

N-1 自然循環方式「四万十川方式」を用いた畜産排水処理

国土交通省国土技術政策総合研究所流域管理研究官 ○和田 一範

東洋電化工業㈱環境事業本部環境部 大杉 憲正

1. はじめに

“最後の清流”とも云われている四万十川は、その源を高知県高岡郡東津野村の不入山に発し、梶原町や大野見村そして中流域である窪川町へと南下し、やがて大正町で最大の支流である梶原川と合流した後、十和村から西土佐村へと大きく蛇行をくり返しながらか流れ、やがて第二の支流である広見川と合流、河口の中村市で太平洋へとそそぎこんでいる。その流域は高知県と愛媛県の一部を含む2県3郡3市と広範囲に及んでおり高知県最大にして四国第2の大河である。その四万十川は、今なお豊かな自然環境を誇っているものの、水質や景観などの状況に対して警鐘が聞こえ始めている。

広範囲な流域では一次産業を主に産業が営まれ、特に中流域である窪川町、大野見村、また、支流である広見川周辺の広見町、三間町、松野町では酪農・畜産業が盛んに営まれている。一方、国の施策として平成11年11月1日から施行された「家畜排せつ物の管理の適正化および利用の促進に関する法律」により、糞尿の適正な管理が法制化され、四万十川の豊かな自然環境を保全し、将来へ継承していく上においても畜産業からの汚濁負荷低減が期待されている。このような中で流域を挙げての取り組みの一環として「清流四万十川総合プラン 21」が策定され、「四万十川らしさ」を保全していくための水質保全技術を開発することを目的に（財）国土開発技術研究センターを主体として「四万十川流域総合浄化プロジェクト」が流域を挙げて広範囲に実施された。本報告は四万十川の清流保全を目的に学・官・産の研究体制のもと開発された生活雑排水・小河川を対象とした水処理技術である自然循環方式「四万十川方式」を用いて、本方式で知見の少ない畜産分野での適用可否を目的に浄化実験をおこなったものである。

2. 浄化技術の概要

浄化技術フローを図-1に示す。

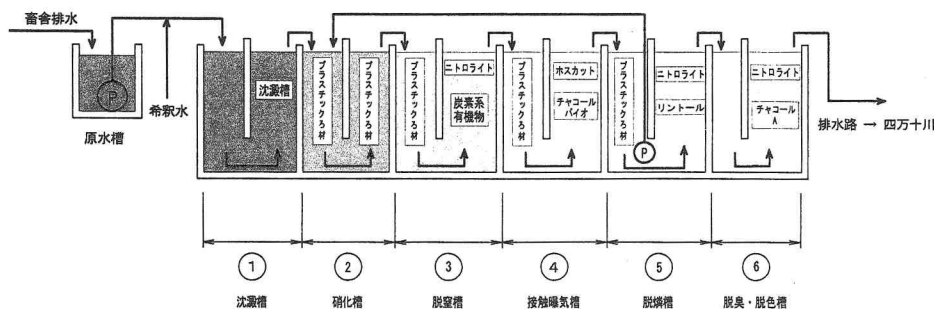


図-1 四万十川方式浄化フロー

槽内の移流は、中間壁および自立壁の高さを順次低くさせることで上向流・下降流の自然流下が可能となっている。畜舎から排出された尿汚水を原水槽に貯留した後、ポンプアップにて①槽沈澱槽に導水し汚水を滞留させることで浮遊物の固液分離をおこなう。その後、プラスチック濾材を充填した②槽硝化槽で曝気をおこないアンモニア態窒素の硝化反応を促進させる。プラスチック濾材、ニトロライト、炭素系有機物を充填した③槽脱窒槽において嫌気性雰囲気のもと硝酸態窒素からの脱窒をおこなう。プラスチック濾材、チャ

コールバイオ（キトサン木炭）を充填した④槽接触曝気槽で有機物の微生物分解をおこなう。リントール（カルシウム素材）を充填した⑤槽脱リン槽で弱い曝気のもとでリンの吸着除去をおこなう。最後にチャコール A（特殊木炭）を充填した⑥槽において処理水の脱臭・脱色をおこなう。

