

地域外有機質資材連用によるCO₂土壌蓄積量は資材輸送による発生量より大きい

伊藤千春・渋谷 岳*・原田久富美*・小林ひとみ**・林 雅史***

(*独)農研機構畜産草地研究所、**秋田地域振興局農林部、***北秋田地域振興局農林部)

1. ねらい

近年、特別栽培の普及を背景に、水田での有機質資材利用が積極的に行われている。有機質資材施用は資源循環を図る視点から環境保全的とされる一方、資材運搬コストの上昇、散布に伴う燃料使用量の増加、水田からのメタン発生量の増大など、実際には環境負荷を増す影響も懸念される。そこで、育苗箱全量施肥と有機質資材施用を組み合わせた特別栽培米生産の地球温暖化に対する影響、特に地域外から鶏ふん由来有機質資材を輸送した場合の影響を、ライフサイクルアセスメント(LCA^{*})手法により、二酸化炭素(以下CO₂)に等価換算して評価した。

※LCAとは、原材料の採取、製造、使用、処分まで、製品のライフサイクルを通じて環境影響を評価する手法のことである。

2. 試験方法

1) 前提条件

(1) 栽培体系：表1に、比較に用いた栽培体系と処理内容及び有機質資材の特性を示した。水稻特別栽培体系として、有機質資材+化学肥料体系2区(有機M区、有機I区)と、対照として化学肥料単用のLPS区を比較した。

(2) 評価方法：ha当りの温室効果ガス(メタン、亜酸化窒素)の発生量をCO₂等価換算し、栽培体系ごとの違いを評価した。CO₂等価換算のための温暖化係数は、メタン23倍、亜酸化窒素296倍とした(IPCC第3次報告書、2001年による)。

(3) システム境界：収穫以降の工程におけるCO₂発生量は、いずれの栽培体系でも同等と考えられるため、システム境界を図1のとおり設定した。

(4) 経営体系：経営面積は15ha(うち水田10ha)とし、水稻を3年連作、次作を畑作とする体系を念頭において、水稻栽培3年を評価単位とした。

(5) 土壌条件：細粒質斑鉄型グライ低地土(強粘質)とした。

(6) 耕種概要：品種は、「あきたこまち」(中苗)、代かき移植栽培とした。

2) 調査項目

(1) 有機質資材・化学肥料の製造と輸送、

育苗及び本田管理等の過程で生ずるCO₂量：以下の出典を参照して試算した。①農作業からのCO₂簡易計算ソフト(中央農研、1999年)、②固定資本形成が考慮されたLCAデータベース(日本建築学会、2003年、1995年産業連関表に基づく)、③家畜ふん尿処理施設・機械選定ハンドブック(堆肥化処理施設編)((財)畜産環境整備機構、平成17年3月)、④都県別バイオマス取り組み事例(関東農政局、http://www.maff.go.jp/kanto/to_jyo/jyohou/senshin/biomass/baio08-10.pdf)、⑤北海道開発局農業水産部農業調査課農地開発事業調査計画要領、⑥LCA手法を用いた農作物栽培の環境影響評価実施マニュアル(農環研、平成15年12月)、⑦ザ・タッキー(瀧商店)(<http://store.shopping.yahoo.co.jp/tackey/index.html>)、⑧CO₂排出原単位表ver.1.2(環境省商品環境情報提供システム事務局、http://www.lifecycle.jp/manual/lca_unit_1.2.pdf)、⑨(株)アルミスHP(<http://www.alumis.jp/>)、⑩グーグルマップ(<http://maps.google.co.jp/>)、⑪長距離フェリー航路案内(日本長距離フェリー協会HP、<http://www.jlc-ferry.jp/kouro/index.html>)、⑫運輸部門の地球温暖化対策・輸送量あたりの二酸化炭素排出量(国交省HP、<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kankyoku/ondanka1.html>)、⑬地球温暖化対策の推進に関する法律施行令(環境省、2002年12月改正)

(2) 水田からの温室効果ガス発生量：2007～2009年に、クローズドチャンバー法により大潟農場の圃場で測定した。

(3) 土壌炭素蓄積量：圃場埋設法による有機質資材の分解率から算出した。

3) 留意点

①肥料・有機質資材の輸送経路はメーカーに確認したが、確認できなかったものについては合理的な経路を考慮して算出している。なお、経営上の理由で輸送経路は頻繁に変わるため、本試算が当てはまらないことがある。②有機質資材製造における原料の製造、運搬と本田での水管理が未調査項目であるため、計上していない。③各区の3カ年の平均収量はほぼ同等であったため、収量はどの体系でも同じとしている。

