

B-15 現地観測による水田からの汚濁負荷の流出特性

鳥取大学工学部社会開発システム工学科 増田貴則
 同上 史 承煥
 同上 細井由彦
 鳥取大学大学院社会開発システム工学専攻 ○田中太朗

1. はじめに

非点源からの負荷流出は降雨による影響が大きく、その評価はいまだに十分とは言えない。特に水田についてはその面積や大量の水・肥料の使用などから無視できない汚濁負荷源であると考えられる。しかし、降雨の影響や農業活動の影響も受けるために負荷流出の実態の把握が難しく、精度の高い負荷発生を評価する上での障害となっている。そこで本研究では、現地観測をもとに水田からの汚濁負荷発生特性について、農業活動と関連させながら検討を行った。

2. 研究方法

農業活動が行われる灌漑期については、イベント時（代掻き、田植え、中干し、収穫前落水）の流出に、農業活動が終わったあとの非灌漑期については、降雨時の流出に注目した。対象は水田表面から河川に流出する表面排水と、水田土壌中を浸透して下部にある暗渠から流出する暗渠排水とした。

流量の測定方法は流出水を容器に受け、所定の水量が流出する時間を測定することにより測定した。流量の変動が大きいときは15～30分間隔で、変化が小さくなると1～6時間と時間間隔を空けて流量を測定した。採水は、基本的には流量測定時に行った。採水して持ち帰ったサンプルの水質測定項目は、TN、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TP、DTP、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、SSとした。

3. 灌漑期について

2002年の灌漑期イベント時の累積比TN、TP量を図1に示す。観測を行った水田の農家の中には、水田に水を大量に入れる人と、そうでない人がいた。水が多く取り込まれた水田では、各イベントにおいて大量の濁水が流出していた。水田単位面積当たりに流出するTN量についてイベントごとに見てみると、代掻き時の水管理をすることで減少している。また、中干し前も同様に水管理を良くすることで表面排水が削減できるようである。水管理の違いによるイベント全体のTN量を見ると約16倍もの違いがあった。

次にTPについて見ると、各イベント時に大量の水が排出された水田では、多くのTPが流出しているが、特に代掻きと田植え前落水時に流出するものが大きな割合を

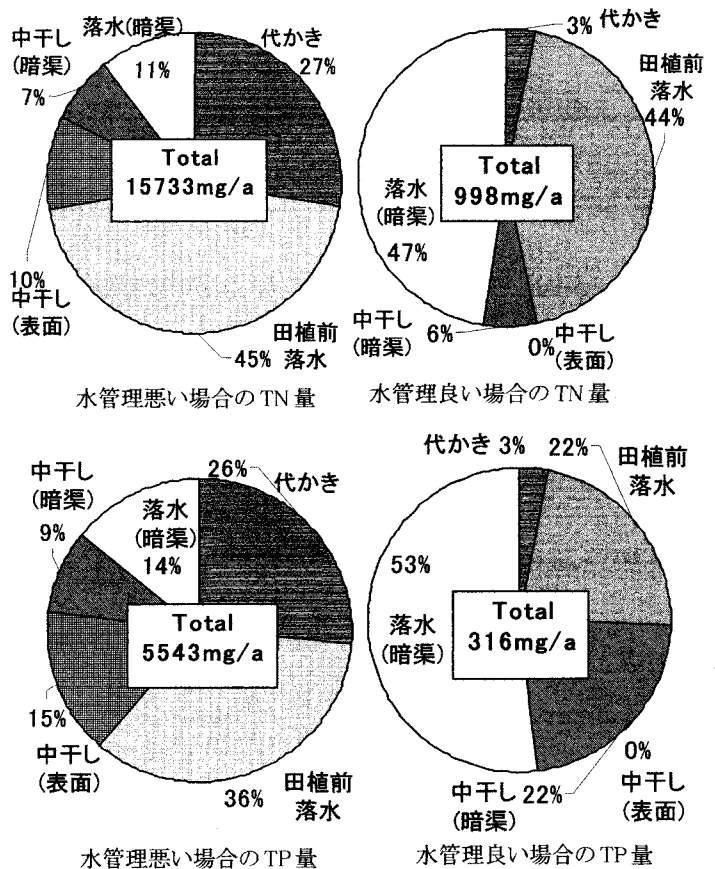


図1 水管理別イベント時の累積比TN,TP量

占めている。取り込む水量を減らして排出水量を減らせば、代掻き、田植え前落水時、中干し表面の割合が大きく削減されるようである。中干し時の暗渠排水から比較的多くのリンが流出しているが、これは湛水によって土壌が還元状態にされていたためと思われる。イベント全体で見ると、水管理によって約16倍ものTP流出量の違いがあった。

