。しかし、天候にもよるができるだけ遅く収穫して生粳の水分含量を下げることが求められる。

高水分のまま収穫せざるを得ない場合の打開策としては、生粳を高水分のまま収穫して軽く破碎して乳酸菌を添加してソフトグレインサイレージ（SGS）として利用する方法がある。SGSは密閉し乳酸発酵させた家畜飼料であるので1年間はそのまま保存でき、家畜の嗜好性も良いという試験結果が、各県の畜産試験場などで報告されている。



写真2 飼料用米は立毛乾燥で水分15%以下になったらゆっくりと収穫（同水田）

東京農業大学の試験田の収穫時期は

毎年11月中下旬である。心配される鳥害は穂の上部に大きな止め葉が立っているのほとんど見られない。

多収の飼料用米のコンバイン収穫での留意点は、収量が多いので食用米と同じ作業スピードで収穫していくと負荷がかかりすぎてエンジンがストップしてしまうことである。そこで、食用米では通常10a当たり30分の収穫作業時間であるのを約1時間に伸ばし、スピードを抑えてゆっくり収穫している。または、作業スピードは食用米と同じであるが、刈り幅を半分(6条刈を3条刈に)にして収穫している。

第5は育苗作業の省略：

飼料用米の新たな栽培法として直播栽培の導入があげられる(写真3)。直播栽培は、苗立の安定性や雑草対策などの課題を克服すれば実現可能である。



写真3 飼料用米の乾田直播栽培試験
(同水田)

東京農業大学が試験的に取り組んでいる直播栽培法は立毛乾燥中の圃場に豆科牧草である「ヘアリーベッチ」や「クリムソクローバー」の種子を散布し、草生を活かして直播するものである。

「ヘアリーベッチ」は、根粒菌で土壤中に窒素を固定するだけでなく、「アレロパシー(他感作用:ある植物が他の植物の成長を抑制する物質を出すこと)」で雑草を抑制する効果を持つとされている。「ヘアリーベッチ」などは、春暖かくなると繁茂してきて高さ50cmぐらいの草丈になるが、播種前にハンマーナイフ(自走式畔草刈り機)で細断して乾草のマットを作り、麦の播種機でも使われる点播式ドリルシーダーで浅耕しながら播種していく。なお、「ヘアリーベッチ」は紫色の花が咲き、「クリムソクローバー」は赤色の花が咲き、水田はお花畑となり、美しい田園空間が形成される。

播種後、入水すると種籾は発芽してくるが、乾草のマットがあるので雑草の抑制になることが期待できる。また、鋤き込まないのでガスの発生もない。浅耕起で播種するので、耕起・代かきの作業も不要となり、育苗や田植えも不要となる。直播栽培を導入する場合の最大のポイントは、水田の均平をしっかりとし、100mで±5cm以内にするこことである。

以上の方法は、まだ完全に安定した栽培技術体系となっていないが、雑草抑制と堆肥の投入量を節減できる可能性がある。

なお、東京農業大学で実施している移植栽培のポイントは次のとおりである。

- ①播種：種籾を比重1.13で塩水選し、30度Cの温水に2～3日漬けて催芽処理する。鳩胸状態になったら乾かして、育苗箱に播種する。播種量は1箱当たり200g程度の厚播きで、床

土がほとんど見えない状況である。種子消毒剤はなし、温湯消毒もなしである。育苗箱は10a当たり25箱を基準としている。当然、立ち枯れ病や馬鹿苗病が5%以内の割合で発生してくるので、病気が出てきた箱は廃棄することとしているので、10a当たり1箱余分に育苗している。すなわち、10a当たり26箱を作成している。

播種量を多くかつ育苗枚数を多くしたのは、多くの多収米品種に共通する特徴として分けつ数が少ないためである。すなわち、1株当たり5~6本の太植えとし、かつ3.3㎡当たり70株の密植栽培とするためである。

- ②育苗：育苗を促進するため育苗器に3日間程度入れ、覆土した床土が盛り上がり白い芽が出そろったところで、外に並べて白の保温マルチシートで覆っておく。4~5日もすると一斉に床土の上に芽が出そろってくるので、シートを外し育苗する。後は1日1回、移植前日まで灌水するだけである。この作業もタイマー付きの自動灌水装置を使えば省略できる。もし、苗が窒素飢餓で黄色くなってきたら、尿素あるいは硫酸を入れて灌水する場合もあるが、床土に肥料分が含まれていれば、その必要はない。播種の育苗期間は37日前後で、5.5葉期程度の成苗としている。食用米の苗と比べると、苗の長さはむしろ短く、葉が厚く固い苗である。ひょろひょろとした食用

米の苗と違いは一目でわかる。

- ③移植：通常の食用米と同じ田植機を利用して、3.3㎡当たり70株の密植としている。当然、その前に家畜ふん堆肥散布(1、2月の作業)を行い、耕起・代かき作業は食用米と同じように行っている。田植え後は入水し、前記した水管理を行う。水深15cm程度の深水管理を行うには、本来それに対応できる高い畦が必要であるが、東京農業大学の試験田は高畦構造となっていないので畦畔板を入れて深水管理を行っている(写真4)。



