

水管理を考慮した水田からの汚濁負荷算定に関する研究

開発情報工学研究室 竹谷直起

1. 背景と目的

現在、非特定汚染源に対して、様々な研究がなされている。中でも流域の汚濁負荷算定に用いられている原単位法は、汚濁流出の影響因を捉えた影響因が含まれていないという問題点が指摘されている。そのため、より詳細な調査と多様な原単位策定の必要が唱えられている。しかし、多様な原単位を設定するだけでは、雨天時の流出評価や、期別・日別の流出評価を行うことができない。そこで本研究では、非特定汚染源で、あまり研究の進んでいない水田に着目した。より実際の負荷算定を行うために汚濁流出に影響を与えと考えられる要因を考慮したモデルを構築することにした。そこで分布型タンクモデルを基とした汚濁負荷算定モデルに地理情報を利用した負荷算定手法の提案を目的とする。影響因を考慮するために、水田で調査をおこなった。さらに、データ処理の効率化や、浸透性のための地質図利用といった地理情報を用いることから、GISの利用を試みた。

2. 影響因調査

汚濁流出に影響を与えと考えられる要因について灌漑期に調査を行った。2001年度について灌漑方式の与える影響、施肥の影響、灌漑用水の与える影響について考えた。また、2002年度に関しては、水管理が与える影響、無施肥区との比較による施肥の影響について考えた。

まず、棚田などに見られる用排水兼用型の水田と、平地に存在する用排水分離型の水田との違いである。この結果から、用排水兼用型では、下部域水田への配水を考えて、取水量が多くなることが分かった。それに伴って排水が希釈されるために、用排水分離型に比べて水質がよかった。それに対して、用排水分離型では、取水制御がしやすいため、用排水兼用型の水田に比べて、流出水量を抑えることができる。

次に、無施肥地区の影響である。2002年度に試験的に無施肥水田が設けられたので、調査の対象に加えた。しかし、無施肥初年度である2002年の調査では同じ流域の別水田との顕著な違いを見ることができなかった。

さらに、2002年度の調査で、灌漑期のイベント

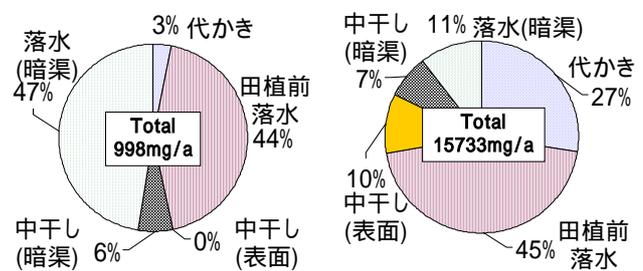


図-1 水管理の違いによる負荷量差(T-N)

時における水管理のよくできている水田とできていない水田の違いに着目してみた。すると、水管理のよくできていない水田では、水管理がよくできている水田の、15倍以上もの負荷量差が見られた(図-1)。このことから、水管理が汚濁負荷流出に、大きな影響を与えることが分かった。

3. 汚濁負荷算定モデルの構築

影響因調査の結果から、汚濁流出特性を考慮した水田からの汚濁負荷算定モデルの構築を行った。本汚濁負荷算定モデルは、3つのモデルから成り立っている。各圃場へ、水路を通して取水量を推定し配分する用排水ネットワークモデルと、用排水ネットワークモデルによって供給された灌漑用水量から、圃場内の水収支を計算する水収支モデル。同じく、用排水ネットワークモデルによって供給された物質質量から、圃場内の物質収支を計算する物質収支モデルを構築した。

用水ネットワークモデルでは、図2のように3層のレイヤーから成り立つ地理情報を用いる。1つ目は用排水路を記入したラインレイヤー(linecov)。2つ目は各圃場の取水点、排水点、水路の分水点など水路の機能の情報を有したポイントレイヤー(pointcov)。3つ目は各圃場の図形情報や面積を有したポリゴンレイヤー(polycov)である。これら3つを統合すると、図2最下段のようになる。こういった地理的情報を扱ったり、データの一括操作、処理を効率的におこなうためにGISをもちいた。影響因調査の結果から、水管理によって流出負荷に違いが見られることから、各圃場に取水量の違いを生じさせる必要がある。従来モデルで用いられていた計画水量にあった取

水量を灌漑用水量として用いると、水管理の差が生じない。そこで、本モデルでは各圃場をグループにして、各グループによって水管理の違いを出すことにした。分土工、及び他水路からの合流が生じるまでを、1つのグループと考えグループ内では水路の流入量、流出量から各圃場の面積にあった取水量を確保することにした。グループ内の水路の流出量を操作することで、そのグループの水管理の良し悪しを判断することにした。

