

稲刈り後の水田へのメタン発酵消化液の施用が稲ワラの分解に及ぼす影響

Influence of application of digested slurry on decomposition of rice straw

○中村真人*・折立文子・山岡賢*・柚山義人*

NAKAMURA Masato, ORITATE Fumiko, YAMAOKA Masaru and YUYAMA Yoshito

1. はじめに

稲刈りから翌年の湛水までの非作付け期間に稲ワラの分解が進まない場合、湛水直後に稲ワラに含まれる易分解性の有機物が急激に分解し、有機酸・硫化水素の生成や稲ワラ分解に伴う窒素の取り込みにより初期生育が抑制される。さらに、温室効果ガスであるメタンの生成量が増加する。そのため、非作付け期間に稲ワラを分解することは稲の生育および環境にとって重要である。有機物の分解に関与する要因としては、温度、水分などがある。また、窒素を施用することにより分解が促進されることが知られている。一方、メタン発酵消化液はメタン発酵においてメタンガスを取り出した後に残る液体で、窒素成分を多く含むため、窒素源として利用できる可能性がある。そこで、本研究では、稲刈り後の消化液の施用が稲ワラの分解に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

秋から冬の水田土壌における稲ワラの分解性を評価するために室内培養試験を行った。培養試験は、水田の秋から冬の期間を想定した、低温で好気的な条件（培養 1）と春から夏の期間を想定した、高温で嫌気的な条件（培養 2）との 2 つの条件での試験で構成する。培養 1 でワラの分解に影響を及ぼす各種条件を設定しワラを分解させ、培養 2 で各処理によるワラの分解効果を評価する流れである。試験には京都府丹後地方の水田土壌（土性 SL）を風乾し、2mm ふるいを通過させた土壌を用いた。培養 1 では、この供試土壌乾土あたり 400g を 500mL の容器に詰め、温度、水分、土壌と稲ワラの混和の有無、消化液の施用の有無（施用量 3t/10a 相当）を変えた 10 種類の処理（Table 1）を行い、ふたをせずに恒温庫で 2 ヶ月間培養した。2 ヶ月後、培養 1 を終えた土壌をそれぞれ風乾した後、粉碎し、培養 2 の試料とした。培養 2 では、粉碎した土壌を乾土あたり 5g と水 10mL を 50mL のバイアル瓶に入れ、ブチルゴム製のキャップをはめた後、バイアル内空気を高純度窒素で置換した。窒素置換により嫌気状態になったバイアル瓶を 30℃で培養し、1, 2, 3, 4, 5, 6 週間後に容器のヘッドスペースからガスを採取し、CH₄, CO₂ 濃度をガスクロマトグラフで測定した。試験に用いた消化液は、京丹後市のメタン発酵プラント（原料：食品廃棄物、発酵温度：55℃）から採取したものである。使用した消化液の成分を Table 2 に示す。

Table 1 培養 1 の培養条件
Conditions for Incubation 1

	略称	含水比	培養温度	土壌と稲ワラとの混和	消化液施用
1	高水_5℃_混有_消有	0.45	5℃	混和有	施用有
2	高水_5℃_混有_消無	0.45	5℃	混和有	施用無
3	普水_5℃_混有_消有	0.4	5℃	混和有	施用有
4	普水_5℃_混有_消無	0.4	5℃	混和有	施用無
5	普水_5℃_混無_消有	0.4	5℃	混和無	施用有
6	普水_5℃_混無_消無	0.4	5℃	混和無	施用無
7	普水_15℃_混有_消有	0.4	15℃	混和有	施用有
8	普水_15℃_混有_消無	0.4	15℃	混和有	施用無
9	普水_15℃_混無_消有	0.4	15℃	混和無	施用有
10	普水_15℃_混無_消無	0.4	15℃	混和無	施用無

※ 現地水田土壌の 10 月上旬の含水比は約 0.4.