灌漑期においては、水管理による取り込む水量の調節によって、排出されるTN、TP量が大きく異なるようである。また、このことは天候の影響にも大きく左右されることから、水量の調節は簡単ではないと思われる。

4. 非灌漑期について

非灌漑期の観測は降雨開始と同時に開始し、水田からの水流出が終了するまで行った。観測は2002/10/15～2002/10/17の3日間に水田Aと水田Cについて、2003/4/23～2003/4/29の7日間に水田Aと水田Bについて行った。その間の降雨量はそれぞれ14mmと32mmである。図2に2003年4月雨天時の流量グラフと水田単位面積当たりの流出水量グラフを示す。

流量については、水田Bでは降雨開始後しばらくすると表面排水が大量に流出した。ピーク流量は暗渠排水の約12倍もある。降雨が止むと、流量は比較的早く低減していった。表面排水量の変動は、降雨の変動と似た形をしている。暗渠排水は降雨開始後、土壤中に水が浸透してから流量の変動が起きている。浸透に時間がかかるため、表面排水の流出がとまってから3日後に流出がとまった。

水田Aでは、水田Bと違って表面排水は生じず、すべて浸透して暗渠排水として流出した。そのため、水田Bの暗渠より長く流出し続けていた。暗渠流量の変動は、降雨がやむまで流量は単調増加し、止んでからピークを迎えて単調減少していった。

水田単位面積当たりの流出水量については図2d)の10月水田A暗渠と降雨を見ると、約14mmの降雨に対して水田Aは暗渠のみから雨量の約53%が排出されている。

次に図2d)の4月水田A暗渠と降雨を見ると、約32mmの降雨に対して水田Aは暗渠のみから雨量の約45%が排出されている。灌漑期直後（10月）と灌漑期直前（4月）で見ると、降雨に対する排出量の割合に大きな違いは無い。非灌漑期の様々な降雨に対して約半分の水量が河川へ流出しているようである。水田Bの場合、図2d)4月水田B表面と暗渠と降雨を見ると、降雨32mmに対して表面から約55%が、暗渠から約31%が排出されている。

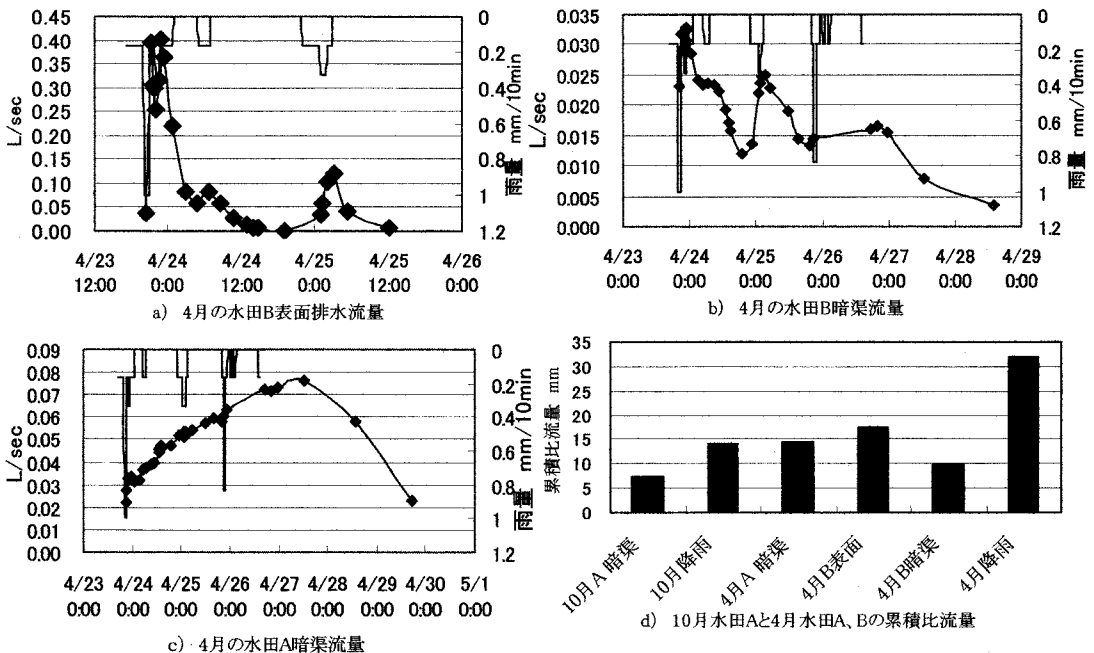


図2. 流量グラフと水田単位面積当たりの流出水量グラフ

表面と暗渠を合わせると約86%が流出しており、水田Aに比べて単位面積当たりの流出水量が多くなっている。表面からの流出量は暗渠の約2倍となっており、表面からの流出が大きな割合を占めている。水田によっては表面排水が生じやすいタイプと、暗渠排水が生じやすいタイプがあるようである。暗渠からも多くの水流出が生じており、多くの負荷が流出していると思われる。また、4月と10月で降雨に対する流出割合に大きな差が無かったことから、非灌漑期を通して降雨に対する流出割合の変動はあまり無いと思われる。水田によって異なるが、降雨の約50～90%が表面や暗渠から流出しているようである。