3. 実験施設の概要

実験施設の全景を写真－1に示す。

(1) 実験施設の位置

高知県中村市古津賀 3711 高知県立幡多農業高校内

(2) 対象畜舎排水

飼育規模：養豚 約 100 頭、乳牛約 20 頭

飼育形態：ふん尿分離

水質性状：糞は、場内の堆肥化施設にて別途処理されており、豚舎、牛舎およびパドックからの尿排水と畜舎洗浄排水が主である。排水は、尿溜め槽（一次貯留槽）を経て原水槽に自然流入している。実験対象とする畜産排水は、幡多農高

の畜舎排水の尿溜めからの排水で、それを 10 倍希釈したものを実験の対象水とするものとした。現地調査による汚水量は $0.605\text{m}^3/\text{日}$ ($0.007\text{L}/\text{sec}$) であり、10 倍量とすると $6.05\text{m}^3/\text{日}$ となる。しかしながら、浄化施設の施工可能な槽寸法としてここでの実験対象水は、 $10\text{m}^3/\text{日}$ とした。

(3) 開発目標

本実験は畜産排水を対象としたものであることから、四万十川の水質環境基準よりも高い値で開発目標を設定した。実験計画当初の排水水質（以下、浄化対象水質）と開発目標水質を表 3－1 に示す。

表 3－1 浄化対象水質と開発目標

項 目	浄化対象水質 ¹⁾	開発目標水質
BOD (mg/l)	130	10 以下
SS (mg/l)	120	10 以下
T-N (mg/l)	180	できるだけ低減すること (30%以上を目標とする)
T-P (mg/l)	13	できるだけ低減すること (30%以上を目標とする)

1) 実験計画当初の畜産排水の 10 倍希釈値

(4) 実験施設

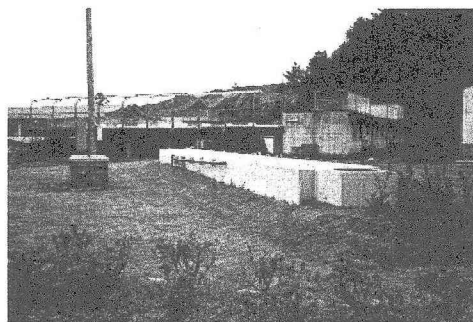
実験施設の設計諸元及び施設規模を表 3－2 に示す。

表 3－2 実験施設の設計諸元及び施設規模

項 目	設計諸元	施設規模
浄化水量	$0.116\text{L}/\text{sec}$ ($10\text{m}^3/\text{日}$)	—
浄化施設	BOD・T-N・T-P の総負荷量を考慮し	全体槽容積 37.5m^3 ($1.4\text{m}^w \times 15.95\text{m}^L \times 4.2\text{m}^H$)
滞留時間	60 時間以上とする	汚泥貯留槽 3.4m^3
空隙率	充填濾材部 77%	
曝気風量	$26.4\text{m}^3/\text{時}$	

5. 実験調査結果

本実験施設は平成 11 年 3 月 5 日に運転を開始したのち、水質調査は平成 11 年 7 月より平成 13 年 1 月までの間に計 15 回の調査がおこなわれた。そのうち主な調査結果として、BOD、SS、T-N、T-P、色度につ



写真－1 実験施設

いて流入水質、浄化水質及び除去率の平均値を図5-1～5に示す。

(1) BOD

流入水質は平均値 40.4mg/l(5.9～99.8mg/l)となっており、その変動は非常に大きいものであった。それに対して浄化水質は平均値 15.7mg/l(3.5～45.5mg/l)となっており、平均除去率は 61.1%であった。開発目標である 10mg/l 以下は達成できなかったが、流入 BOD の約 60%を占める D-BOD は効率よく浄化されていた。今後は浄化機能の安定性を高める事が課題として挙げられる。

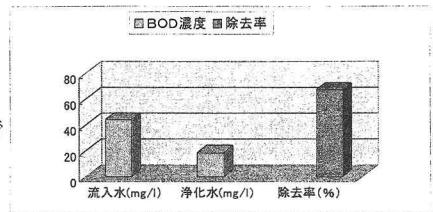


図5-1 BOD 調査結果

(2) SS

流入水質は平均値 41.4mg/l(9～224mg/l)と非常に高くなっているものの浄化水質は、平均値 8.5mg/l(1～48mg/l)で除去率は 79.5%であった。開発目標である 10mg/l 以下は達成できた。

