

チクゴスズメノヒエからの温室効果ガスの発生

高野典礼・田中幹大

石川工業高等専門学校

〒 929-0392 津幡町北中条タ 1

要約：河北潟及び周辺水路に発生するチクゴスズメノヒエの害は在来種駆逐や水路弊害に留まらず、枯死堆積による温室効果ガス排出源ともなる。室内における消化汚底泥を用いてのメタン発酵試験から、最大排出量の算定、及び温暖化寄与の高い稲わらとの比較、更に底泥を用いた実際の排出量算定を行った。1gのチクゴスズメノヒエ（葉）から、最大8.6Lの温室効果ガスが発生し、チクゴスズメノヒエの葉は稲わらの2.9倍の温室効果ガスを発生させることが明らかとなった。また、河北潟干拓地中央幹線排水路下流側では上流側に比べ、チクゴスズメノヒエからの排出量が多いことも認められた。

キーワード：チクゴスズメノヒエ、温室効果ガス、メタン発酵試験、河北潟

はじめに

チクゴスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L. var. *indutum*) はイネ科の外来植物で、河北潟と周辺水域において1995年にはじめて確認され(永坂, 1997a), 2004年には、西部承水路では右岸から左岸までを隙間なくマット状に厚く被う強大な群落となって発達していた(高橋ら, 2005)。群落水面下には前年の枯死茎とあわせて幾層にも匍匐枝が重なりあうことが指摘されており(永坂, 2011)、堆積し水路の陸化を促している場所も見られる(高橋ら, 2007)。枯死堆積による嫌気発酵によってメタンを生成し温室効果ガス排出源ともなる。

一方、稲作からのメタン排出量は2012年度17,911ktCO₂ (二酸化炭素換算) となっており、看過できない状況となっている。その算出には有機物施用量(稲わらあるいは堆肥)の変化が排出係数に反映されている(環境省2015)。つまり、水田への稲わらの漉き込みがメタン排出量を増加する要因とされている。

同様に、チクゴスズメノヒエが水路内に枯死堆積して嫌気発酵によってメタン生成し、温室効果ガスの排出源ともなりうると考えられ、チクゴスズメノヒエの害は在来種駆逐や水路弊害に留まらないことが懸念される。

稲わらからの温暖化ガス排出量は、室内における

消化汚底泥を用いてのメタン発酵試験によって算定されており(大月ら, 2011)、そこで、同様の試験を行い、チクゴスズメノヒエが枯死して、底泥に堆積した場合に発生する温暖化ガスを算定し、同時に稲わらとの比較を行った。

実験方法

実験装置

図1に実験装置の概略図を示す。120mlのプラスチック製シリンジ(JMS製)を発酵槽に見立て試料を投入し、シリンジ内の空気を抜きシリコンチューブとクリップで密封して、各条件3本ずつ恒温室・浴槽に静置した。発酵により発生したガス量は経時的にシリンジの目盛から読み取った。

発生したガスは、ガスクロマトグラフィ(SIMADZU製 GAS CHROMATOGRAPH GC-8A, カラム Activated Charcoal 60-80 F-1174)により組成分析を行った。標準ガスにはヘリウムガス(日本ヘリウム株式会社製)を使用した。

実験1 (稲わらとの比較)

消化汚底泥の活性温度37℃、土は実際の群生地温度20℃と仮定して恒温室・浴槽の温度を設定し、それぞれ表1に示す実験条件でガス発生量の減退が確認された54日間、培養実験を行った。消化汚底

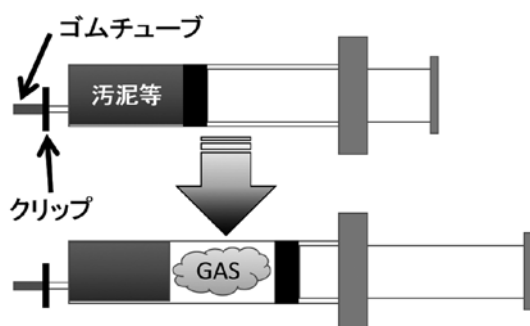


図 1. 培養装置概略図.

表 1. 培養装置の実験条件.

条件	消化汚泥 (ml)	土 (g)	チゴ ^o スズメノヒエ [根] wet, dry (g)	チゴ ^o スズメノヒエ [葉] wet, dry (g)	稲わら (g)	温度 (°C)
1	30					37
2	30		1, 0.3			37
3	30			1, 0.3		37
4	30				0.3	37
5		33				20
6		33	1, 0.3			20
7		33		1, 0.3		20
8		33			0.3	20

泥は生ごみのメタン発酵に供したものを使用し、土はチクゴスズメノヒエが群生する、二日市町の土水路から採取し、消化汚底泥との容積を合わせるため 33g を用いた。稲わらは風乾状態にし、チクゴスズメノヒエは、根・葉ともに含水率 70% のものを投入した。

実験 2 (土・温度の比較)

河北潟干拓地中央幹線排水路の上流側、銭五橋附近と、下流側はくちょう橋付近から底泥を採取した。底泥は実際の群生地での温度 20°C と、夏期の高温を考慮して 25°C で、それぞれ恒温槽に静置した。投入量は実験条件 1 と等量とし、チクゴスズメノヒエは茎部分を使用した。ガス発生が停滞した後も培養し、96 日間継続した。



写真 1. 培養装置と内部に発生したガス.