写真4 水深15cmの深水管理のため畦畔板を設置(銅水田)

第6は農薬散布の省略：

飼料用米(写真5)は、家畜の飼料であるので農薬の使用はできるだけ控え、農薬残留フリーで栽培することが必須条件である。



写真5 飼料用米「モミロマン」の立毛状態(同水田)

東京農業大学の試験水田では、種子消毒剤、殺菌剤、殺虫剤、除草剤などの農薬は、一切使用していない。とくに無農薬にこだわっているわけではないが、投入資材費や散布の手間を省く観点から省略している。

食用米では除草剤(初期一発剤)を使用しても雑草は発生してくる。特定の雑草に効く選択性の除草剤が多いので、特定の雑草を退治しても、しばらくすると他の雑草が繁茂してくるのが実情である。

飼料用米に初期の一発剤(キロ粒剤など)の除草剤を散布すると、むしろ薬害が生じ、苗の生育が阻害され苗が消失するなどの弊害がみられるので、注意が必要である。

当然のこととして飼料用米の圃場でも多くの雑草は芽を出してくるが、苗の生育が雑草の生育よりも旺盛なことから、雑草の生育が抑制されるようである。とくに、水深15cmの常時深水管理を行っていることから、水圧で雑草の生育が抑えられるようである。しかし、それでも水生雑草は出てくる。「オモダカ」や「コナギ」などの難雑草はやっかいであ

る。そこで、東京農業大学の試験圃場では活着後に動力機械除草機を使って1~2回、機械除草を行っている。

なお、農薬を一切使わないと水田には多種類の水棲生物(メダカ、タニシ、オタマジャクシ、ヤゴなど)が繁殖し、さながらビオトープ(生物生息空間)のような水田となることから、生物多様性にも寄与できると考えられる。

すなわち、農薬の使用は費用対効果で考え、食用米のようにマニュアルで予防的に使用することは、飼料用米栽培では止めるべきである。とくに稲の病気で一番やっかいなのは「いもち病」である。いもち病気が発生しなければ農薬散布の必要はない。今後、飼料用米専用品種に「いもち病」が発生するような場合は、耐病性の品種を開発していくことが必要となる。この結果、現在の食用米栽培における10a当たり労働時間は約26時間であるが、これらの方法を採用すれば、将来的には麦作と同程度の5時間程度(6分の1)に短縮することが期待できる。

第7は機械費用(機械償却費)の削減:

飼料用米の生産コストで労働費に次いで大きな比重を占めるのは機械の償却費である。食用米と同じ機械(田植機やコンバイン)を利用できるので新たな機械投資は必要ないのが大きなメリットである。しかし、今後、飼料用米の作付面積が増えてくると新たな機械投資が必要となることも考えられる。そこで、提案したいのはコントラクター(作業請負組織)の活用や育成である。すでに畜産(酪農が多い)の自給飼料生産では、

各地で堆肥散布や自給飼料作物の生産を請け負うコントラクターが活躍しているが、飼料用米生産にもこうした組織を活用していくべきである。また、現在コントラクターが存在しないところでは、育成していくことを考えていくべきである。

食用米生産でも農作業の請負作業が進展しているが、もっと大規模に展開すべきである。とくに、機械の償却費を下げるためにはコンバインの稼働面積を大幅に拡大していくことが必要である(コンバインの収穫面積は全国平均では2ha程度とされている)。

4. 飼料用米の生産コスト試算

(1) 生産コストの試算

そこで、現段階における東京農業大学での飼料用米の生産コストを試算してみると次のとおりとなる。

【技術条件】

栽培体系：多収性の飼料用米専用品種の移植体系とする。(200g/箱、25箱/10aの厚蒔き、3.3㎡当たり70株)

施肥量：家畜ふん堆肥の投入をベースとする。土壌分析し有効窒素成分量(アンモニア態窒素、硝酸態窒素)で28kg/10aを施肥基準とする。

農薬散布：一切なし(育苗期を含めて)、除草剤なし(ただし、雑草が多く発生した場合は機械除草を1~2回行う)。

水管理：中干しなし(活着後は水深15cmの深水管理を実施す

る)。

労働時間：10a当たり10時間とする。

【経営条件】

経営規模：水稲20ha、小麦10ha、大豆10ha、飼料用米10ha

労働力：基幹労働力2人、補助労働力2人

圃場条件：10~30a区画、用排水分離、団地規模2~3haの集団的土地利用

【試算条件】

- ・ 労賃：19,440円/10a
(労働単価1,620円/h×12h)
- ・ 肥料費：6,000円/10a
(堆肥1,500円/㎡×4㎡)
- ・ 農機具費：20,635円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 種苗費：2,500円/10a
(種代500円/kg×5kg)
- ・ 光熱動力費：4,405円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 水利費：4,366円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 地代：8,825円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 建物費：4,150円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 自動車費：2,197円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 生産管理費：571円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 支払利子：484円/10a
(H24年産米生産費15ha以上層)
- ・ 農業薬剤費：0円/10a