Table 2 消化液の成分
Composition of digested slurry

pH	8.3
EC	1.71 S/m
TS	8,750 mg/L
VS	3,990 mg/L
BOD	265 mg/L
TOC	1,860 mg/L
T-C	3,900 mg/L
T-N	2,310 mg/L
NH ₄ -N	1,740 mg/L
NO ₂ -N	< 0.1 mg/L
T-P	71.5 mg/L
T-K	1,140 mg/L

*農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：稲ワラ，易分解性有機物，メタン発酵消化液，水田土壌，分解

3. 結果および考察

培養2におけるヘッドスペース内のCH₄およびCO₂濃度は、すべての試料において嫌気培養開始後上昇し、培養開始6週間後に濃度上昇が緩やかとなった。そのため、6週間後には試料に含まれる易分解性有機物の大部分が分解され、CH₄およびCO₂に変化したと考え、本研究では、6週間で分解された有機物量を「土壌に含まれる易分解性有機物量」とした。培養2における、培養6週間後のバイアル内のCH₄、CO₂濃度と6週間で分解された有機物量(=易分解性有機物量)をTable 3に示す。易分解性有機物量は、CH₄およびCO₂濃度とバイアルの容積等から算定した。易分解性有機物量が少ないということは、培養1においてワラの分解がより進んでいることを示す。

培養温度が5°Cの場合(培養1の処理3,4,5,6)と15°Cの場合(培養1の処理7,8,9,10)の易分解性有機物量の平均値はそれぞれ、6.6と4.7であり、15°Cの条件で有意(1%水準)に少なかった。すなわち、ワラの分解について、温度の寄与が大きいことが明確に示された。土壌とワラの混和の有無および水分の影響については、混和有の場合および水分が0.4の場合の方において、易分解性有機物量が少なかった(有意差はなし)。一方、消化液を施用した場合(培養1の処理1,3,5,7,9)と無施用の場合(培養1の処理2,4,6,8,10)の易分解性有機物量の平均値はそれぞれ、6.1と6.1であり、差がなかった。つまり、本研究の条件では、消化液施用によるワラの分解促進効果は確認できなかった。本研究では、特定の土壌、限られた実験条件での結果のため、結論を出すにはより多様な条件での検証が必要であるが、少なくとも、温度、水分、混和の有無と比較して、消化液施用の影響は小さいと考えられた。

謝辞：本研究の遂行にあたり、京丹後市、アマタ株式会社、京都府丹後農業研究所の小林俊博主任研究員にご協力をいただいた。ここに記し、感謝申し上げる。

Table 3 培養6週間後のバイアル内のCH₄、CO₂濃度と6週間で分解された有機物量(培養2)
CH₄, CO₂ concentrations in vial 6 weeks after start of incubation and organic matter decomposed in 6 weeks (Incubation 2)

		バイアル内 CH ₄ 濃度 (%)	バイアル内 CO ₂ 濃度 (%)	易分解性有機物量 (gC/乾土 1kg)
1	高水_5°C_混有_消有	12.4	11.3	1.5
2	高水_5°C_混有_消無	13.3	11.6	1.6
3	普水_5°C_混有_消有	10.6	10.5	1.3
4	普水_5°C_混有_消無	10.4	10.6	1.3
5	普水_5°C_混無_消有	11.6	11.4	1.4
6	普水_5°C_混無_消無	10.8	10.6	1.3
7	普水_15°C_混有_消有	6.1	9.2	0.87
8	普水_15°C_混有_消無	6.4	8.5	0.84
9	普水_15°C_混無_消有	7.0	10.3	1.0
10	普水_15°C_混無_消無	8.1	10.3	1.1
培養温度が5°Cの場合(処理3,4,5,6)の平均値				6.6
培養温度が15°Cの場合(処理7,8,9,10)の平均値				4.7
土壌とワラを混和した場合(処理3,4,7,8)の平均値				5.3
土壌とワラを混和しない場合(処理5,6,9,10)の平均値				6.0
含水比が0.40の場合(処理3,4)の平均値				6.4
含水比が0.45の場合(処理1,2)の平均値				7.7
消化液を施用した場合(培養1の処理1,3,5,7,9)の平均値				6.1
消化液を施用しない場合(培養1の処理2,4,6,8,10)の平均値				6.1