

## 水田用排水における TOC と COD の関係性 Relationships between TOC and COD in irrigation/drainage systems in paddy fields

○櫻井伸治\* 網田倫裕\* 中桐貴生\* 堀野治彦\*

○Shinji SAKURAI\*, Tomohiro AMITA\*, Takao NAKAGIRI\*, Haruhiko HORINO\*

**1. はじめに** これまで、水中の有機物量の指標として化学的酸素要求量(以下, COD)が用いられてきたが、必ずしも有用な評価指標とはならないと指摘されている(厚生労働省, 2003). これに代わる指標として、近年では容易に高精度で測定できる全有機炭素量(以下, TOC)へと移行しつつある. これまでの COD データを移行後でも活かすためには両者の対応関係は明確にしておく必要があるが、両測定項目は測定原理に違いがあるため、有機物の形態や種類などによって一義的な関係を示すことは難しい. したがって、TOCとCODの関係性に变化をもたらす起因物質の存在量が異なると思われる条件下(例えば、地目別、時期別など)で整理しておくことが重要となる. 一方で、両者の関係性が一義的でないとすると、その変動特性から水中の有機物に関する新たな知見を得る可能性も考えられる. 本研究では時期によって有機物形態に変化が生じる水田用排水を対象に、これらにおける TOC と COD の関係性を整理し、営農状況を踏まえた変動要因を検討することを目的とした.

**2. 調査方法** 滋賀県高島市の鴨川流域水田地区を対象とした. この地区の上流部では、渓流水が用水として利用され、排水は再利用されていない自然流下型の灌漑方式をとっている(以下、自然流下型用排水をそれぞれ NI, ND とする). 一方、下流部では、農地排水の一部が琵琶湖水や地区外からの河川水と混合されて用水として循環再利用されている(以下、循環灌漑型用排水をそれぞれ TI, TD とする). 各灌漑形態の水田用排水路において 2012 年 5 月から 10 月まで、灌漑期には週に 1 回、非灌漑期には 2~4 週に 1 回程度採水し、TOC と COD の全量、溶存態量(1 $\mu$ m ガラス繊維濾紙を通過した濾液を使用)および懸濁態量(全量から溶存態の差し引き)を測定した. TOC は全有機炭素計(SHIMADZU 製, TOC-L)を用いて、COD は JIS K 0102 17 に準拠して測定した. 得られた測定値から、TOC と COD の回帰の有意性(5%水準)を確認した後、共分散分析を用いて灌漑形態、用排水別や営農時期の違いによる TOC と COD の関係性への影響について検討した. 営農時期については、水田土壌の酸化還元状態の変化や土壌有機物の分解促進などによって、水田排水中の有機物形態が大きく変化すると予想される中干しで区分し、その前後で比較した. 今回は排水路に設置した水位計のデータと営農日誌から、中干し前を 2012 年 4 月 27 日~6 月 27 日、中干し後を同年 6 月 28 日~10 月 30 日とした.

### 3. 結果及び考察

(1) **回帰の有意性の検討** 灌漑形態別の用排水における TOC と COD の関係を図 1 に示す. 全量ベースでは、ND(R=0.90)および TD(R=0.96)で相関が高く、NI 以外で有意な回帰性が認められた. NI では相関が低く(R=0.15)、回帰の有意性が認められなかった. 要因としては、水源である渓流水の水質に大きな変動が見られなかったことが考えられる. 溶存態ベースでみると、両灌漑形態の排水で相関が高く、回帰の有意性も認められたが、TI では全量ベースで有意な回帰性が見られたのに対して、溶存態では有意な回帰性は認められなかった. この要因として先の NI と同様に水質変動が小さかったことが考えられる. なお、懸濁態ベースでみると、回帰の有意性が認められたのは TD のみであった. 総じて、この地区では懸濁物質中の TOC と COD が少量であったことから回帰の有意性の検討は困難と判断される.

(2) **灌漑形態別および用排水別での比較** 用排水ともに全量ベースの TOC と COD の回帰に有意性が認められた循環灌漑型について、共分散分析にて両者の回帰式を比較したところ、有意差は認められなかった. このことから、排水を再利用する循環灌漑では用排水中の懸濁態を含めた有機物の形態があ

\* 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Grad. School of Life and Environmental Sciences, Osaka Pref. University  
キーワード: TOC COD 水田用排水

る程度類似していると推察された。これは TOC と COD の関係性を用水と排水で区別せずに統合的な整理が許容され、一義的な関係式を確立できると思われる。一方、溶存態ベースでの回帰式については TD と ND の間でのみ有意差が認められた。回帰式の勾配については循環灌漑型の方が自然流下型より大きい、すなわち、循環灌漑型では COD の増分に対して TOC が比較的敏感に反応していることを意味している。このことから、循環灌漑型の方が COD の測定ではカウントされない難分解性の溶存態有機物の成分割合が高いと推察される。