表7 飼料用米の生産コストの試算結果

	円/10a	円/kg 粳 800kg	円/kg 粳 1,000kg	円/kg 粳 1,200kg
労働費	19,440	24.3	19.4	16.2
肥料費	6,000	7.5	6.0	5.0
農機具費	20,635	25.8	20.6	17.2
種苗費	2,500	3.1	2.5	2.1
光熱動力費	4,405	5.5	4.4	3.7
水利費	4,366	5.5	5.5	3.6
地代	8,825	11.0	8.8	7.4
建物費	4,150	5.2	4.2	3.5
自動車費	2,197	2.7	2.2	1.8
生産管理費	571	0.7	0.6	0.5
支払利子	484	0.6	0.5	0.4
計	73,573	92.0	73.6	61.4

以上の試算結果から粳単収 1,000kg とすると、飼料用米の粳 1kg 当たりの生産コストは 73.6 円で、食用米の生産コストである 127.5 円（H24 年産米生産費 15ha 以上層の費用合計、粳換算コスト）と比べると 42% 下げることができる（表 7）。さらに、直播栽培技術が確立できれば、育苗・田植作業が省略できることから生産コストはもっと下げることができる。

（2）飼料用米の低コスト流通・貯蔵技術

飼料用米の流通体系は、基本から組み立て直すことが必要である。具体的には紙袋流通ではなくバラ流通、あるいはフレコン流通で大幅な物流コストの削減を図っていくことが不可欠である。食用米ではないので「粳」のまま流通させ、鶏には「粳」のまま給与し、牛や豚には「粳」を粉碎し給与していくことが最も

合理的である。

飼料用米の保管については、稲作農家が JA などの空いたカントリーエレベーターを利用している事例や畜産農家が自分で保管サイロ（鉄板サイロ）を建設している事例も見られるが、粳で保管すれば低温倉庫は不要で、雨風さえしのげれば野天でもかまわない（ただし、ネズミ対策は必要）。現に WCS（稲ホールクroppサイレージ）はロールベールのまま畜舎のそばに積み上げられているだけである。

玄米保管では、コクゾウ虫が発生し品質が劣化しやすいという問題がある。粳保管の場合でも、鉄板サイロでは結露でカビが生じやすいので、時々粳を動かすことが必要となる。

配合飼料メーカーは粳米を配合するのを嫌がっているが、鶏は「粳」の粒のままでも何ら問題がない。鶏に初生雛の段階から粳を給与すると筋胃が発達し、採

卵鶏では産卵成績の向上とともに産卵寿命の長期化が図れる。ブロイラーでも増体成績が向上し、飼料要求率がよくなることが分かっている。「粃」のまま給与する際の留意点は、粃に混入しているワラ屑である。ワラ屑が自動給餌ラインのコーナーの部分で引っかかり、飼料が落下してしまうことがあるので、ワラ屑はよく取り除いておく必要がある。養鶏農家の中には、中古のコンバインを改造してゴミ取り機とし、ワラ屑を取り除いているところもある。

豚や牛では、粃のまま給与すると消化率が低下するので、粃を粉碎して給与しているが、増体成績や乳量には何ら問題はない。したがって、わざわざ粃摺りをして玄米にする必要がないというのが結論である。養豚や酪農の現場では、粃粉碎機を導入して配合飼料やTMRに配合する事例が各地で出てきている。

加えて、飼料用米は主原料であることから、遠くの配合飼料工場まで運んで配合する必要はない。アメリカの中西部の穀倉地帯の畜産農家は、主原料のトウモロコシは自家生産しているので、飼料会社からはサプリメントやプレミックスなどの副原料を購入して自分で配合しているが、すでにわが国でも、飼料用米の配合や給与についてはこうした動きが出てきている。

粃流通のもう一つの大きな利点は、食用米への横流れ防止ができ、食用米との分別流通ができることである。加えて、常温保管ができ、栄養成分的にも粃であれば、ビタミン類(ビタミンEなど)を損なわずに利用でき、粃に含まれる脂肪

酸も酸化防止ができ、畜産物の品質向上に結びつくという利点がある。

したがって、無駄な物流・保管コストを省くという観点から、飼料用米の流通に関してはできるだけ地域内での地場流通を基本とする新しい流通ルートと方法を早急に確立する必要がある。

(3) 最大の課題は農家の意識改革

飼料用米の生産を拡大していくための課題は山積しているが、最大の課題は「農家の意識改革」である。食用米ではなく家畜用の飼料穀物を作ることには、心理的な抵抗感があるように見受けられる。

また、飼料用米の価格は食用米と比較するとかなり低水準であることから、「意欲」が出ないという問題がある。これをどうやって克服していくかは、技術的な課題克服よりも難しい面がある。

飼料用米の推進方策として、耕畜連携がスローガンとして掲げられているが、残念ながら現場では耕種農家と畜産農家の接点はほとんどないのが実態である。飼料用米の本格的な展開を図るには、関係機関や農協などがリーダーシップを発揮して、両者を結びつけるマッチングが必要である。

また、畜産農家の意識改革も必要である。現在残っているのは大規模な畜産経営が多く、購入資材は買ったときのプロばかりである。本当に地域に根ざした経営を行うには、飼料用米を安く買ったたくという、これまでの経営姿勢で稲作農家と飼料用米の価格交渉に臨んだのでは、連携どころではないことを肝に銘ず