水収支モデル、及び物質収支モデルでは、圃場内を湛水層、土壌層に分けて考えた(図3)。さらに土壌層は、稲の根圏である作土層、さらに深い心土層、それ以下を不浸透層に分けた。水収支モデルでは、灌漑用水、降水を流入として、浸透、蒸発散、及び堰からの越流水を流出として考慮した。心土層から、不浸透層への浸透については、不浸透層への鉛直方向浸透と、不浸透層に沿って河川へ流れ込む中間流出となる水平方向浸透を考えた。本モデルでは、従来考慮されることの少なかった土壌水の排水をおこなう暗渠からの流出を考慮することにした。

物質収支モデルでは、流入として、灌漑用水、降水を流入として、表面排水、浸透、稲による吸収を流出としてとらえ、さらに、溶存性の窒素、リンについては、硝化、脱窒といった形態変化までを考慮に入れた。土壌内の物質移動モデルも付加することで、土壌との吸脱着を考慮に入れることにした。本モデルでは、別の要因調査で分かった湛水層と表層土壌の吸脱着を考えた。これによって灌漑用水の物質より圃場からの流出水の物質量が少なくなるという「浄化型水田」を考慮に入れた。

以上の3つのモデルを統合した水田からの汚

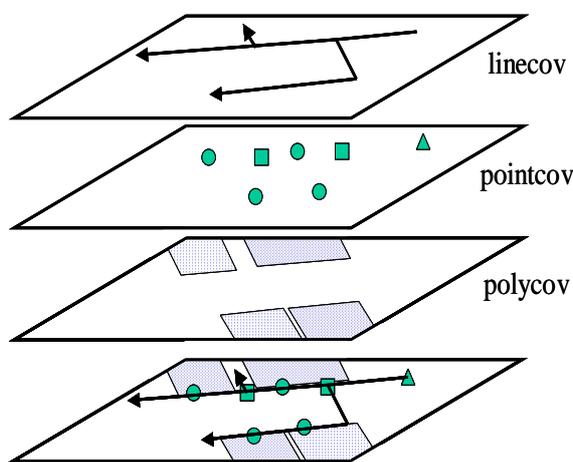


図2 使用レイヤーのイメージ図

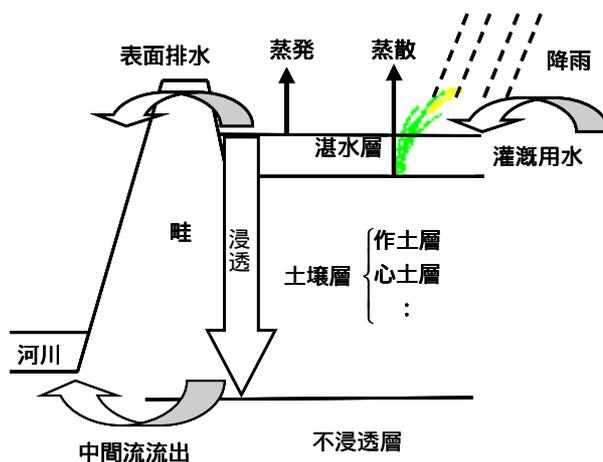


図3 水田内の水・物質移動

濁負荷流出モデルを負荷算定法として提案する。

4. 流域への適用

以上のモデルから、鳥取市南部の湖山池流域への適用を試みた。対象とした河川は、良田川流域である。

ネットワークモデルの中で水管理を考慮したため、各圃場に取り水量の違いが生じた。その結果として、流出量の多い水田と、流出量の少ない水田を評価することができた。

また、流域への適用を試みた結果、T-N、T-Pともに、実測地に近い値を示した(図4)。ただ、シミュレート期間が、5月と負荷の集中する期間を対象としており、イベントを含まない時の評価が行えていない。したがって、通常灌漑中を含めた、長期的な流出評価が必要となってくる。

5. 結論と課題

流域への適用の結果から、水管理を考慮したモデルを構築することができた。実測値と比較した結果、ある程度の精度を持って再現されていることが分かった。しかし、施肥流出を過大評価するなど、イベント用のモジュールが必要ではないかと考えられる。

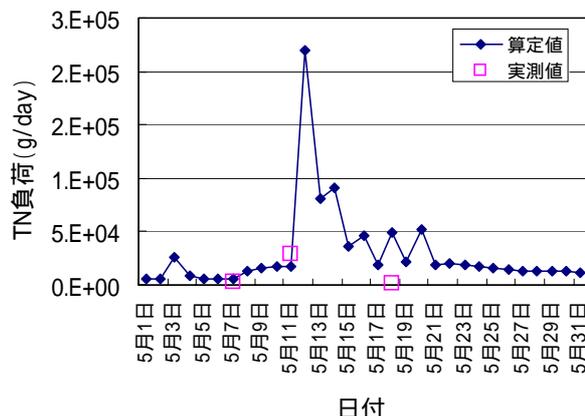


図4 流域適用結果 (T-N)