

国立公害研究所 水質土壌環境部 正員 海老瀬 浩一

1. はじめに

面源負荷としての農耕地、山林、市街地は、水域への流出負荷量でも大きなウエイトを占める負荷発生源である。一般に、面源負荷の大部分は、降雨を介して流出するが、水田の場合は、用水管理との係わり合いもあって、代かき期、元肥期、追肥期、落水期、収穫後などの時期ごとに、流入負荷量に対する排出負荷量の対応も異なったものとなる。水田群の水域への負荷は、降水と用水による流入量および施肥量の合計と排出量との差からライシメーターでの実験値や、実際の単位水田や水田群での観測値をもとに算定されている。しかし、水田での灌漑期間あるいは栽培期間に限定されているものが多く、1年を通じてその排出負荷量を算定した例は少ない。

したがって、水田の用水管理ともからんで、その周辺水域への影響は、各々の時期によって浄化型であったり排出型であったりしているのが実情である。しかし、それも田面流去水による排出量を対象とした観測が多く、水田の浸透水が地下水に与える影響も考慮すれば、その現象はさらに複雑なものとなる。すなわち、田面流去水による河川や湖沼への影響は直接的なものであるが、浸透による地下水を通じての影響は間接的なものであり、水田群の流域内で占める位置的な関係によってはその影響範囲も異なったものとなる。それゆえ、本質的には、この両者の影響とも明らかにすべきであるが、ここでは、前者の影響を対象として検討を進めることにする。

2. 田面流去水の河川水質への影響

水田群の河川水質に与える影響は、水田の土壌、立地条件、気象条件と、用水の水質と用水管理、施肥量と施肥法などの肥害管理によって異なる。近年の水田耕作は、多肥投入、農作業の機械化、用水管理の省力化、農薬の使用等によって支えられている。このうち、施肥とその影響に関しては、肥料の適正な使用から土壌肥科学の分野から研究が続けられている。また、土壌の流亡に関しては、農地保全学の分野から研究されているものの、畑地が中心であり、河川水質との関連からの研究は少ない。田面流去水の河川水質への影響は、元肥施用時から追肥施用時にかけての時期に著しい。とくに、代かき後の移植時や中干し時の強制排水および降雨やかけ流しによる溢流排水は、施肥成分や濁質を多量に含んだまま周辺の水路・河川に排出される。この移植時や中干し時の排出現象は、一時的とはいえ、水田群としては同時期に集中発生するため、排出先の河川の汚濁負荷量上昇を招いている。ここでは、霞ヶ浦流域で23.4%を占める水田地帯を流下する霞ヶ浦流入河川で検討した結果を報告する。

3. 霞ヶ浦流入河川の特徴

霞ヶ浦（西浦）への流入河川は、河床勾配の小さな平地河川が多く、いずれの河川流域にも水田群が存在する。著者らは、図-1に示す10河川のそれぞれの霞ヶ浦への流入端近くで、毎週1回の頻度で定期負荷量観測を1年間あるいは2年間実施した。これらの河川流域では、灌漑期間に他水系からの農業用水の導入、農業用水としての浅層地下水の汲み上げなどがあり、その排水の一部を受けて流量の増加する河川もある。また、長い非灌漑期間には通水されることのなかった農業用水路網に代かき以前には通水されるため、あまり利用されることのない初期の通水は、農業用水路網の清掃の役目を果たしている。この初期通水は、水路内の泥・堆積物を掃流し、これに代かき後の強制排水が加わって、河川水は黄濁・灰濁の様相を呈する。

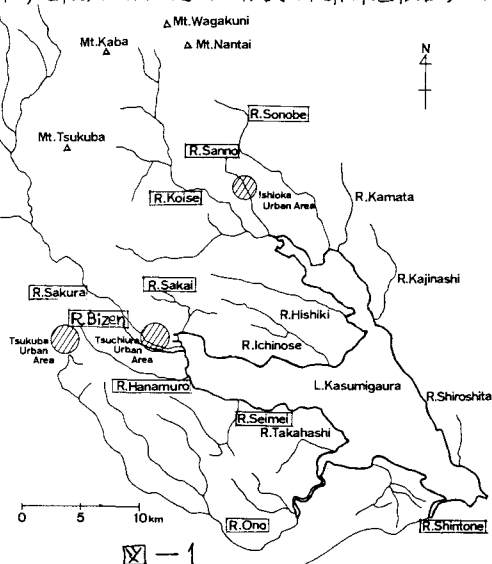


図-1

図-2～図-5は、流域内に水田群の多い農耕地河川における4月～6月の流出負荷量変化を示したものである。4月下旬から5月上旬の代かき・移植の時期の3週間前後には、それ以前は30cm以上あった湛水深度が10cm前後で推移することが多い。したがって、SS負荷量は高レベルを維持し、水田から強制排出された濁水による土壌の損失が大きいこともわかる。

