

環境に配慮した滞留型排水路の水質浄化効果

Effect of Water Purification by Drainage Ditch with Water-retaining Function

○川内太郎* 山本忠男** 井上 京** 長澤徹明**

○KAWAUCHI Tarou*, YAMAMOTO Tadao**, INOUE Takashi** and NAGASAWA Tetuaki**

1. はじめに

酪農流域河川の水質汚濁防止には、負荷を発生させないことが最重要である。また、発生した負荷は極力上流で処理し、下流への影響を回避する必要がある。そのための具体的な施設整備として、家畜排泄物処理施設の整備、パドック整備と畜舎周辺の排水整備、あるいは水質浄化のための河畔林整備、排水路整備などがあげられる。本研究では、このうち排水路整備による水質浄化に着目し、流下時間を長くした排水路の機能について、改修前後の水質変化を通じて検討する。

2. 方法

2-1 調査地概要 調査は北海道東部別海町の草地酪農地帯に位置する末端排水路で行った。調査対象とした排水路では、2004年11月から2005年8月にかけて、排水改良を目的とした水路の改修工事が実施された。改修は、水路内に瀬と淵を多数設け、流路が蛇行するように設計・施工された。図1に改修水路の平面および縦断模式図を示す。改修前は、水路幅0.5m程度の直線的な土水路であったが、改修により水路幅が拡幅されるとともに、水路床には連続する窪みが造成された。水は窪みを連続的に通過するとともに、滞留しながら流れるように設計されている。

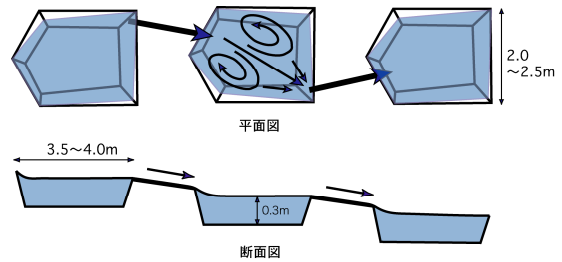


図1 改修水路の平面，縦断模式図

2-2 調査方法 改修区間の一部(140m)の上下流2箇所にて採水，上流で三角堰による流量観測を行った。なお，上下流間の流入水はほとんど無いとみなし，上流と下流の流量は同じと仮定した。改修前の2004年4~10月に計10回(うち，流量データが得られたのは6回)，改修後の2005年9~11月に計6回(同じく4回)の調査を行った。なお調査は平水時を対象とした。水質分析項目はT-N, NO₃-N, NH₄-N, T-P, PO₄-P, SSである。分析方法はJISに準拠した。

3. 結果と考察

3-1 上下流の水質濃度の関係 改修前後における上下流の窒素濃度の関係を図2に示す。T-Nは，改修前後とも濃度低下が多くみられた。改修前は，同時にSSの濃度低下がみられることが多く，おもにSSの沈降除去に伴うものと考えられた。また，改修前は，NH₄-Nの濃度低下，NO₃-Nの濃度上昇がみられ，硝化作用が生じていたと考えられる。改修後は，NO₃-N濃度低下が多くみられた。NO₃-N濃度低下の要因として，(i)NH₄-Nへの還元，(ii)同化，(iii)脱窒が考えられるが，改修後は，NH₄-N濃度変化がないことから，(ii)，(iii)

* 北海道大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University
(現：茨城県 Ibaraki pref)

** 北海道大学大学院農学研究院 Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University
キーワード:排水路改修, 水質浄化, 脱窒

が主と考えられる。リンについては、とくに $PO_4\text{-P}$ で改修後に水路床土壌への吸着と予測される濃度低下が認められた。

3-2 流下時間と濃度低下率の関係 図 3 に改修前後の流下時間と水質濃度低下率の関係を示す。濃度低下率は、上流の濃度に対する濃度低下割合で、次式により求められ、正の値が浄化を意味する。

$$X = (C_u - C_d) / C_u$$

X : 濃度低下率, C_u : 上流濃度, C_d : 下流濃度

図示したデータは、採水時の流量データが把握できたもので、上流濃度が検出限界以下で、濃度低下率が計算できないものは除外した。流下時間は、改修前は 0.15~0.25h, 改修後は 3.19~5.48h であった。改修前の濃度低下率は、硝化作用の影響を受けた $NO_3\text{-N}$ で小さく、 $NH_4\text{-N}$ で大きかった。ここで、硝化作用は窒素形態の変化にすぎない。そこで、T-N, DIN についてみると、改修前の濃度低下率は 0 前後が多く、改修後の流下時間が比較的長いときは、高い値を示す。流下時間の増加、すなわち水路床との接触時間の延長が窒素の浄化につながった可能性が示唆された。また、リンにおいても同様の傾向がみられた。

