

ベトナムの水田におけるメタン発酵消化液の流入施肥法 Pouring method of digested slurry with irrigation water to paddy field in Vietnam

○折立文子*・中村真人*・柚山義人*・山岡 賢*

Nguyen Phuoc Dan**・Dang Vu Bich Hanh**・Nguyen Duy Khanh**・迫田章義***

ORITATE Fumiko, NAKAMURA Masato, YUYAMA Yoshito, YAMAOKA Masaru,

Nguyen Phuoc Dan, Dang Vu Bich Hanh, Nguyen Duy Khanh and SAKODA Akiyoshi

1. はじめに ベトナムでは近年、畜産業の急増とそれに伴う水環境汚染への対策として、バイオガスダイジェスターと呼ばれる家庭規模のメタン発酵装置が普及し¹⁾、得られるメタンガスは調理用燃料や電気として使用されている。一方、その残渣であるメタン発酵消化液（以下、消化液）は、一部は養魚の餌や庭木および近隣の畑の肥料として利用されるが、多くは未処理のまま水域へ垂れ流し状態となっている。今後の畜産業の増加や大規模化を考えると、消化液の有効利用が求められ、そのひとつの手段として水田における液肥利用があげられる。水田での消化液液肥利用においては施肥の省力化が重要である。省力的な施肥法として、消化液を水田の水口から灌漑水とともに流し込む「流入施肥法」が我が国で実施されているが、この方法で施肥ムラを最小限にするためには、圃場の均平化やきめ細やかな水管理が必要とされる。本研究では、このような管理が難しいベトナム現地の水田において、流入施肥法によりどの程度の肥料成分の均一分布が可能であるか、どのような作業が必要かを把握するための試験を行った。

2. 試験方法 試験地はホーチミン市の中心部から約 43km 北西にあるクチ郡タイミー村の 1ha の水田である。試験は 2013 年 4 月から 7 月に行った。試験圃場内に面積 300m² の消化液施用区を設けた (**Fig. 1**)。現地の慣行栽培に従い、2013 年 4 月 12 日に播種（品種“OM6976”）、5 月 10 日に 1 回目の追肥（63kgNH₄-N/ha）、5 月 31 日に 2 回目の追肥（36kgNH₄-N/ha）を行い、7 月 26 日に収穫した。消化液は村内の養豚農家のバイオガスダイジェスターから採取した。消化液の化学性と施肥時の灌漑水の水質を **Table 1** に示す。2 回目の追肥時に試験区内を 12 メッシュ（5m×5m）に区切り、施肥直後、1 時間後、1、3、6 日後の各地点での pH、EC、水位の測定、田面水の NH₄-N、NO₃-N の分析、施肥 3、6 日後の表層土の NH₄-N の分析を行った。また、メッシュ毎に収穫時に収量および収量構成要素を調査した。

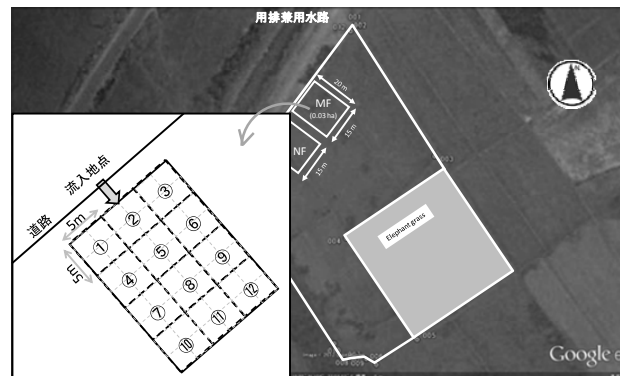


Fig. 1 試験区および調査地点概要
Experimental field and sampling points

Table 1 流入施肥に用いた消化液の化学性と灌漑水の水質
Chemical property of slurry and irrigation water

	pH	EC S/m	NH ₄ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L	PO ₄ -P mg/L	K ⁺ mg/L
流入施用1回目の消化液	7.25	0.388	148	0.0017	28.7	192
流入施用2回目の消化液	6.98	0.327	143	0.0051	30.5	171
灌漑水	5.70	0.014	n.a.	0.0034	n.a.	0.5

*農研機構 National Agriculture and Food Research Organization, **ホーチミン市工科大学 Hochiminh City University of Technology, ***東京大学生産技術研究所 Institute of Industrial Science, The University of Tokyo キーワード：ベトナム，メタン発酵消化液，流入施肥法

3. 結果と考察 Table 2 に Fig. 1 の 12 地点の各測定項目の平均値と変動係数の推移を、Table 3 に流入施肥時の各作業に関するデータを示す。今回の施肥に要した時間は約 2 時間 20 分、燃料消費量はガソリン約 635L/ha であった。田面水の NH₄-N の変動係数は施肥 1 時間、1 日および 3 日後にそれぞれ 0.94, 0.68, 0.75 であり、我が国での実施例（それぞれ、0.32, 0.04, 0.06 (n=16)）²⁾ に比べ大きな値を示した。今回、現地での普及を想定し、現地で容易に入手可能なポンプを用いたため、流量調節ができず消化液および灌漑水の流入速度が我が国での実施例²⁾ に比べ大きかったことや、消化液の窒素濃度が低く灌漑水の流入量を少なくせざるを得なかったことが影響したと考えられる。Table 4 に試験区内 12 地点の収量および収量構成要素を示す。収量の平均値は 4853kg/ha（籾重基準）であり、同時期の現地の慣行栽培における収量（3.5-5.0kg/ha）と同程度であった。収量の変動係数は 0.37 と我が国での実施例（0.06, ただし玄米重基準）²⁾ の 6 倍以上であった。施肥ムラの削減と施肥作業の省力化の最適な条件の検討が今後の課題としてあげられた。

