

米国における家畜糞尿の利用価値を高めるための研究

米国農務省（USDA）経済調査サービス（ERS）は2023年3月、家畜糞尿の利用価値を高め、その利用可能性を拡大するため、独自に実施した研究（Increasing the Value of Animal Manure for Farmers）の成果を公表した。米国においては、農業経営の大規模化と専門化にともなう「耕畜分離」により、家畜糞尿の生産、流通、保管、および利用をめぐる課題が顕在化している。

1. 研究の背景

地球規模で見ると、畜産物の生産は米国に集中する傾向がある。同時に、畜産経営の規模（飼養頭羽数）は年々増大している。畜種別にみると、1987年から2017年の30年間における1農場当たりの飼養頭羽数は、養豚が42.8倍、酪農が16.3倍、採卵鶏が10.2倍、ブロイラーが2.5倍、肉牛が2.4倍になっている。この1農場当たりの飼養頭羽数の増大にともなって、作物を栽培しない畜産経営の占める割合が拡大し、家畜糞尿の需要と供給が分離されてきた。

米国の特定地域においては、近隣の農地が必要とするよりも多くの家畜糞尿（肥料成分）が排泄されている。しかし、家畜糞尿は重量の約90%が水分のため、肥料成分の濃度は低く、かつ濃度のばらつきが大きい。そのため、保管施設から遠く

離れた農地への輸送や利用には多くのコストがかかっている。

また、家畜糞尿中の窒素とリンの含有量は、作物が要求する含有比率と一致しない場合がある。そのようなことから、耕種農家は家畜糞尿よりも化成肥料の利用を選択する傾向がある。これらの結果、家畜糞尿の管理・保管が不適切な場合、大気や水が汚染されることも危惧されている。

したがって、家畜糞尿の新しい用途と取引方法を研究開発することは、経済的および環境的な便益の両方を畜産農家にもたらす可能性がある。

2. 研究の方法

本研究では、2020年現在における家畜糞尿の生産、流通、保管、および利用の実態を明らかにするため、トウモロコシ（2016年）、大豆（2018年）、小麦（2017年）、綿花（2019年）などに関するUSDA農業資源管理サービス（ARMS）の年次データの一部を用いている。また、家畜糞尿が含有する肥料成分の供給量と需要量を特定するため、最近公表された糞尿保管施設に関する研究成果を参考にしている。

なお、本研究では、家畜糞尿研究に関する広範な文献と有望な技術開発に関する最新情報、家畜糞尿の管理に関する最新の技術改良に関する肥料

表1 作物別にみた家畜糞尿の利用状況

単位：万ha、%

	調査結果		2020年（推定値）		
	調査年	糞尿施用率	栽培面積	糞尿施用面積	利用シェア
トウモロコシ	2016	16.3	3,675	600	78.1
大豆	2018	2.3	3,362	76	9.9
小麦	2017	2.0	1,795	37	4.8
綿花	2019	4.2	489	20	2.7
大麦	2019	5.0	238	12	1.6
オーツ麦	2015	12.0	121	14	1.9
ピーナッツ	2013	12.2	67	8	1.1
計		7.7	9,748	768	100.0

注）調査結果はUSDA農業資源管理サービス（ARMS）年次データである。

関連業界のWebサイトや商品雑誌からの情報なども取り入れている。また、新しい技術やその課題に関する肥料関連業界の展望を明らかにするため、さまざまな企業との議論から得られた情報も組み込まれている。

3. 研究の成果

(1) 家畜糞尿の固形肥料化

米国では現在、家畜糞尿の肥料としての利用を拡大する余地がかなりある。作物により調査時期が異なるものの、家畜糞尿の施用率はトウモロコシが全栽培面積の16.3%でもっとも高く、ピーナッツが同12.2%、オーツ麦が同12.0%と続いている。これをもとに2020年における家畜糞尿の施用面積を推定すると、7つの主要作物が栽培されている農地9,748万haのうち768万haのみである。家畜糞尿の施用面積を作物別にみると、トウモロコシが600万haともっとも多く、全体の78.1%を占めている（表1参照）。

