

メタン発酵消化液の施用位置が畑作物の窒素およびリン酸の肥効に与える影響  
Effect of placement of digestate from methane fermentation on nitrogen  
and phosphate efficiency for arable crops

○石倉 究\*・櫻井 道彦\*\*・坂本 樹一朗\*・池本 秀樹\*・中村 真人\*\*\*

ISHIKURA Kiwamu, SAKURAI Michihiko, SAKAMOTO Kiichiro, IKEMOTO Hideki,  
and NAKAMURA Masato

**1. 序論** バイオガスプラントは北海道で多数設置されており、プラントの副産物であるメタン発酵消化液（以下、消化液）の農地利用の推進が求められている。消化液は主として表面施用されるが、住宅地や観光地の近くの圃場では臭気問題のため施用が控えられる場合が多い。対策の一環として、土壤に掘った溝に沿って消化液を施用する溝施用法が知られているが、施用法による肥効の違いは明らかではない。そこで、消化液の施用位置が窒素とリン酸の肥効に与える影響を明らかにするために、以下の試験を行った。

**2. 材料と方法** (1)ポット試験 1/5000a ワグネルポットに十勝農試作土 3 kg を充填し、次の処理を設けた：溝施用（消化液 100 g を溝に施用）、表面施用（同量を表面に施用）、無窒素（消化液なしでリン酸とカリを化学肥料で施肥）、化肥（消化液なしで三要素を施肥）。消化液施用後アンモニア揮散速度を測定し、7 日目に施肥・土壤混和後、エンバクを播種した。温室でエンバクを生育させ、出穂後に収穫し、窒素・リン酸吸収量を測定した。また、無播種ポットを別途設け、定期的に土壤中の無機態窒素含量を測定した。一連の試験を春（4月開始）と夏（7月開始）の二時期で実施した。(2)圃場試験 北海道鹿追町の生産者圃場において、秋まきコムギ収穫後、緑肥エンバク播種前に次の処理を設けた：溝施用（スラリーインジェクターで消化液 5 kg m<sup>-2</sup>を施用し窒素 4.2g m<sup>-2</sup>を施肥）、表面施用（同量の消化液を表面施用し窒素 4.2g m<sup>-2</sup>を施肥）、表面+N（表面施用後、硫酸 7.1 g N m<sup>-2</sup>を施肥）、無（消化液も化学肥料も無施用）、化肥（消化液なしで窒素 13.2 g N m<sup>-2</sup>を施肥）。出穂後、エンバク地上部を刈り取り、窒素・リン酸吸収量を測定した。

**3. 結果と考察** (1)両時期で、表面施用のアンモニア揮散は施用直後で最大となり、3日以内に検出限界以下となった。一方、溝施用のアンモニア揮散は施用直後から認められなかった。消化液の無機態窒素率と比べて土壤の無機態窒素率は表面施用では 17.9~34.7%低下したが、溝施用では春施用で 9.2%上昇、夏施用で 2.5%低下にとどまった（図 1）。エンバクの窒素吸収量は両時期とも溝施用で表面施用より高かった（表 1）。表面施用の窒素肥効率は既往の知見<sup>1)</sup>（40%）と同程度かやや低かったが、溝施用の窒素肥効率は両時期で 60%を超えた。これらの結果から、表面施用で生じるアンモニア揮散等の窒素不明損失が溝施用では生じず、溝施用は表面施用より窒素肥効が高いことが示唆された。(2)乾物重と窒素吸収量は表面施用より溝施用で高かった（表 2）。一方、前述の結果に基づいて溝

\*北海道立総合研究機構十勝農業試験場 Tokachi Agricultural Experiment Station, Hokkaido Research Organization (HRO)

\*\*現 北海道立総合研究機構道南農業試験場 Present: Donan Agricultural Experiment Station, HRO

\*\*\*農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：資源循環、溝施用、窒素肥効率、アンモニア揮散

施用と表面施用の窒素肥効率の差 20%分を化肥で補った表面+N と溝施用の間に差がないことから、溝施用向けの窒素肥効率 60%は圃場においても妥当であると示唆された。リン酸吸収量は無以外に差は認められなかったものの、リン酸含有率は消化液施用で化肥よりも高かった。これらの結果から、消化液の施用位置でリン酸肥効に差はないものの、消化液中のリン酸も畑作物に利用される可能性がある。

**4. 結論** 消化液の表面施用で生じるアンモニア揮散等の窒素不明損失が溝施用では生じず、窒素肥効が高い。リン酸肥効は施用位置によって変化しないものの、消化液中のリン酸は作物に利用できる可能性がある。消化液施用と適切な減肥を組み合わせることで、さらなる資源循環が実現できる可能性がある。

