

暗渠を通じて泥炭農地から排出される有機炭素の動態

Dissolved Organic Carbon Discharge through Subsurface Drainage from Farm Fields on Peat

○横地 穰* 宮崎 真衣** 堀内 空汰** 井上 京***
 Minoru YOKOCHI Mai MIYAZAKI Kuta HORIUCHI Takashi INOUE

1. 研究背景

泥炭地は、過湿かつ低温な環境の下、植物遺体が堆積した土地である。過去数千年にわたって植物が固定した炭素が泥炭として堆積しており、近年、炭素プールとしての役割が重要視されている。しかし、泥炭地を開発すると蓄えられた有機物（泥炭）は微生物の働きなどにより分解され、貯蔵されていた炭素は大気や水系へと放出され失われる。泥炭地に由来する温室効果ガス排出に関する研究はこれまでに盛んに行われてきたが、排水中に含まれる溶存有機炭素の動態に関する研究は比較的少ない。泥炭地に由来する溶存有機炭素は炭素循環における役割のみならず、泥炭地を有する水域にも様々な影響を及ぼす。pH の調整、キレート作用による金属塩の輸送、微生物に対する基質の供給などがその例である。本研究では、秋季の非灌漑期において畑や水田として利用されている泥炭地からの暗渠排水に含まれる有機炭素の流出の動態を明らかにし、土地利用の形態の違いが溶存有機炭素の排出に及ぼす影響を考察した。加えて、二酸化炭素等のガスフラックスと比較して、溶存有機炭素が泥炭地を巡る炭素循環にどの程度寄与しているか、推定を試みた。

2. 方法

(1) 調査圃場 北海道石狩郡新篠津村の隣接した 7 圃場で調査した(図 1)。いずれも高位泥炭地に造成された圃場で、30cm 前後の客土がされている。7 圃場のうち 5 圃場(P1~P5)が水田として、2 圃場(U1~U2)が転換畑として利用され、作付は過去 3 年変化していない。圃場には暗渠排水が施工されており、圃場毎に落水口が設けられている。

(2) 試料水の採取と流量観測 2020 年 10 月 16 日から 11 月 28 日にかけて、計 19 回、集水渠の落水口で採水した。採水時に、容器法による流量観測を行った。また、2020 年 11 月 5 日~11 月 28 日の期間に、畑圃場(U2)と水田圃場(P3)の落水口各 1 カ所に電磁式流量計を設置し、連続流量を得た。流量計がなく連続流量を得られなかった残りの 5 圃場については、流量計を設置した圃場との比流量の相関分析によって連続流量を推定した。

(3) 試料水中の有機炭素の定量 採水試料の総有機炭素(TOC)と溶存有機炭素(DOC)の濃度を、TOC 計(島津製作所)で燃焼法によって定量した。TOC は試料水に塩酸(2.5M)を添加し、無機炭素(炭酸塩)を除去した上で測定した。DOC は試料水を 0.45 μ m のフィルターを通して懸濁態の有機炭素を除去したのちに、TOC と同様に定量した。

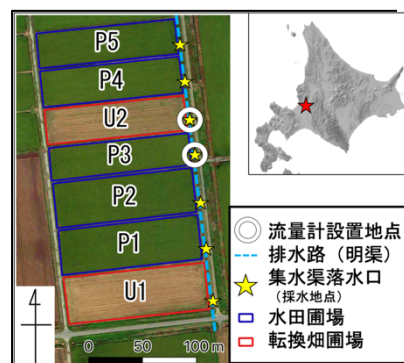


図 1 調査対象圃場

Fig.1 Study field plots

* 北海道大学大学院国際食資源学院 Graduate School of Global Food Resources, Hokkaido University

** 北海道大学農学部 School of Agriculture, Hokkaido University

*** 北海道大学大学院農学研究院 Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University

キーワード：炭素プール、排水、水質、溶存有機炭素、泥炭

(4)有機炭素負荷の推計 負荷の計算は10分毎に行い、その合計をもって総負荷とした。濃度と流量の関係式(c-Q式)を作成し、流量から濃度を推定した。推定された濃度を用いて、負荷 $L = \text{濃度 } C \times \text{流量 } Q$ より、10分毎に有機炭素の負荷を求めた。その合計によって得た総負荷を各圃場の面積と観測日数で除すことで、平均日負荷とした。