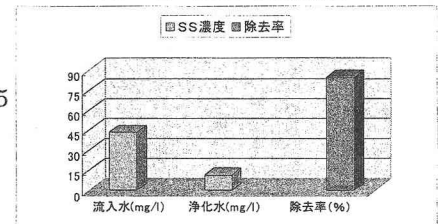


図5-2 SS 調査結果

(3) 全窒素(T-N)

流入水質の平均値 108.5mg/l(11.6～273.6mg/l)に占めるアンモニア態窒素平均値は 105.8mg/l(9.94～273.6mg/l)とほぼ同じ値となっており、全窒素中の 95%以上を占めている。これに対して浄化水質は、全窒素平均値 75.6mg/l(27.1～201.0mg/l)、アンモニア態窒素平均値 20.9mg/l(0.76～167.0mg/l)となっており、その濃度は大幅に低下しており硝化反応は促進されている。全窒素平均除去率は 30.3%であり、開発目標である 30%以上は達成できた。

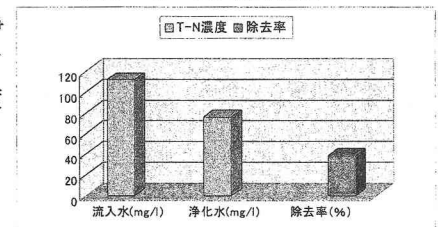


図5-3 T-N調査結果

(4) 全リン(T-P)

流入水質の平均値 9.8mg/l(1.6～35.4mg/l)に対して、浄化水質の平均値は 8.9mg/l(3.0～22.7mg/l)で、除去率は 9.0%であった。流入水のリン組成をみると、全リンに占めるリン酸態リンの割合が約 87%と非常に高い割合を占めており、この事が開発目標を達成できなかった一因と思われる。今後、畜産排水等の無機態リン濃度の高い排水については、カルシウム素材のリン吸着材のみではなく、鉄・アルミニウム系の濾材の検討が必要である。

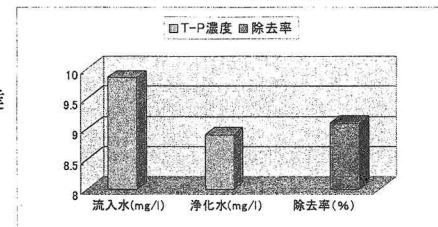


図5-4 T-P調査結果

(5) 色度

畜産排水の浄化水は、水質値のみならず“見た目の色”も流域住民の方々より指摘を受ける場合がある。本項目は開発目標に設定されていないが、参考として自主調査を実施した。その結果は流入水質の平均値 75 度(73.5～76.5 度)に対して、浄化水質の平均値 31.9 度 (30.2～33.6 度)、除去率 57.5%であった。

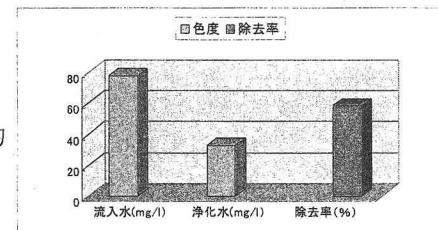


図5-5 色度調査結果(自主調査)

6. 施設の実用化

施設は実験終了後の平成 13 年 4 月より現在に至るまで、県立幡農業高校が管理主体となり実用施設として運用されており、その間施設から発生した汚泥約 4m³を実習畑に施肥還元している。畜舎実習棟及び浄化施設は芝張り、樹木の植栽、案内看板等の修景がなされ、近辺の幼稚園・小学校の社会教育の場としても広く利用されている他、平成 13 年度には県職員提案事業により浄化水等を再利用した観賞魚大型水槽を本校舎玄関前に設置し、環境教育等の向上にも力を注いでいる。最後に実験に際しご協力頂いた(財)国土開発技術研究センター、幡多農業高校を始めとする関係者の方々に紙面をお借りして深く御礼を申し上げます。