る必要がある。地域の水田農家と一緒に、新しい農業ビジネスモデルを構築するという姿勢で取り組むべきである。

そこで最大の課題である飼料用米の生産コストは、一挙に輸入トウモロコシの価格と同じに引き下げることが困難なので、水田農家の経営が成り立つ水準を見極めた政策的な支援（直接支払い）が必要となる。

他方、畜産農家も誰かが飼料用米を供給してくれるのではという待ちの姿勢ではなく、打って出るという積極的な取

り組みを展開していけば、畜産経営の将来展望が切り開かれると考える。とくに、本当の意味での「純国産の畜産物」を実現するという取り組みは、国民も消費者も必ず支持してくれるであろうし、結果として付加価値販売も期待できる。

そして何よりも、地域に根ざした水田と畜産が結合した日本型循環畜産の構築（図16）は、家畜ふん堆肥の水田への還元による地力増強につながるだけでなく地域社会における畜産の位置づけを高めることにもつながる。

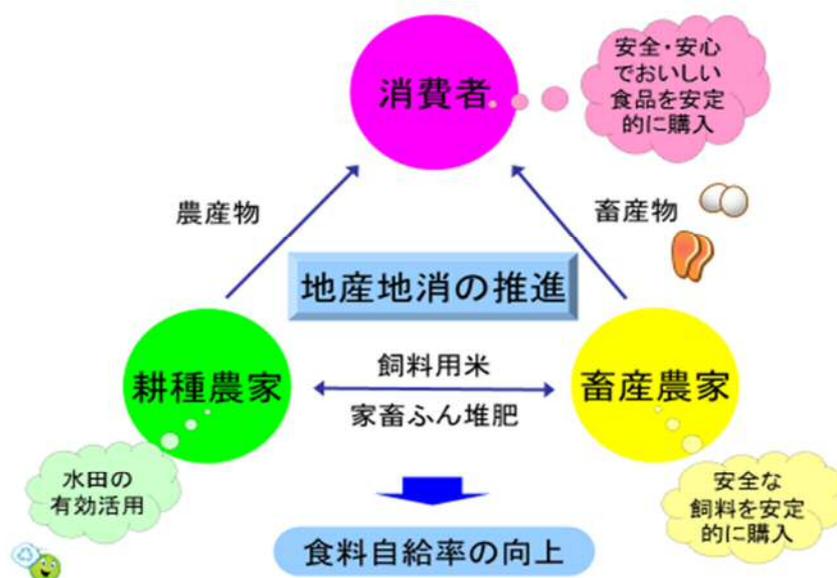


図16 飼料用米と家畜ふん堆肥と軸にした循環型畜産農業の模式図

5. おわりに

政府は一連の農政改革のなかで、飼料用米を戦略作物として位置づけた。その中で、飼料自給率は2012年度の26%から2020年度には12ポイント引き上げて38%にするとしている。また、国産飼料穀物を中心とした濃厚飼料の自給率は

2012年度の12%から2020年度には19%程度に引き上げていく方針である。

しかし、飼料用米そのものの生産目標は、基本計画では2020年度に70万tとかなり抑えた目標となっている。これは飼料用米の増産が必ずしも食料自給率の向上には結びつかないという観念が

働いているためだと考えられる。筆者らの計算では飼料効率の高い酪農や養鶏に飼料用米を利用すれば、食料自給率は向上する^{注1)}。

将来的には、水田をフル活用し 50 万 ha 規模で飼料用米を生産すれば 500 万 t 規模での飼料用米の生産も夢ではない。そうすれば、食料自給率 50% の目標に大きく近づけることができる。

飼料用米で新たな産業を構築するという観点に立ち、もっと積極的に位置づけていくことを期待したい。

注および引用文献

注 1)

信岡誠治、小栗克之：「転作田における飼料用米の畜産利用と食料自給率」『農業経営研究』47(2) pp57-61 (日本農業経営学会, 2009)。

引用文献

1. 有澤 岳・信岡誠治・玉井富士雄・名越時秀・平野 繁・福山正隆、2011、「堆肥多量施用が飼料用水稲モミロマンの穂揃期後の乾物生産と窒素吸収に及ぼす影響」、日本作物学会講演会要旨・資料集、日本作物学会
2. 有澤 岳・信岡誠治・玉井富士雄・名越時秀・平野 繁・福山正隆、2010、「冬季鶏糞堆肥施用における水田土壌の肥料養分の推移と水稲による窒素吸収量」、日本作物学会講演会要旨・資料集、日本作物学会
3. 有澤 岳・信岡誠治・玉井富士雄・名越時秀・平野 繁・福山正隆、2010、「堆肥多量施用が飼料用水稲モミロマンの生育および土壌中の N, P, K の濃度に及ぼす影響」、日本作物学会講演会要旨・資料集、日本作物学会
4. 信岡誠治・小栗克之、2011、「モデル集団による飼料用米導入定着化の取組と課題」、農業・食料経済研究、中部農業経済学会