図3に水田単位面積当たりのTN、TP流出量とTN、TP濃度のグラフを示す。まずTNについて見ると、水田Aは10月と4月で雨量は14mmと32mmで異なっていたが、ほぼ同じ量を流出している。平均濃度で見ると10月のほうが4月に比べて約2倍濃い結果となっている。灌漑期直後の方が濃度が濃く、灌漑期直前では濃度が薄い水が流出しているようである。これは灌漑期直後では、土壌に残留している肥料成分が溶け出したためではないかと思われる。水田Bでは同じ4月の水田Aと比べて約2.5倍の量を流出している。また、表面からは暗渠の約3.5倍もの量が流出している。また、平均濃度を見ると表面が暗渠の約2倍となっている。濃度が濃く、流量も多いことから表面排水から大量のTNが流出しているようである。

TPについて見ると、水田Aは10月と4月で約2倍の流出量の違いがあった。平均濃度を見ると、10月と4月で約0.1mg/Lとほぼ同じ濃度となっていた。TNと異なり、TPは非灌漑期を通して濃度変化がないようである。水田

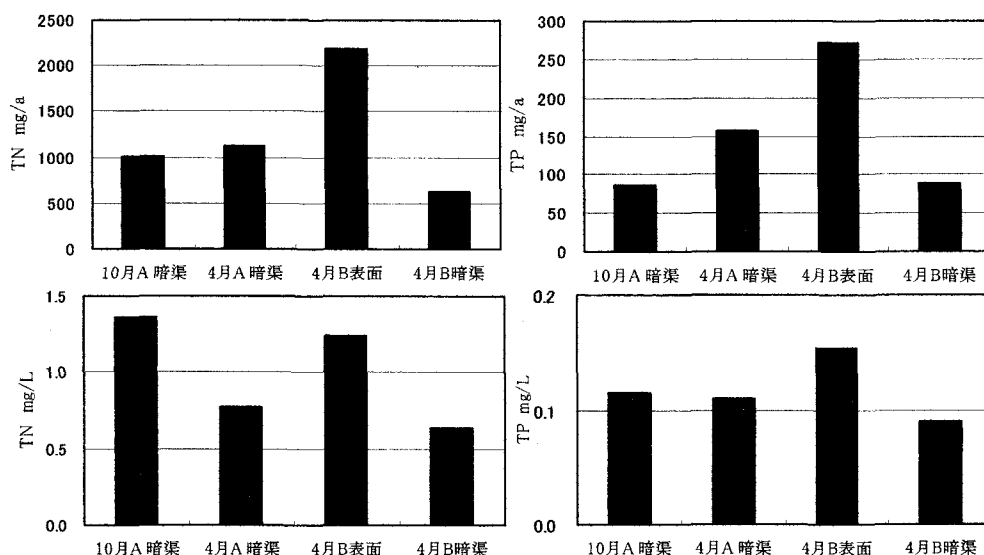


図3 単位面積当たりTN、TP量と平均TN、TP濃度

Bでは同じ4月の水田Aに比べて約2.3倍の量を流出している。また、表面からは暗渠の約3倍もの量が流出しており、表面から多くのTPが流出しているようである。平均濃度で見ると、表面と暗渠でTP濃度に大差は無いようである。

5. まとめ

水田からの汚濁負荷流出は、灌漑期と非灌漑期でそれぞれ特徴があり、なおかつ水田土壌の浸透性によっても異なってくるようである。灌漑期については、流出負荷量が水量に依存するため、各イベント時に流出する水量を少なく抑えることが必要であると思われる。そのためには、水田に取り込む水量の調整すなわち水管理が重要ではないかと考えられる。特に代掻きや田植え前落水時は、水田内の水が非常に濁度の高い水となっているため汚濁負荷流出が生じやすくなっている。非灌漑期については、水田が水通しの良い状態に維持されてるため、降雨のたびに表面排水と暗渠排水が生じる。水田土壌の浸透性の違いによって表面排水の有無があり、これによって単位面積当たりの負荷量に大きな違いが見られた。