3. 結果と考察

(1)暗渠を通じて排出される有機炭素の動態 いずれの圃場でも、暗渠排水のDOC濃度はTOC濃度の約90%前後を占め、暗渠排水を通じて輸送される有機炭素の大半が溶存態であった。流量と濃度の関係を見ると、水田圃場では有機炭素の濃度と流量に強い負の相関があったのに対し、転換畑では流量にかかわらず濃度はほぼ一定であった(図2, 3)。また、低流量時は水田の方が有機炭素の濃度が高いのに対し、高流量時には転換畑の方が濃度は高くなった。降水量が増加すると水田では希釈作用が働き濃度が低下したが、転換畑では土壌中の水溶性有機炭素が高流量時でも多量に供給される状態であると考えられる。

調査期間の平均日負荷量は、観測期間の平均で、水田では0.57 kg/ha/day、転換畑では0.95 kg/ha/dayで、P5を除き転換畑の方が水田より有機炭素の負荷が大きかった。(図4)。また、負荷は濃度より流量に依存し、高流量時に高負荷となることが明らかになった。

(2)溶存有機炭素の炭素循環への寄与 米国カリフォルニア州サクラメント・サンホアキンデルタでは、泥炭地を牧草地・畑として利用した場合に最大9.6 kg C/ha/dayが、水田として利用した場合は3.2 kg C/ha/dayが、CO₂やCH₄として放出されることが報告されている¹⁾。本調査地域でも同程度の炭素放出があると仮定すると、炭素フラックス全体に対し暗渠からの有機炭素流出量は転換畑で約10%、水田で約20%に相当する。泥炭地の炭素フラックス全体を考える上で、暗渠を通じた有機炭素の流出は無視できない比率を占めるとみられる。

4. まとめ

泥炭地の暗渠から排出される有機炭素の動態は、水田と転換畑圃場で大きく異なることが明らかになった。水田に比べ転換畑の方が有機炭素の排出量が大きくなる傾向が見られた。これら暗渠を通じた有機炭素の負荷は、泥炭地の炭素フラックスに対し無視できない割合を占めていた。本報告は秋季の非灌漑期1ヶ月間のみのものであり、今後観測を継続するとともに、流量や濃度、年間総有機炭素負荷の推定精度を向上させる必要がある。

参考文献 1) Knox, S. H., Sturtevant, C., Matthes, J. H., Koteen, L., Verfaillie, J., Baldocchi, D. (2015) Agricultural peatland restoration: Effects of land-use change on greenhouse gas (CO₂ and CH₄) fluxes in the Sacramento-San Joaquin Delta. *Global Change Biology*, 21(2), 750–765. <https://doi.org/10.1111/gcb.12745>

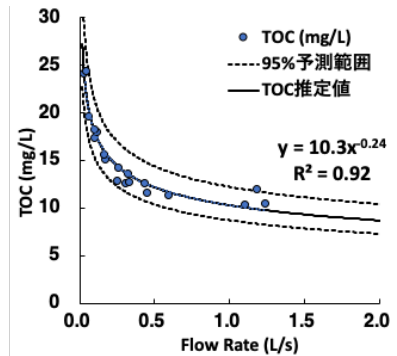


図2 暗渠流量とTOC濃度(水田P1)
Fig. 2 Relationship between flow rate and concentration of TOC from P1

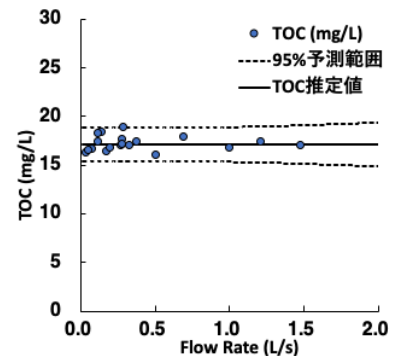


図3 暗渠流量とTOC濃度(転換畑U1)
Fig. 3 Relationship between flow rate and concentration of TOC from U1

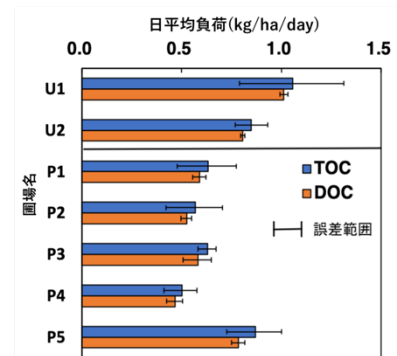


図4 日平均TOC・DOC負荷
Fig. 4 Mean day load of TOC and DOC