佐賀県の畜産と畜産環境対策について

佐賀県畜産試験場 畜産環境・飼料研究担当係長

脇屋 裕一郎

1. 佐賀県の概要

本県は九州北西部に位置し、東は福岡県、西は長崎県に接し、県の北部は玄界灘、南部は有明海と2つの海に挟まれている。東京までの直線距離は約900km、大阪までは約500kmであるのに対し、朝鮮半島までは約200km足らずと近接しており、大陸文化の窓口として歴史的、文化的に重要な役割を果たしてきた。

本県の気候は、年間の平均気温が16℃前後の地域が大半を占め、穏やかな気候となっている。また、降水量は、東の脊振山から西の国見山にかけての山間部で多く、年間2,500mm以上降っており、一方、北部の玄界灘近くや南部の佐賀平野は雨が少なく、1年間に1,800mm程度となっている。

2. 佐賀県の農業

本県の農業・農村は、安全で質の高い食料を県民はじめ国民に安定的に供給するとともに、その生産活動を通じて県土や環境の保全、緑豊かな美しい景観の形成など、県民の生活にとって重要な機能を果たしている。

その様な中、本県の農業産出額をみると平成24年では1,267億円となっており、野菜が366億円(28.9%)、米303億円

(23.9%)、畜産299億円(23.6%)、果樹161億円(12.7%)の順になっている(図1)。

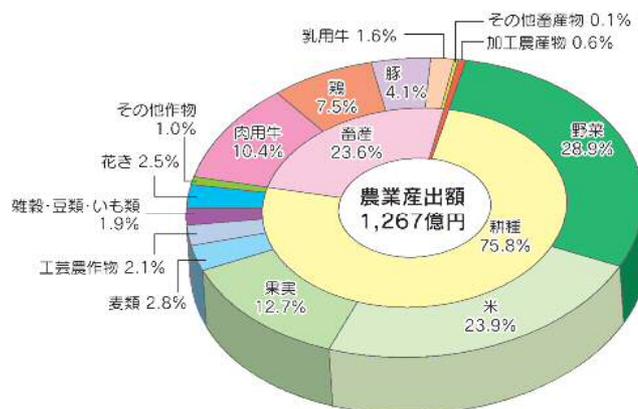


図1 佐賀県の農業産出額

耕地面積の約8割を占める水田については、その大半で圃場整備が完了しており、水田の汎用化が進んだことから麦、大豆等の生産振興が図られたため、耕地利用率は全国トップクラスとなっている。

地域別では、佐賀平野を中心に米・麦・大豆が作付けされており、その他、タマネギ等の露地野菜やアスパラガス等の施設園芸も栽培されており、多種多様な品目が栽培されている。さらに、中山間地域では、ミカンや畜産が盛んであり、特にハウスみかんの生産量は全国1位を誇る。

3. 佐賀県の畜産

本県の畜産は、食生活の高度化や多様化を背景とした畜産物の需要の増大に伴い、肉用牛、養豚、肉養鶏等が着実に発展してきた。特に、肉用牛については「佐賀牛」としての銘柄が確立し、関西・関東地方等の市場を始め、香港等海外においても高い評価を受けている。

その肉専肥育牛の飼養頭数は全国4位の規模を誇っており、肥育農家1戸当たり

の飼養頭数も169頭(全国3位)となり、飼養規模は年々拡大している。

農業生産額に占める割合を畜種別にみると、肉用牛が10.4%(132億円)、養鶏が7.5%(95億円)、養豚が4.1%(52億円)、乳用牛が1.6%(20億円)、その他0.7%となっており、畜種別の頭数規模は、肉用牛56,100頭(うち肉専肥育40,900、繁殖雌牛9,400)、肉養鶏3,659千羽、採卵鶏603千羽、養豚7,950頭(雌豚)、乳用牛3,220頭となっている(表1)。

表1 畜種別の飼養戸数及び頭数

(単位:頭、頭/戸)

区 分	肉 用 牛		乳用牛	養豚	ブロイラー (単位:千羽)	採卵鶏 (単位:千羽)
	肉専肥育(黒)	繁殖牛(黒)				
飼養戸数	730	242	69	54	81	38
飼養頭数	56,100	40,900	3,220	83,100	3,659	603
1戸当たり		169	47	1,539	45	16

資料:農林水産省「畜産統計」(平成26年2月1日現在)

表2 飼料作物作付面積の推移

(単位:ha)

	トウモロコシ	ソルガム	エンバク	牧草(イタリ)	青刈り稲(WCS)	その他飼料作物	合 計
平成23年	14	496	83	1,110	336	333	2,390
平成24年	16	496	82	1,090	547	347	2,600
平成25年	13	392	70	1,060	664	228	2,450

資料:農林水産省「農林水産統計」

また、飼料作物の作付面積は平成25年で2,450haとなっており、前年より150ha減少しているものの、近年、飼料用稲の作付面積が拡大していることから、栽培面積は増加傾向にある。

品種別の栽培面積は、トウモロコシ13ha、ソルガム392ha、エンバク70ha、牧草(イタリアンライグラス)1,060ha、青刈り稲(WCS)664ha、その他飼料作物(飼料用米)228haとなっている(表2)。

4. 佐賀県の畜産環境対策

(1) 家畜排せつ物の管理状況

「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」(平成16年11月施行)の適用を受けるすべての畜産農家が、この法律で規定されている「管理基