なお、家畜糞尿は米国で需要を拡大している有機農産物の栽培における肥料栄養素の主要な供給源でもある。しかし、家畜糞尿が供給する栄養素が作物の必要とする量を超える場合、耕種農家は過剰な栄養素を必要としないため、その利用価値は低下する。米国の371の郡では、家畜糞尿が供給する肥料成分を作物が必要とするよりも多く保有していることが明らかとなっている。また、家畜糞尿の肥料価値は、糞尿を排泄する動物の種類、糞尿の保管方法と農地への施用方法、および肥料が施用される作物の作付け体系によって異なってくる。

そこで、この研究では家畜糞尿由来の肥料の価値を高めるため、いくつかの既存および最新の技術を特定した。

- 1) 固液分離技術によって、家畜糞尿から固形肥料（ペレット堆肥など）を製造し、肥料としての価値を高めると共に、輸送を容易にし、その市場性を高めることができる。
- 2) 家畜糞尿の固形肥料化は、畜舎の敷料やその他の有機物の有無にかかわらず、その量を減少させ、利用価値を高め、雑草の種や病原体を死滅させ、大気や水を汚染する可能性を減少させる。
- 3) 家畜糞尿の添加物（窒素、ミョウバン、酸、泥炭、粘土など）は、糞尿の栄養素を作物の要求とよりよく一致させ、農地外の環境への悪影響を最小限に抑え、家畜糞尿利用の時間とコストを節減する。

しかし、USDA農業資源管理サービス（ARMS）の調査によると、固液分離により固

形肥料化した家畜糞尿を施用した農地面積は、家畜糞尿を施用した全農地面積のわずか4%であった。

(2) 家畜糞尿の肥料以外の利用用途

家畜糞尿には、肥料として以外にも、畜産農家にとって価値を生み出す用途がある。本研究で明らかとなった家畜糞尿の潜在的な肥料用途以外の利用価値は次のとおりである。

- 1) 嫌気性発酵（バイオガスプラント）は、再生可能エネルギー（主にメタン）を生成し、家畜糞尿やその他の有機廃棄物をより安定した無菌物（消化液）に変えることができる。
- 2) 熱分解（真空加熱による）、ガス化、燃焼などの熱化学反応は、嫌気性発酵よりもはるかに速い速度で燃料ガスを生成することができる。
- 3) 家畜糞尿中の繊維質は、牛舎敷料（家畜用ベツト）や園芸用の生物分解性容器（プラスチック代替品）に変換される。

(3) 新たな技術の導入促進策

政府の政策や制度は、農業所得、環境保全、公衆衛生の観点から、畜産農家における家畜糞尿の管理・利用方法に影響を与える可能性がある。本研究では、家畜糞尿の高付加価値化技術の導入を促進する可能性があるいくつかの方策を提示した。

- 1) 技術コストの負担：USDA環境保全促進プログラムのような制度は、畜産農家が導入する家畜糞尿管理技術のコストを下げることができる。
- 2) 奨励金の交付：政府や連邦政府からの奨励金は、畜産農家による新しい家畜糞尿管理技術の導入を促進し、温室効果ガス（GHG）の削減を促進する。
- 3) 利用組合の組織化：政府の政策は、家畜糞尿の共同発酵施設やその他の高付加価値化技術を導入する利用組合の組織化を促進する可能性がある。施設や技術の共同利用は、とくに中小規模農家による糞尿の高付加価値化のためのコスト負担を軽減する。
- 4) 自主的な家畜糞尿規制：自主的な家畜糞尿規制の導入は、畜産農家が同計画に参加する意欲を高める可能性がある。
- 5) 研究開発に対する連邦政府の支援：新たな技術の研究開発への政府支援は、時間の経過とともに家畜糞尿管理技術の開発コストを削減し、小規模な農場での新技術導入を可能にする。例えば、カリフォルニアなど連邦政府による支援は、農家と環境の両方に便益をもたらす新技術の開発を促進することが期待されている。