3-3 脱窒速度の推定 改修前にみられなかった $NO_3\text{-N}$ 濃度低下が、改修後には認められた。その濃度低下は、前述のように、(ii), (iii) が原因と考えられる。既往の研究では、底泥生物膜による $NO_3\text{-N}$ の減少は、(i), (iii) が大部分を占める^{1,2)}とされている。本調査では、実際に(ii), (iii)の割合がどの程度であるかは不明であるが、これらの研究を参考に(ii)を無視できるとすれば、 $NO_3\text{-N}$ 濃度低下は脱窒による。そこで、改修後の $NO_3\text{-N}$ 濃度低下を脱窒によると仮定して算定した結果、改修後の排水路における脱窒速度はおおよそ $0.35 \sim 0.49 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ と推定された。

4. まとめ

水路床に連続的な窪みを造成した滞留型水路では、改修前と比較し、流下時間が大幅に延長され、窒素・リンの浄化効果の向上が示唆された。また、改修後には、脱窒による $NO_3\text{-N}$ 濃度低下がみられ、脱窒速度は $0.35 \sim 0.49 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ と推定された。

- 引用文献: 1) Koike I.・Hattori A.(1978): Denitrification and Ammonia Formation in Anaerobic Coastal Sediments, Applied and Environmental Microbiology 35, pp. 278-282
 2) 大久保卓也・細見正明・村上昭彦(1994): 小水路における水質変化に及ぼす河床生物膜の影響, 水環境学会誌 17, pp. 256-269

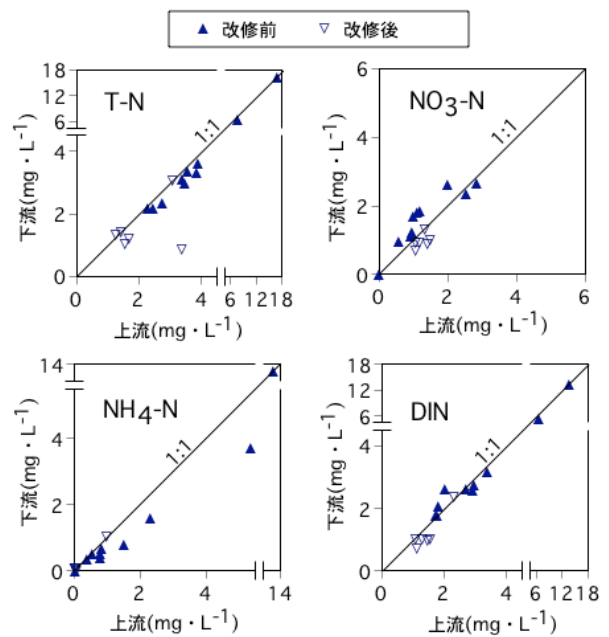


図 2 改修前後における上下流の窒素濃度の関係

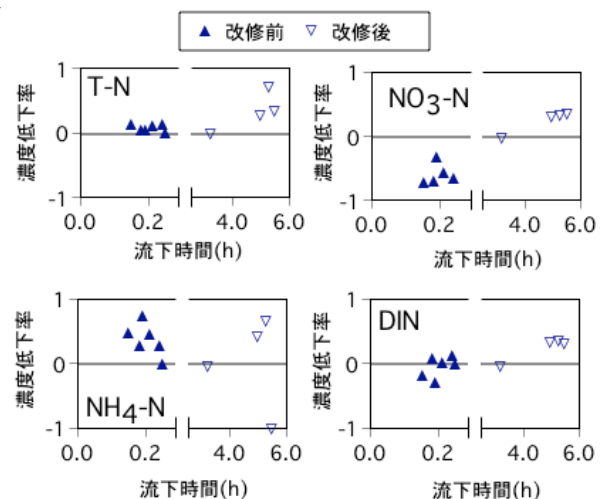


図 3 改修前後における流下時間と窒素濃度低下率の関係