準」に適合した施設等を整備し糞尿処理を実施している。

平成25年時点で法の適用を受ける畜産農家数は全体で782戸となっており、畜種別にみると、肉用牛534戸、乳用牛64戸、養豚47戸、肉養鶏90戸、採卵鶏46戸、馬1戸となっている(表3)。

表3 家畜排せつ物法適用農家数

(単位:戸)

	肉用牛	乳用牛	養豚	肉養鶏	採卵鶏	馬	合計
戸数	534	64	47	90	46	1	782

資料:家畜保健衛生所調べ

各農家では、管理基準に適合した施設が整備されているものの、畜産地域が県の西部に偏在していることや畜産農家の大規模化が進展していること等により、

耕地面積当たりの窒素負荷量は地域によって大きく異なり、堆肥の地域内流通だけでは還元用農地の不足が見込まれる(図2)。

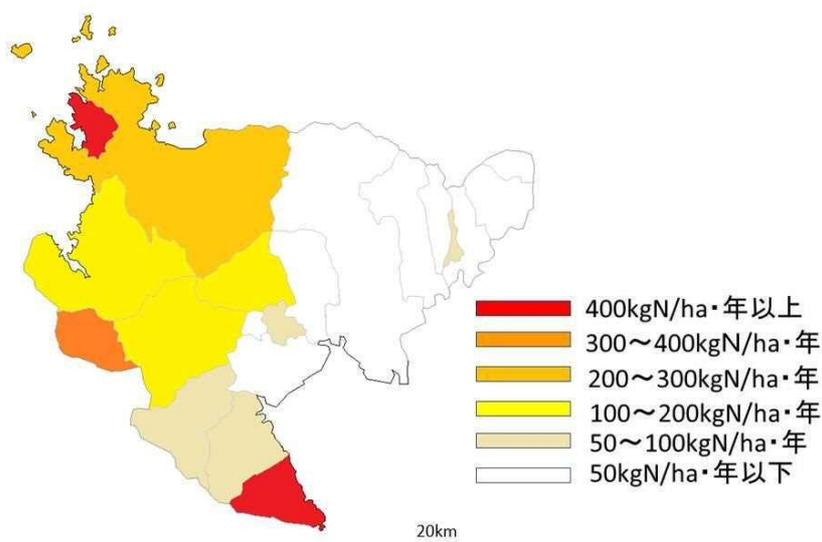


図2 耕地面積当たりの窒素負荷量

(2) 苦情の発生状況

平成25年度の苦情発生数は全体で15件であり、苦情内容別にみると水質汚濁6

件、悪臭及び害虫がそれぞれ2件、水質汚濁+悪臭等2件、その他(野積み)3件、畜種別では肉用牛4件、乳用牛3件、養

豚1件、肉養鶏2件、採卵鶏4件、その他1件となっている

ここ2、3年の苦情発生件数は、平成23年度が23件、24年度が18件となってい

る。平成25年度も依然として畜産環境に起因した苦情は発生しているが、その件数は減少傾向にある(表4)。

表4 苦情発生件数

(単位:戸)

	肉用牛	乳用牛	養豚	肉養鶏	採卵鶏	その他	合計
水質汚濁 ①	2	1		1	1	1	6
悪臭発生 ②		1		1			2
害虫発生 ③	1				1		2
①+②			1				1
①+②+③					1		1
その他(野積み)	1	1			1		3
合計	4	3	1	2	4	1	15

資料:家畜保健衛生所調べ(平成25年度)

(3) 家畜排せつ物対策の指導體制

家畜排せつ物が適正に処理されて、有機物資源として有効活用されるためには、畜産農家が管理基準に基づく適正処理を実施するとともに、耕種農家が求める良質堆肥の生産する必要がある。また、堆肥の利用にあたっては、畜産農家と耕種農家による資源循環型農業を推進する必要があることから、畜産農家を始め、関係者を対象とした良質堆肥の生産や利用に係る研修会等を開催している。

また、農家への指導等については、家畜排せつ物の適正処理に関する定期的な立ち入り検査を家畜保健衛生所が、良質堆肥の生産利用については農業改良普及センターが主体となり、市町、農業団体等と連携して取り組んでいる。

5. 佐賀県畜産試験場における畜産環境研究について

畜産経営では家畜排せつ物の適正な管理は避けて通れない課題であり、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の施行により、畜産農家は管理施設を整備し、その対応に努力してきたところであるが、環境意識の高まりの中、規制が強化され、環境対策への更なる対応が求められている。

尿污水などの排水の処理は、圃場還元等が可能な場合を除き、一般的に浄化処理を行った後、公共水域に放流するシステムを取り入れている。ところが、畜産排水における污水处理システムは、活性汚泥微生物利用による酸化処理が主体で

あるため、生物化学的酸素要求量(BOD)等の易分解性有機成分の除去には有効であるものの、色素成分やリン成分の除去には必ずしも十分な処理性能が得られていないのが現状であり、効率的な処理技術の早期確立が求められている。

また、排水中の窒素成分は、活性汚泥微生物による脱窒素行程での酸化処理が行われているが、処理条件によっては温室効果ガスである一酸化二窒素(N_2O)が発生するため、 N_2O の発生量を抑制できる窒素の除去技術の確立が求められている。