(3) 時期別での比較 中干し前後での各灌漑形態別の用排水における TOC と COD の関係(全量ベース)を Table 1 に整理した。循環灌漑型では用排水ともに中干し前後で有意差が認められ、自然流下型では認められなかった。灌漑形態間でこのような結果の相違が見られた要因の 1 つとして、両地区における施肥方法の違いが考えられる。Table 2 に示すように、自然流下型では面積割合で 80% 以上の水田で中干しより前に施される元肥に加え、中干し後にも追肥・穂肥が施されており、水田からの排水中の有機成分は比較的類似していると考えられる。一方、循環灌漑地区では、中干し後の施肥はおよそ半分の水田に留まっており、排水中の有機成分が中干し前後で比較的大きく異なった可能性がある。

自然流下型では、先述したように、水質変動の小さな溪流水が水源であるのに対し、循環灌漑型では、琵琶湖水や地区外からの河川水も用水の構成成分となっており、これらの水質や混合割合の時期的変動により中干し前後で有意差が生じた可能性も考えられる。しかし、用水のうち 8~9 割を占める琵琶湖水については、過去 3 年の月平均水質(琵琶湖環境科学研究センター)を見たところ、灌漑期間中の水質変動は用水における変動に比べて小さく、中干し前後で有意差を生じさせた可能性は低いと判断された。一方、混合割合が地区内排水と同程度である地区外河川水については、中干し前後で有意差が認められ、循環灌漑型の用水における有意差にある程度寄与していると考えられる。

**4. おわりに** 本研究の結果から、水田地区の用排水における TOC と COD の関係性は灌漑形態や時期によらず一義的な関係式でもある程度表現することが可能だということが示唆された。また、その一方で、TOC と COD の回帰関係を詳細に比較することによって、灌漑形態や水田管理状況が用排水の水質に及ぼす影響を把握できる可能性も示された。今後、継続的に用排水の TOC と COD データを取得し、営農状況をさらに細分化することで、水田用排水の水質の移り変わりを把握し、水質の変動要因を追求することが課題である。

参考文献 厚生労働省 (2003): 第 9 回厚生科学審議会生活環境水道部会水質管理専門委員会

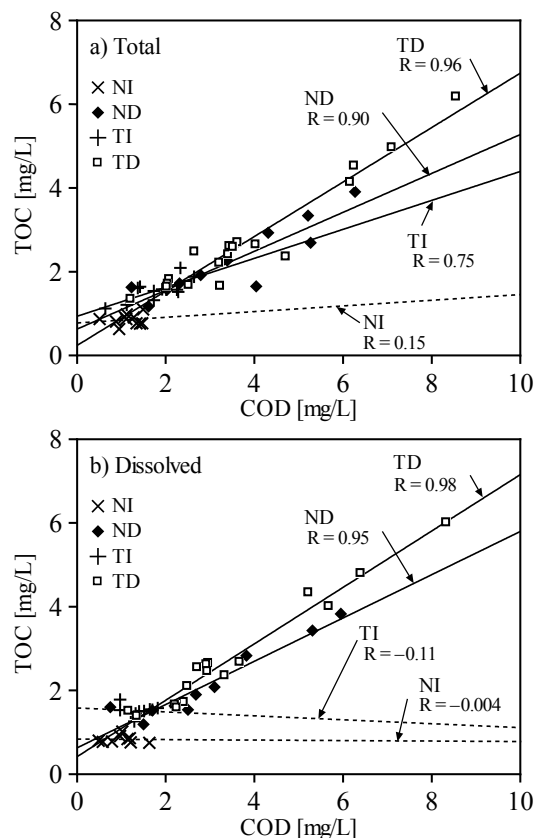


Fig.1 Relationships between TOC and COD in irrigation/drainage systems

Table 1 Comparison of relationship between TOC and COD before and after mid-summer drainage

Sample	Before			After			significance
	Grad.	Int.	R	Grad.	Int.	R	
NI	no data because of no regression						-
ND	0.49	0.59	0.87	0.40	0.77	0.81	n. s.
TI	0.29	0.90	0.95	0.24	1.23	0.55	p<0.05
TD	0.61	0.45	0.98	0.89	-1.46	0.99	p<0.05

Note: n. s. is no significance

Table 2 Comparison of additional manuring in studied areas

Additional manuring	No recycling irrigation	Recycling irrigation
Yes	83%	55%
No	17%	45%