

(様式第 1 3 号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 三浦 真吾

題目: 非特定汚染源からの窒素・リンの河川流出プロセスの解析
- 高解像度の流域GIS情報と多時期・多地点の実測データを活用して -
(River runoff analysis of nitrogen and phosphorus loaded from non-point sources
in the watershed
-Based on the high resolution GIS data and field observation data covering
multi-temporal and multi-spatial variations-)

非特定汚染源からの窒素・リン (N,P) 負荷は、「非均質性」と「非定常性」という特徴から流出負荷量の正確な把握が難しい。非均質性の原因は、土壌・植生・地形あるいは肥培管理等の人為的条件の違いにより、吸着、沈降、堆積、再懸濁等の多様な中間プロセスが N,P の流出量に影響すると考えられる。非定常性の原因は降雨時出水や季節変化に伴う灌漑用水の影響など時間変動が N,P の流出量に影響すると考えられる。

そこで本論文は、①浸透・流出プロセスに影響する各種環境因子と流出量の関係性の解明、②多様な溶存・懸濁成分に対しての降雨出水時の流出量への影響を明白にする事を目的とした。

浸透・流出プロセスの評価を行うには、アウトプットである河川水質から解析を行う。この河川水質から浸透・流出プロセスの影響を明らかとするには、発生・排出負荷量が正確に見積もられている事が前提条件となる。

テーマ①では、発生・排出負荷量の非均質性を霞ヶ浦の 1 流域で原単位を比較する事で明白にした (①-1)。次に、発生・排出負荷量の非定常性の評価として、非特定汚染源の負荷の季節変化を解析した (①-2)。続いて、浸透・流出プロセスの非均質性をもたらす要因分析として、筑波山の渓流水質に及ぼす地形・植生等の影響解析 (①-3) 及び、75 小流域を対象にした小河川水の水質に及ぼす土壌・地形・土地利用等の影響解析を行った (①-4)。

①-1 発生源解析手法の評価として、最も一般的な手法である原単位法による積上げ負荷の検証をした。農業用水の N,P 負荷や畑地等への大気降下分の N 負荷を上乗せする等、従来の原単位に補正を加える事で実測と予測水質の比が 0.5 ~ 1.0 の間にほぼ収斂した。地域特性に合わせて原単位を修正することで水質予測の精度は改善した。

①-2 流出原単位による非特定汚染源からの負荷の季節変化を解析した。流出原単位は土地利用情報の精度がそのまま結果に反映される為、従来は空間解像度が不足していたが、高分解能衛星の利用が可能となった現在においては、1m 分解能での土地被覆分類が可能となった。QuickBird 衛星画像による土地被覆分類と月次調査の河川水質から流出原単位を求めたところ、面源からの負荷が季節変動する様子が確認できた。

①-3 浸透・流出プロセスの解析では、N,P の発生源である土地利用にその

他の環境因子を加える事で地形・地質・土壌・植生等の河川水質に与える影響について解析した。筑波山を対象とした研究では、地形や樹種の影響に着目したところ、(窒素飽和)山林においては地形(斜面傾斜)と樹種(針葉樹率)が渓流水のN濃度に影響を与えている事が明らかとなった。

①-4 茨城県南地域における広域調査では、土壌のリン酸吸着特性に着目して研究を行った。高いリン酸吸着特性を持つ黒ボク土壌とそれ以外の土壌(非黒ボク土壌)に分類して解析を行ったところ、非黒ボク土壌では土地利用とPの相関が見られたにも関わらず、黒ボク土壌ではPと土地利用や地形との相関が全く見られなかった。Pの流出プロセスにおいては土壌の吸着特性の違いは非常に重要な環境因子であることが示唆された。

以上の研究成果から浸透・流出に係る環境因子の検出は、高精度な情報の整備や適切な流域スケールの設定、また目的に応じたフィールドを選択する事で可能である事が明らかとした。

テーマ②については、流出負荷に非定常性をもたらす最も大きな影響因子の一つである降雨時出水の影響を扱った。降雨時調査を広域で数多く実施する事が理想であるが、掛かる労力・費用等の問題から実現するのは困難である。そこで発想を変えて、既存の調査データから降雨時流出成分を抽出する方法を提案した。

具体的には、月例の河川水質調査に対して移動平均法を使い中長期変動の影響を除いて、短期変動成分(出水時の影響)を抽出する方法を提案した。懸濁物質の降雨時出水に伴う影響は2日間続いたが、栄養塩を除く主要イオン類では3日間、栄養塩では1日という結果となった。これにより危険を伴う増水時の連続採水の難しさから評価しにくかった降雨時出水の解析が、定期観測データを用いて評価できることが明らかとなった。

以上、テーマ①及び②の成果を踏まえると、高空間分解能を有するGISやRSを活用する事で、負荷・浸透・流出プロセスの解析に活用できる流域環境情報が整備でき、こうしたプロセスの非均質性の要因を特定することができた。加えて、時間分解能の高い気象データを月次の水質調査データに重畳することで、水質データの時間分解能を向上させ、多様な溶存・懸濁成分の流出量への降雨時出水の影響を明らかにできた。以上のことから、N,Pの河川流出プロセスの研究において、時空間分解能を向上させた結果として、流出負荷量に影響する因子の作用機構やそれに基づく流出プロセスの理解を深めることができた。