さらに、家畜ふんは堆肥化処理され主に肥料として利活用されているが、畜産地帯の偏在や高齢化に伴い運搬、散布等の労力が不足している理由から、利活用が積極的に進んでいるとは言い難い状況である。しかし、家畜ふん堆肥は燃焼成分である炭素分を含有しているため、燃焼装置の最適構造を確立することができれば、化石燃料の代替利用が可能となり、利用用途の更なる拡大につながる事が期待されている。

このようなことから、佐賀県畜産試験場では、養豚排水の処理施設で、活性汚泥微生物では処理が困難となっている色素成分の脱色技術やリン成分の除去・回収技術等の高度処理技術、温室効果ガスを抑制する窒素除去技術、および堆肥の再生エネルギーとしての利用技術等の開発に取り組んでいる。

(1) 畜産排水を活性汚泥処理した処理水の脱色技術

活性汚泥処理された処理水中に残留している色素成分の除去方法として、土壤

濾過および酸化チタンを利用した脱色技術を試みた。その結果、土壤濾過では脱色効果が確認されたが、濾材での吸着量には限界があるため、交換労力等の課題が残った。

表5 微細気泡オゾンによる処理状況

単位：BOD～ NO_3 mg/L

	オゾン処理前	オゾン処理後
色度	80.9	5.8
BOD	3.0	5.6
SS	0.5	0.3
T-N	92.6	89.5
NH_4 -N	20.4	22.2
NO_2 -N	29.5	28.7
NO_3 -N	24.3	23.9



写真1 微細気泡オゾンによる脱色処理
(左：処理前、右：処理後)

また、酸化チタンによる脱色方法では、紫外線強度の強い夏季では処理水中の色素成分の脱色が確認されたが、脱色能力に課題を残した。このため、酸化能力が高いオゾン処理水を溶解させて反応させた結果、酸化チタンと比較して脱色能力は向上したが、処理水へのオゾン溶解

効率の向上等の改善が必要となった。

それらの結果を踏まえ、処理水への溶解効率が高い微細気泡(マイクロバブル)オゾンを利用した脱色方法について検討した結果、微細気泡オゾンは通常の気泡より脱色速度が早くなった。しかし、高濃度の亜硝酸性窒素が残留することで開始時の色度に関係なく脱色速度が低下したため、活性汚泥処理の段階で亜硝酸性窒素等を低減させることで、年間を通じて安定した脱色効果が得られた(表5、写真1)。

(2) 畜産排水からのリン除去・回収技術

リン成分は、水質汚濁物質であるとともに枯渇が懸念されている有用資源であるため、リン酸マグネシウムアンモニウム(MAP)の結晶として除去、回収する技術を検討した。活性汚泥処理の前処理段階で、最初沈殿槽等を一部仕切ってMAP反応槽とし、既存ブローアを利用した曝気処理と併せて結晶化反応に必要なマグネシウムの投入を行い、陶器製の回収用部材を設置した。

この結果、結晶化反応の誘発により水溶性リン酸態リンが除去され、さらに、陶器部材を予めマグネシウム溶液に浸漬することで、部材に付着した結晶物量が多くなったものの、MAP反応槽全体の十分な曝気量の確保や結晶化反応を妨害する固形分の流入防止等が課題として残った。そこで、反応槽内への固形分の流入量を少なくするため、養豚排水を凝集剤添加および機械分離した脱水濾過液を利用し、反応槽を小容化して曝気効率を高めることで、回収用部材に付着した結晶

の量が増加してリン回収率は約15%まで向上した。



写真2 MAP反応槽(有効容積0.7m³)



写真3 回収された結晶物
(リン成分約40%)

しかし、リンの回収効率をさらに高めるためには、部材による付着に加えて沈殿物としての回収も必要であることから、固形分含量が極めて少ない処理水を利用した沈殿物中の結晶物を粒状化する技術

を検討した。結晶物の粒状化の最適条件を調査した結果、pH8.5~8.6、Mg/P比1.5の条件で結晶物の成長が顕著となり、結晶化反応後のリン成分が80%以上除去され、回収率は約59%まで向上した。

(3) 畜産排水の活性汚泥処理における温室効果ガス発生抑制技術

畜産排水には高濃度の窒素が含まれるが、その窒素は閉鎖系水域の富栄養化や地下水の硝酸性窒素汚染を引き起こす原因となるため、活性汚泥微生物による反応を利用した硝化脱窒処理が実施されている。硝化脱窒法は、好気条件下での硝化反応と無酸素条件下での脱窒反応を組み合わせた技術であるが、両反応とも温室効果ガスである N_2O が生成するため、窒素除去工程での N_2O 抑制技術の確立が求められている。そこで、養豚排水処理施設で、反応槽における N_2O 排出係数、 N_2O 生成に影響を与える影響を調査した(写真4)。



写真4 養豚排水処理施設における温室効果ガス測定

その結果、活性汚泥混合液の亜硝酸性窒素(NO_2^-)濃度が1.50mg/L未満では N_2O 排出係数が日本での指標値である5%より低い3.5%以下であった。しかしながら、活性汚泥混合液の NO_2^- 濃度が

