

## 下水汚泥コンポスト施用がデントコーン畑からの温室効果ガス排出に与える影響

山形大学農学部 非会員○木村 大地  
 山形大学農学部 非会員 PHUNG Duc Luc  
 山形大学農学部 非会員 松山 裕城  
 山形大学農学部 非会員 浦川 修司  
 山形大学農学部 正会員 渡部 徹

## 1. はじめに

我が国では現在、肥料や家畜飼料を輸入に頼っている。これらを自給することは食料安全保障の意味から重要であるだけでなく、輸送に伴う温室効果ガス排出を減らすことにもつながる。地域で自給できる肥料資源に下水汚泥コンポストがあり、このコンポストの施用は土壤の肥沃度向上<sup>1</sup>や有機態炭素の土壤固定効果<sup>2</sup>があることが知られている。一方で、下水汚泥コンポストを施用した農地から発生する温室効果ガス排出量について調査した例は少ない。本研究では、下水汚泥コンポストの施用が、飼料用トウモロコシ畑からのメタンと亜酸化窒素排出に及ぼす影響について、化学肥料や豚糞堆肥などと比較しながら、明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

山形大学農学部附属高坂農場で、6つの施肥条件（表1）のもとでデントコーン（品種：KD106）の栽培実験を3反復（各区画3.0×2.7m）で実施した。肥料を施用しないCTを除いて、すべての処理区で20kg/haの窒素を供給するように化学肥料CF（N:P:K=14:14:14%）、豚糞堆肥PM（N:P:K=2.8:2.4:1.4%）、または下水汚泥コンポストCS（N:P:K=2.1:1.2:0.23%）を与えた。PMとCSに関しては、それぞれリン酸が豊富な骨粉Bを加えた処理区（PM+B, CS+B）も設けた。

上記の栽培試験では、土壤からの温室効果ガス排出量を調べるために、スタティックチャンバー（円柱形、半径15.6cm、高さ14cm）を各処理区の中央の畝間に設置して、0分、15分、30分後にシリンジを用いてガスサンプルを週1回の頻度で採取した。採取後、各サンプル中の温室効果ガス（メタンと亜酸化窒素）の濃度をガスクロマトグラフィー（GC-2014, Shimadzu）で分析した。栽培試験中は、土壤の温度、水分量、pH、EC、Ehも定期的にモニタリングした。さらに、栽培開始前（施肥前）と収穫後には、試験土壤のpH、EC、水分量、TN、TC、土性を調べるとともに、収穫後のトウモロコシのバイオマス乾燥重量、トウモロコシ子実の収量とタンパク質含有率（TNから換算<sup>3</sup>）を分析した。また、TNとTCの分析にはスミグラフ（NC-220F, 住化分析センター）を使用した。

表1. 施肥条件

処理区	施肥量 (g m <sup>-2</sup> )	窒素換算量 (g m <sup>-2</sup> )	骨粉施用量 (g m <sup>-2</sup> )
CT	-	-	-
CF	143	20	-
PM	714	20	-
PM+B	714	20	26.0
CS	952	20	-
CS+B	952	20	77.9