Table 2 試験区内 12 地点の各項目の平均値と変動係数
Average and coefficient value of each parameter at 12 points

		流入施肥直後	1時間後	1日後	3日後	6日後
pH	平均	6.75	6.77	6.42	6.39	6.32
	変動係数	0.04	0.07	0.07	0.07	0.10
EC	平均 (mS/m)	45.1	58.0	58.1	40.7	51.6
	変動係数	0.55	0.55	0.50	0.26	0.30
水位	平均 (cm)	4.0	3.1	8.9	10.5	7.3
	変動係数	0.63	0.58	0.23	0.31	0.36
田面水NH ₄ -N	平均 (mg/L)	16.1	21.6	3.4	3.6	3.8
	変動係数	0.87	0.94	0.68	0.75	1.06
田面水NO ₃ -N	平均 (mg/L)	0.45	0.22	0.21	0.02	0.01
	変動係数	0.81	0.94	0.74	1.63	1.21
表層土NH ₄ -N	平均 (mg/100g)	-	-	-	0.64	0.80
	変動係数	-	-	-	0.64	0.80

Table 3 流入施肥時の各作業に関するデータ
Work data for pouring method for application of slurry

作業	作業に用いた機械				時間 (s)	ポンプ流量 (L/s)	移動距離 (km)	MFへの流入施用量 (L)
	機械	機種	HP	燃料				
1)パイロットプラントから豚農家への移動	トラクター (タンク積載台車牽引)	FORD 4000	55	ガソリン	1109	-	4.9	-
2)豚農家のバイオガスダイジェスターから消化液採取	ポンプ (発電機と連動)	PENTAX DX100/2G	1.75	-	492	3.08*	-	-
	発電機 (ポンプの稼働に必要)	HONDA HG 7500 SE	13	ガソリン				
3)豚農家から試験圃場への移動	トラクター (タンク積載台車牽引)	FORD 4000	55	ガソリン	1200	-	5.3	-
4)灌漑水とともに消化液流入施用	消化液の流入施用	ポンプ (発電機と連動)	PENTAX DX100/2G	1.75	330+α**	4.62	-	1524+α**
	灌漑水流入施用	ポンプ (ポンプの稼働に必要)	HONDA HG 7500 SE	13				
5)消化液流入施用終了後、灌漑水のみ継続して流入施用	灌漑水流入施用	ポンプ	HONDA GX 160	5.5	ガソリン	720	6.07	4370
6)試験圃場から豚農家への移動	トラクター (タンク積載台車牽引)	FORD 4000	55	ガソリン	1200	-	5.3	-
7)豚農家のバイオガスダイジェスターから消化液採取	ポンプ (発電機と連動)	PENTAX DX100/2G	1.75	-	566	3.08*	-	-
	発電機 (ポンプの稼働に必要)	HONDA HG 7500 SE	13	ガソリン				
8)豚農家から試験圃場への移動	トラクター (タンク積載台車牽引)	FORD 4000	55	ガソリン	1200	-	5.3	-
9)灌漑水とともに消化液流入施用	消化液の流入施用	ポンプ (発電機と連動)	PENTAX DX100/2G	1.75	378+α***	4.62	-	1746+α***
	灌漑水流入施用	ポンプ (ポンプの稼働に必要)	HONDA HG 7500 SE	13				
10)消化液流入施用終了後、灌漑水のみ継続して流入施用	灌漑水流入施用	ポンプ	HONDA GX 160	5.5	ガソリン	600	6.07	3642
11)試験圃場からパイロットプラントへの移動	トラクター (タンク積載台車牽引)	FORD 4000	55	ガソリン	91	-	0.4	-
燃料消費量 (L)(試験区300m ² あたり)		-	-	-	19.06	-	-	-

*バイオガスダイジェスターから消化液採取時のポンプ流量は実際の揚程との関係から若干の誤差あり

流量が徐々に弱くなり、流出が続いた時間を含めると合計で 390 秒間 *同様に 440 秒間

Table 4 試験区内 12 地点の収量および収量構成要素
Yield and yield components of 12 sampling points

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	平均値	変動係数
収量	kg/ha	3907	2768	2955	3884	4074	3407	9253	6260	5058	4095	6139	6437	4853	0.37
1m ² あたり穂数	n/m ²	108	88	44	88	96	72	104	92	64	140	96	124	93	0.26
1穂あたり粒数	n/ear	82	89	56	69	67	67	52	68	56	62	47	44	63	0.20
穂長	cm	21.3	21.0	19.1	19.3	20.4	18.3	17.9	17.7	17.5	16.4	16.3	16.5	18.5	0.09
茎長	cm	25.1	29.8	35.7	30.8	25.3	29.7	41.5	39.3	26.3	27.3	28.4	32.1	30.9	0.17
籾室含有率	%	2.2	2.1	1.8	1.8	2.3	1.8	1.6	1.5	1.6	1.4	1.6	1.7	1.8	0.15

謝辞 本研究は JST - JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業「持続可能な地域農業・バイオマス産業の融合」(代表機関: 東京大学生産技術研究所) の成果である。ベトナム土壤は植物防疫法に基づき農林水産大臣の許可を受けて輸入した。

参考文献

- 1) Vietnam livestock production department MARD and Netherlands development organization SNV; “Biogas program for the animal husbandry sector in Vietnam”, <<http://www.biogas.org.vn/english/Home.aspx>>
- 2) 上岡啓之, 亀和田國彦, 水稻コシヒカリに対するメタン発酵消化液の基肥利用, 日本土壤肥科学雑誌, 82 (1), 31-40, 2011