結果と考察

実験結果 1

写真 1 に培養装置内で発生したガスを示す。発生ガスによってシリンジが押し上げられている様子がわかる。

図 2 に消化汚底泥を添加して行った実験結果を示す。ガスの発生は、葉と稲わらの場合のみ確認できた。ガス発生量は葉が 160ml、稲わらが 60ml となった。図 3 に土を添付して行った実験結果を示す。消化汚底泥の場合と同じく葉と稲わらにのみガスの発生が確認できた。ガス発生量は葉が 105ml、稲わらが 40ml となった。

ガスクロマトロフィによる組成分析の結果を図 4 に示す。各三本ずつ計測しその平均を表した。消化汚底泥+葉は二酸化炭素が 33% でメタンが 63%、消化汚底泥+稲わらは二酸化炭素が 27% でメタンが 58% であったことから葉のほうがメタンの割合が 5% 高かった。

以上の結果から、稲わらからの二酸化炭素とメタンのそれぞれの発生量及び二酸化炭素に換算した温室効果ガス排出量を以下のとおり算定した。

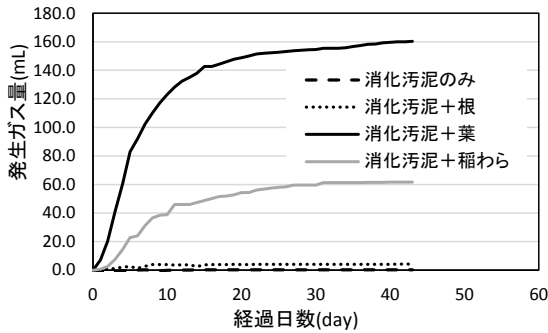


図 2. 37℃浴槽でのガス発生量.

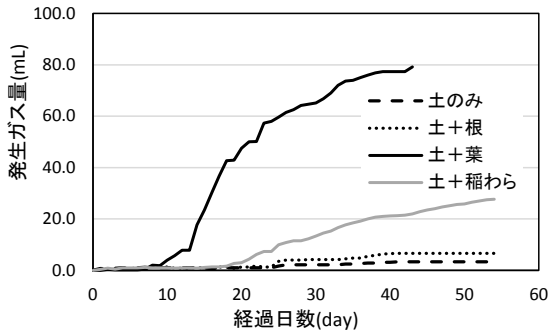


図 3. 20℃恒温室でのガス発生量

$$\begin{aligned} & \text{ガス発生量 } 60[\text{mL}] \times \text{発生二酸化炭素割合 } 27[\%] \\ & \quad / \text{稲わら } 0.3[\text{g dry}] \\ & = 54 [\text{ml CO}_2/\text{g dry}] \\ & \text{ガス発生量 } 60[\text{mL}] \times \text{発生メタン割合 } 58[\%] \\ & \quad / \text{稲わら } 0.3[\text{g dry}] \\ & = 116[\text{ml CH}_4/\text{g dry}] \\ & 54[\text{ml CO}_2/\text{g dry}] \\ & \quad + 116[\text{ml CH}_4/\text{g dry}] \times 25 (\text{温暖化ガス係数}) \\ & = 2954[\text{ml CO}_2/\text{g dry}] \end{aligned}$$

次に、チクゴズズメノヒエからの発生量は最大で以下のとおりである。

$$\begin{aligned} & \text{ガス発生量 } 160[\text{mL}] \times \text{発生二酸化炭素割合 } 33[\%] \\ & \quad / (\text{葉 } 1[\text{g wet}] \times (1 - \text{含水率 } 70[\%])) \\ & = 176[\text{ml CO}_2/\text{g dry}] \\ & \text{ガス発生量 } 160[\text{mL}] \times \text{発生メタン割合 } 63[\%] \end{aligned}$$

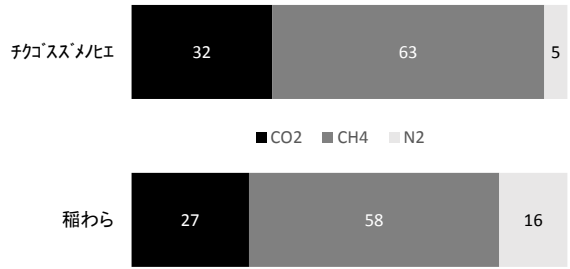


図 4. 平均ガス組成.

$$\begin{aligned} & / (\text{葉 } 1[\text{g wet}] \times (1 - \text{含水率 } 70[\%])) \\ & = 336[\text{ml CH}_4/\text{g dry}] \\ & 176 [\text{ml CO}_2/\text{g dry}] \\ & \quad + 336[\text{ml CH}_4/\text{g dry}] \times 25 (\text{温暖化ガス係数}) \\ & = 8576[\text{ml CO}_2/\text{g dry}] \end{aligned}$$