CT=無施肥, CF=化学肥料, PM=豚糞堆肥, CS=下水汚泥コンポスト, B=骨粉

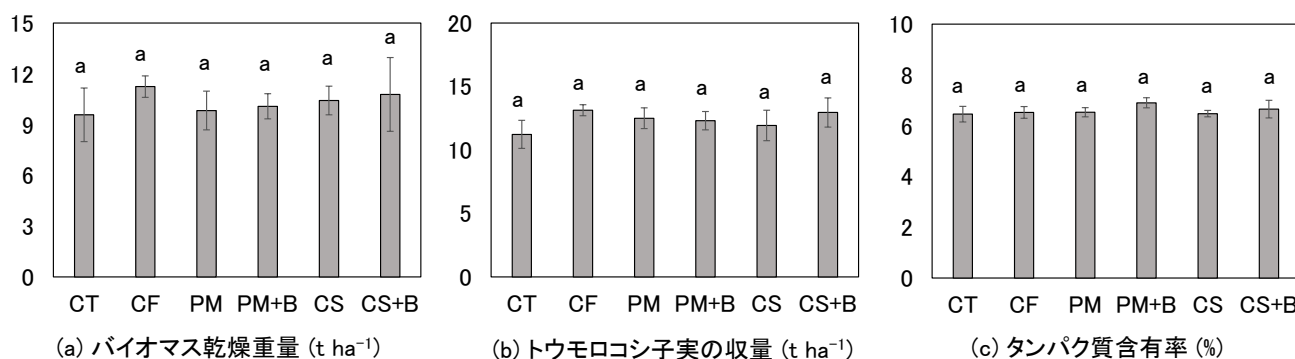


図1. バイオマス乾燥重量、トウモロコシ子実の収量およびタンパク質含有率

キーワード：下水汚泥コンポスト、温室効果ガス、土壤有機炭素、デントコーン

住所：山形県鶴岡市若葉町1-23, Tel: 0235-28-2907

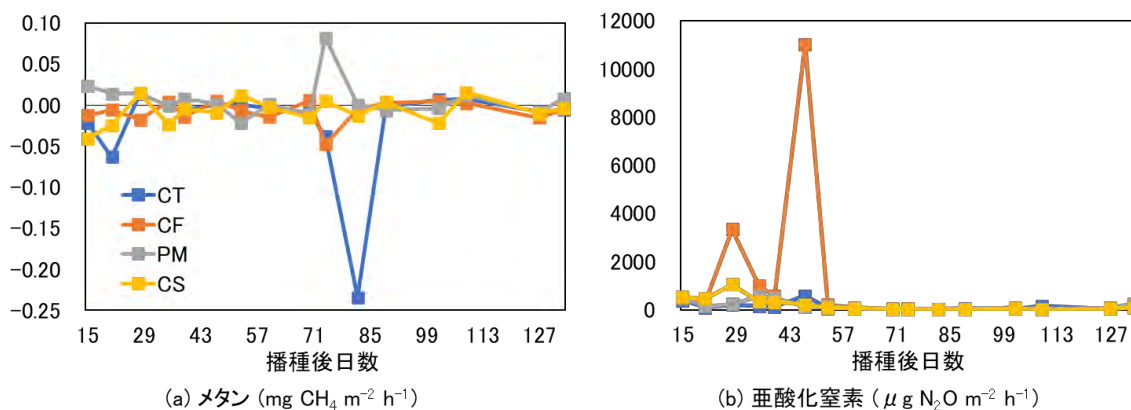


図 2. トウモロコシ畑土壌からのメタンと亜酸化窒素の排出フラックス（1 反復分のみ）

### 3. 結果及び考察

#### 3. 1 バイオマス乾燥重量， トウモロコシ収量およびタンパク質含有率

6 つの処理区におけるバイオマス乾燥重量， トウモロコシ子実の収量とタンパク質含有率を図 1 に示す。各項目ともに処理区間で有意差はなく， 下水汚泥コンポストの施用で化学肥料や豚糞堆肥を施用した場合と同等の収量と品質が得られることが分かった。一方， PM+B は PM に比べてバイオマス乾燥重量とタンパク質含有率が， CS+B は CS に比べてすべての項目で増加する傾向がみられた。これは骨粉に含まれるリン等の栄養分による影響であろう。

#### 3. 2 温室効果ガス排出量

各処理区のメタンと亜酸化窒素の温室効果ガス排出フラックスを図 2 に示す。PM ではメタンが多く排出された。この処理区の土壌 Eh は他よりも低く嫌気的環境になっていたと考えられる。CF では， 播種後の早い段階で亜酸化窒素が他の処理区よりも多く排出された。同時期に土壌中の EC 値が大きくなっていったことから， 化学肥料中のアンモニアが硝化された影響であろう。表 2 には， 各処理区の累積温室効果ガス排出量と温室効果ガス総排出量（各ガスの累積ガス排出量に地球温暖化係数<sup>4)</sup> を乗じて合計した値）を示す。肥料を与えていない CT で， メタンと亜酸化窒素ともに累積排出量が最も小さかった。PM は他の処理区よりもメタンの累積排出量は多い一方で， 亜酸化窒素の累積排出量は CF と CS よりも少なかった。温室効果ガス総排出量は， CF が最も大きく， 特に亜酸化窒素の寄与が大きかった。CT， PM および CS の温室効果ガス総排出量は， CF の 12~18%に過ぎなかった。各処理区間でトウモロコシ子実の収量は同等であった（図 1）ことから， 図 3 に示す温室効果ガス強度（1 t のトウモロコシを生産するときに排出される温室効果ガスの量）も CF で最も大きく， PM および CS は CT と同程度に低かった。

#### 4. おわりに

下水汚泥コンポストは， トウモロコシ子実の収量と品質を低下させることなく基肥として化学肥料を代替できた。さらに， 化学肥料に比べて畑からの温室効果ガス排出を大きく削減できることが分かった。今後， 温室効果ガスの分析を進めて， より多くのデータをもとに考察を深めたい。

謝辞 本研究は， JRA 畜産振興事業の支援を受けて行われた。

参考文献 1) Phung et al., Sci Rep 10, 10155, 2020, 2) Tian et al., J. Environ. Qual., 38: 61-74, 2009, 3) Sriperum et al., J Sci Food Agric 2011; 91: 1182-1186, 2011, 4) IPCC, Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021

表 2. 累積温室効果ガス排出量と温室効果ガス総排出量（1 反復分のみ）

処理区	累積排出量 (kg ha <sup>-1</sup> )		温室効果ガス総排出量 (kg CO <sub>2</sub> -eq ha <sup>-1</sup> )
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
CT	-0.63	3.54	949
CF	-0.27	28.62	7806
PM	0.14	3.88	1064
CS	0.08	5.08	1390

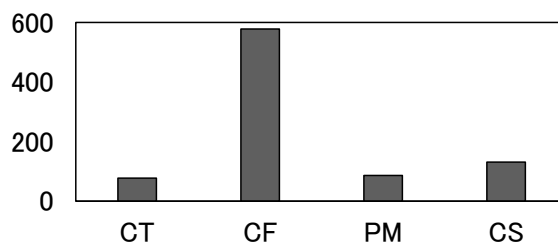


図 3. 温室効果ガス強度（1 反復分のみ）  
(kg CO<sub>2</sub>-eq t corn<sup>-1</sup>)