3. 結果及び考察

各項目の CO₂ 発生量を表 2 に示した。有機質資材を水田に施用することによる CO₂ 発生量の変化を見ると、減肥による肥料製造過程の CO₂ 減少や散布作業に伴う CO₂ 増加の影響は小さかった。また、有機質資材の製造や輸送過程がシステムに取り込まれるので、システム境界内の CO₂ 発生量が増大した。

連用開始後 3 年間であるが、圃場埋設法による有機質資材分解率調査の結果、有機質資材の連用に伴う土壌への

炭素蓄積が認められた(図 2)。2007～2009 年秋の蓄積量は、有機M区、I 区でそれぞれ 732、688kgCO₂/ha となり、資材出荷により発生する CO₂ 発生量(資材 M:697、資材 I:262kgCO₂/ha/3 年)を相殺できる量と考えられた(表 2)。

4. まとめ

秋田県大潟村において、県外から運んで使用されている鶏ふん由来有機質資材の輸送時に発生する CO₂ は、資材連用による土壌炭素蓄積分により相殺できることが示された。

表 1 比較に用いた栽培体系と処理内容及び有機質資材の特性

栽培体系	試験区	施肥量(kgN/ha)		有機質資材 ^b の特性						由来別炭素投入量		平均収量(kg/10a)
		化学 ^a 肥料	有機肥料	製造元	産地	成分(%)		分解率(%/年) ^c		有機肥料	稲わら	
						全窒素	全炭素	窒素	炭素			
特別栽培	有機M区	40	20	M社	九州A県	3.3	32	≒50	≒60	620	4770	602
"	有機I区	40	20	I社	東北B県	3.1	20	≒30	≒50	370	4770	615
対照	LPS区	50	-	-	-	-	-	-	-	-	4770	622

注) a: 各区ともシグモイド型被覆尿素100日タイプを使用(育苗箱全量施肥)、b: 主原料はいずれも鶏ふん、c: 圃場埋設法による。

表 2 栽培体系別の CO₂ 等価換算温暖化影響比較

調査項目	LPS区	有機M区	有機I区
有機質資材の製造から散布まで			
処理施設及び運転	-	80	43
原料の分解	-	408	1836
資材の輸送(出荷)	-	697	262
本田での散布作業	-	13	13
化学肥料 ^a の製造・輸送			
製造(含原料採掘・輸送)	347	278	278
輸送(出荷)	126	101	101
その他(各区共通) ^b	815	815	815
小計	1,287	2,390	3,346
メタンガス発生量(CO ₂ 換算)	13,892	19,826	15,387
亜酸化窒素ガス発生量(CO ₂ 換算)	190	158	78
有機由来土壌蓄積炭素量 ^c	-	-732	-688
小計	14,082	19,252	14,777
システム境界 総計	15,369	21,642	18,124

注1) 単位: kgCO₂/ha/3年。

注2) 有機質資材の原料の製造・運搬及び本田の水管理に由来する分は未調査のため、計上していない。

注3) a: シグモイド型被覆尿素100日タイプ、b: 供試化学肥料の育苗箱施肥作業時の電力消費(57)、箱施肥機製造(9)、育苗(375)、苗運搬(14)、本田耕起(156)・代かき2回(119)、田植え(86)を含む、c: 2007年～2009年秋までの蓄積量(圃場埋設法による)。

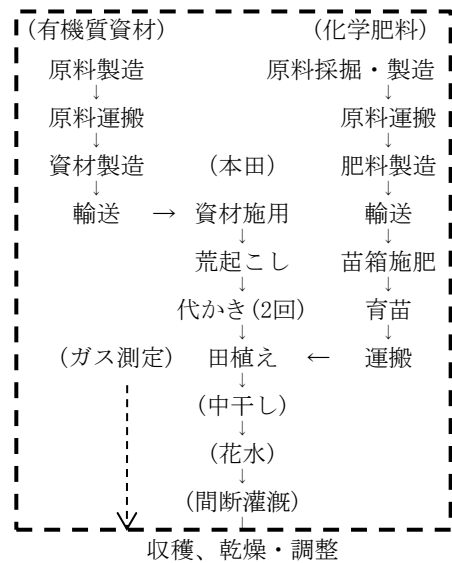


図 1 システム境界

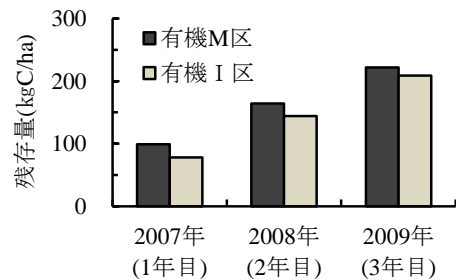


図 2 有機質資材の連用による土壌への炭素蓄積量の推移