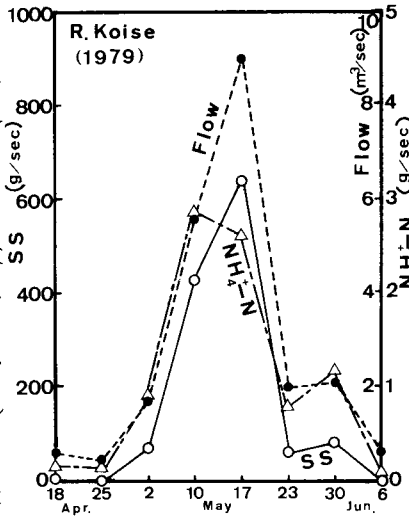


図-2

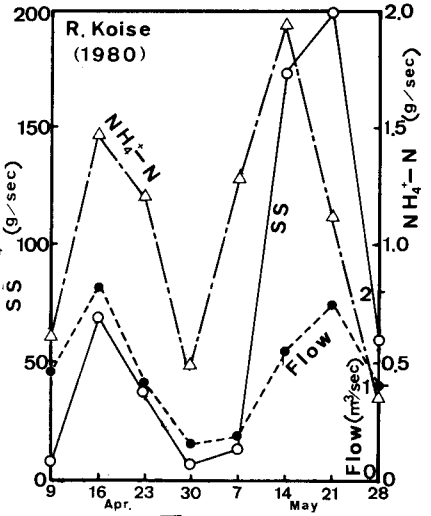


図-3

また、元肥・追肥としての施肥の窒素成分はアンモニウム塩であるため、施肥後数日間の田面水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ が高濃度となる。この時期の強制排水や、雨水やかき流しによる溢流排水は、河川水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量レベルを著しく上昇させている。この現象は、通常、無機態窒素のうち $\text{NO}_3\text{-N}$ のウエイトの高い河川で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度増加にとどまらず、 $\text{NH}_4\text{-N}$ より1オーダー低いレベルながら、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 負荷量の上昇をもたらししている。図-2と図-3は、恋瀬川（流域面積153 km^2 ）における1979年と1980年の観測結果である。1979年はこの時期に数回の大きな雨量の降雨があった場合であり、1980年はあまり大きな降雨のなかった場合である。SSと $\text{NH}_4\text{-N}$ の負荷量変化は、いずれも流量変化との相関が高いが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量はSS負荷量ほど流量変化に追従していない。

なお、代かき時には、土壌中から田面水中に溶脱した $\text{NO}_3\text{-N}$ が高濃度となるが、霞ヶ浦流域内の農業用水自体、河川水も地下水も、常に $\text{NO}_3\text{-N}$ が高濃度のため、河川水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量の上昇は認められなかった。

図-4と図-5は、1981年の花室川（流域面積39 km^2 ）と新利根川の観測例である。新利根川は、灌漑期間に最上流で他水系から多量の農業用水を取水する河川であり、茨城県でも早場米の産地である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量の上昇は、新利根川が花室川に先行しており、両河川の代かき・移植の時期のズレと符合する結果となっている。これらの現象は、流域内で水田面積の占めるウエイトの高い豊御川、桜川、清明川、小野川でも認められた。

4. おわりに

面源負荷として水田群からの排出負荷のうち、一見無視されがちな、代かき後の一時的かつ集中的な田面流出水の河川水質負荷量への影響を明らかにした。また、浸透排水水の負荷は、量的かつ長期的にも高いと推定されるが、浸透水の移動や水質の形態変化の機構など不明な部分が多く、その負荷量の定量的把握は困難である。しかし、非灌漑期間を含めて、河川の負荷量ベースの一端を担っているため、灌漑期間だけでなく長期間の負荷推定が必要かつ重要と考えられる。

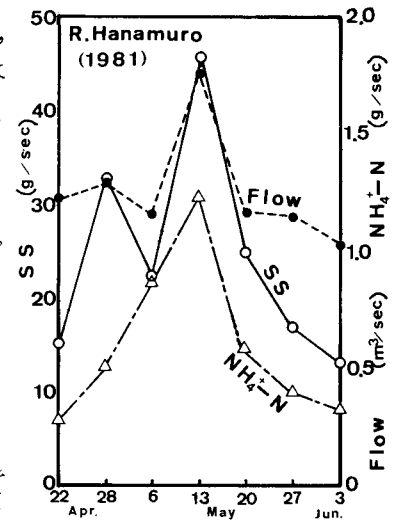


図-4

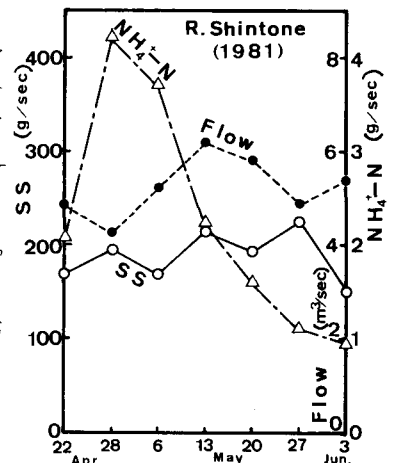


図-5