実験結果 2

図 5 に 20℃ 恒温槽の結果を示す。下流部のはくちょう橋付近の底泥からは 5.3mL のガス発生が見られ、有機質を比較的多く含むことが示唆された。銭五橋付近の底泥でチクゴズズメノヒエを培養すると、ガス発生量は 89.3mL、はくちょう橋付近の底泥では 113.7mL が発生し、下流側の有機質に富む底泥の方で活性が高いことがわかった。

図 6 に 25℃ 恒温槽の結果を示す。下流部のはくちょう橋付近の底泥からは 11.0mL のガス発生が見られ、20℃ 培養条件よりも多くのガスが発生した。銭五橋付近の底泥では変わらずガス発生は見られなかった。銭五橋付近の底泥ではチクゴズズメノヒエから 123.0mL、はくちょう橋付近の底泥では 143.3mL が発生し、いずれも 25℃ 培養で多くのガス発生が見られた。

チクゴズズメノヒエが嫌氣的に発酵することで、温室ガス効果の高いメタンが稲わらより多く発生するという今回の研究結果は、農業分野における温暖化対策として、圃場自体の管理とともに、本種が繁茂し枯死遺体が堆積する農業用排水路等のメンテナンスが必要であることを指摘している。

稲作における CH₄ 排出量算定のために麓ら (2010) が開発した DNDC-Rice モデルによると、常時湛水

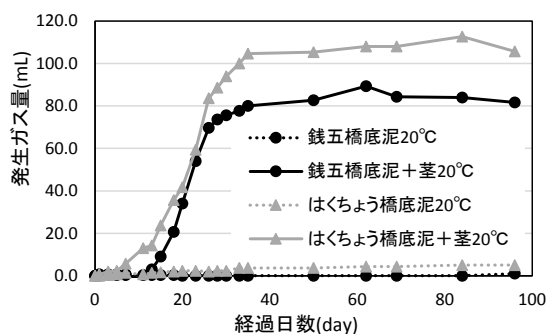


図 5. 20°C培養条件での底泥からのガス発生量。

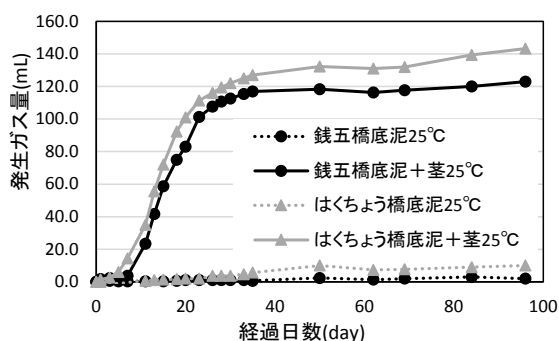


図 6. 25°C培養条件での底泥からのガス発生量。

された水田では、中干しされた水田より CH₄ 発生量が極めて高いことが指摘されており、排水性の悪い水田に対して高い排出係数を与えている。今後の温室効果ガスインベントリにおいて、DNDC-Rice モデルを利用することが妥当であると考えられており（環境省, 2015）、常時湛水していると同時に圃場の一部でもある排水路についても、インベントリの対象として取り上げられることが望まれる。同時に、チクゴスズメノヒエを排水路から除去することによる温室効果ガスの削減効果についても評価されるべきであろう。

謝 辞

本研究は、平成 26 年度地球環境基金助成を受けて河北潟湖沼研究所が実施する「カーボン・オフセットの活用を展望とした協働による水辺と農地の保全活動の推進」活動において企画された水辺の植生管理による温室効果ガスの削減のための協働研究プロジェクトの一環として実施したものである。地球環境基金及び河北潟湖沼研究所の研究員諸氏に感謝申し上げます。

引用文献

麓 多門・柳原哲司・齋藤 隆・八木一行, 2010. 農

地からの温室効果ガス発生量の推定 - プロセスモデルによるアプローチ - 土壌の物理性, 114 : 49-52.

環境省, 2015. 平成 27 年 3 月 温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果 農業分野における排出量の算定方法について (農業分科会). <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/kento/h2703/04.pdf>.

永坂正夫, 1977. 河北潟の水生植物相の現状. 河北潟総合研究, 1 : 3-8.

永坂正夫, 2011. 河北潟湖岸に生息するチクゴスズメノヒエ群落水面下の溶存酸素量の空間分布. 河北潟総合研究, 11 : 21-28.

大月紳司・池本良子・高野典礼・中出貴大・中木原江利, 2011. 膨張軟化処理による草木質系バイオマスのメタン発酵の促進. 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集, 22 (0) : 142-142.

高橋 久・川原奈苗・白井伸和・永坂正夫, 2005. ホテイアオイ除去および部分浚渫後の河北潟西部承水路における水生植物の状態. 河北潟総合研究, 8 : 13-22.

高橋 久・川原奈苗・白井伸和・永坂正夫, 2007. チクゴスズメノヒエが繁茂する河北潟西部承水路におけるマコモ群落の拡大. 河北潟総合研究, 10 : 1-6.