6.5mg/L以上の場合、 N_2O 排出係数は4.7%~20.7%と大きく、 NO_2^- の蓄積が N_2O 排出に強く関与していることが確認された(図3)。

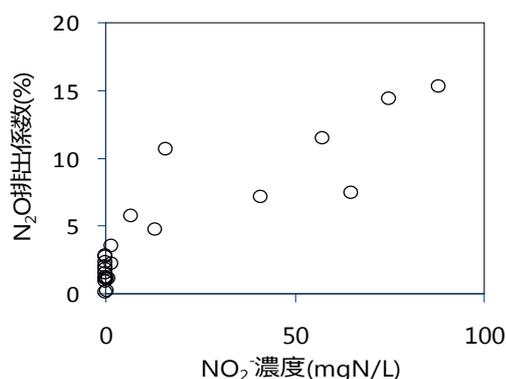


図3 NO_2^- 濃度と N_2O 排出係数の関係

また、活性汚泥混合液の NO_2^- 濃度が1.50mg/L未満では、 NO_2^- 濃度と N_2O 排出係数の関係性は確認できなかった。重回帰分析において溶存酸素濃度(DO)、pH、水温が N_2O 排出係数に大きく影響を与えることが示唆された($R^2_{adj}=0.90$)。

(4) 家畜ふん堆肥を燃料とした

小型ボイラー技術

畜舎から排出された家畜ふんは燃焼成分である炭素分を含有していることから、堆肥を燃料として代替利用することができれば、熱源としての飼料乾燥や畜舎への温熱利用等生産コストの更なる低減化が可能となる。既存の小型ボイラーでは、燃焼時の炉内温度を安定的に維持できない等の課題点があることから燃焼炉内を内筒、外筒の2槽構造にして旋回流と併せて上向流を加えることにより、炉内温度が均一化して燃焼効率が向上し、高温状態での連続運転が可能となった(特開

2014-95517「燃焼炉」(写真5)。

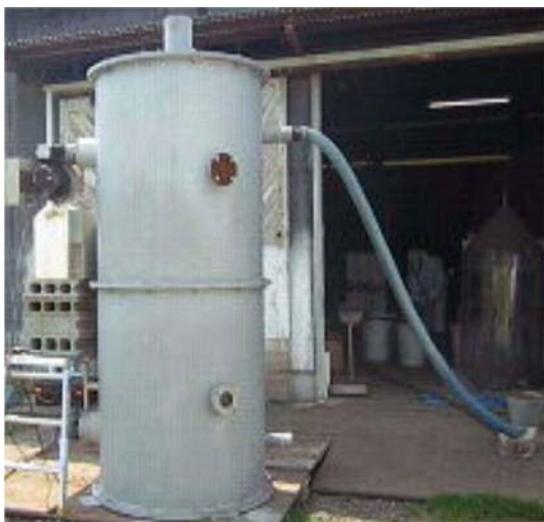


写真5 堆肥を燃料とした小型ボイラー
(有効容積 0.72m³)

また、開発した燃焼炉を利用して、豚ふん堆肥の含水率および堆肥フィーダーからの堆肥の供給量が燃焼温度に及ぼす影響について調査した結果、堆肥水分10～20%の範囲であれば、0.7～0.8kg/分の供給量で燃焼温度が900～950℃の範囲で安定することが確認された。

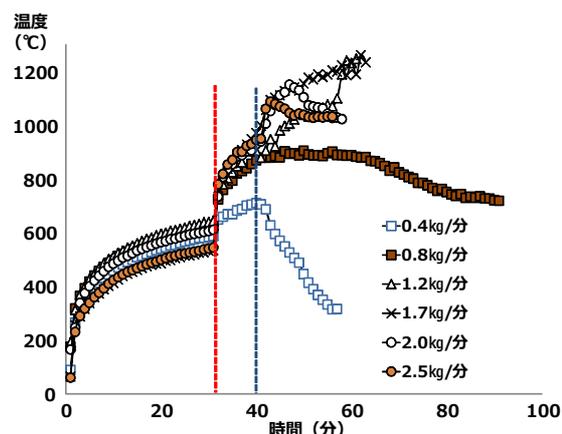


図4 燃焼炉への堆肥供給量による燃焼温度
(供試堆肥：水分20%の豚ふん堆肥)

6. おわりに

畜産環境対策は畜産経営を行う上で避けては通れない課題であり、管理施設の適切な管理技術の指導や配合飼料の高騰に伴う飼料用米等の国産飼料への転換に向け、良質堆肥の広域流通等により利活用を推進する必要がある。また、家畜ふんを原料としたエネルギーとしての利活用が注目される中で、県内ニーズや設置コスト等の課題点を見極めながら対応していく必要がある。

発行人	織田 哲雄
発行年月日	平成 26 年 12 月 15 日
発行	一般財団法人 畜産環境整備機構 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 5-12-1 ワイコービル 2F TEL 03-3459-6300 (代) FAX 03-3459-6315 ホームページ http://www.leio.or.jp/



一般財団法人 畜産環境整備機構
〒105-0001 東京都港区虎ノ門5-12-1 ワイコービル2階
TEL. 03-3459-6300(代)
FAX. 03-3459-6315