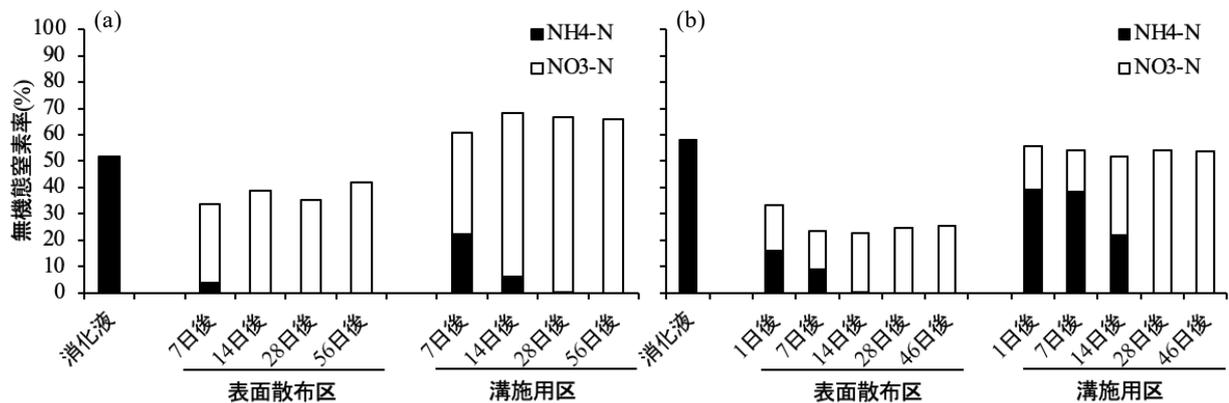


Fig. 1 消化液およびその消化液を施用した後の土壌の無機態窒素率の変化。(a)春施用，(b)夏施用。  
 Mineral N rate of digestate and its change in soil after application in (a) spring and (b) summer.  
 無機態窒素率(%) = [消化液施用土壌中の無機態窒素量 - 無窒素の無機態窒素量]/消化液の全窒素量×100

Table 1 ポット試験によるエンバクの乾物重，窒素吸収量，窒素肥効率。消化液は窒素 0.31%，リン酸 0.13%。  
 Dry matter, N uptake, and N efficiency of oats by the pot experiment. N and phosphate contents of digestate were 0.31% and 0.13%, respectively.

施用時期	処理	乾物重 (g pot <sup>-1</sup> )	窒素吸収量 (mg pot <sup>-1</sup> )	窒素利用率 (%)	窒素肥効率 (%)
春	化肥	12.1	237	70.9	—
	表面施用	9.8	109	28.2	39.8
	溝施用	12.0	177	50.6	71.4
	無窒素	3.1	25	—	—
夏	化肥	10.8	237	70.9	—
	表面施用	6.8	84	19.7	27.9
	溝施用	9.7	157	44.2	62.3
	無窒素	2.5	25	—	—

Table 2 圃場試験におけるエンバクの乾物重，窒素・リン酸吸収量。消化液は窒素 0.26%，リン酸 0.09%。  
 Dry matter, N and phosphate uptakes of oats by the field experiment. N and phosphate contents of digestate were 0.26% and 0.09%, respectively.

処理	養分投入量 (g m <sup>-2</sup> ) 化学肥料+消化液			乾物重 (g m <sup>-2</sup> )	養分含有率 (%)		養分吸収量 (g m <sup>-2</sup> )	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
化肥	13.2+ 0.0	0.0+0.0	17.5+ 0.0	482	2.43	0.67	11.8	3.2
溝施用	4.2+13.0	0.0+4.5	0.0+13.5	470	2.32	0.70	10.9	3.2
表面施用	4.2+13.0	0.0+4.5	0.0+13.5	441	2.13	0.69	9.4	3.0
表面+N	7.1+13.0	0.0+4.5	0.0+13.5	471	2.26	0.68	10.7	3.2
無	0.0+ 0.0	0.0+0.0	0.0+ 0.0	307	1.69	0.65	5.2	2.0

**謝辞** 本研究は農林水産省の農林水産研究推進事業（脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト）の成果である。試験に全面的にご協力いただいた生産者および鹿追町環境保全センターの皆様へ深く感謝いたします。

**引用文献**

1) 北海道立総合研究機構農業研究本部編（2020）。北海道施肥ガイド 2020。北海道農政部。