農畜産地域を流下する河川における栄養塩負荷の状況と抗菌性物質の流入実態

岩手大学　学生会員　○藤島里帆
東北大学　正 会 員　髙橋真司
岩手大学　非 会 員　笹本誠　　正会員　石川奈緒　伊藤歩

1. はじめに

閉鎖的な水域に窒素やリンなどが一定以上流入すると富栄養化が進行し、水域生態系や水質に悪影響を与える。岩手・青森県境に位置する世増ダムは、近年、富栄養化状態にあり、全リンの類型指定を受けている。このダムに流入する主な河川は、岩手県北部に位置し、農畜産業が盛んな軽米及び九戸地域を流下する雪谷川と瀬月内川である。畜産業では、家畜の感染症予防・治療のために抗菌性物質が用いられる。家畜の排泄物に由来する栄養塩類や抗菌性物質は、畜産場や排泄物を原料とした堆肥が散布された土壌などから河川に流出すると予想される。

本研究では、上記 2 河川から世増ダム貯水池への栄養塩類の負荷を評価するとともに、集水域からの抗菌性物質の流入実態を調査した。

2. 調査概要

2.1 調査地点及び時期

図 1 に調査地点を示す。雪谷川と瀬月内川は合流直後に世増ダム貯水池に流入する。雪谷川の上流は、雪谷川ダムの直下とし、中流は報国橋の地点とした。どちらも岩手県の水質測定地点である。

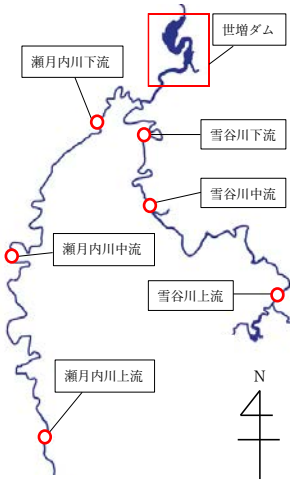

図 1：調査地点

流量と水質の調査は 2021 年 6 月 23 日(春季)、9 月 29 日(夏季)、11 月 11 日(秋季)に行った。瀬月内川中流は春季の調査を行っていない。また、秋季の調査では、前日、当日の天候は雨であった。

2.2 測定項目および方法

現地において pH、水温、川幅、水深および流速を測定した。pH と水温はどちらもポータブル pH 計を用いて測定した。川幅に応じて 0.5 m または 1 m おきに水深を、1 m または 2 m おきに 6 割水深での流速を測り、それらのデータから流量を算出した。河川水はポリエチレン製の容器とフラン瓶に採取し、10 °C 以下で保存した。採取した河川水を持ち帰り、SS、DO、BOD、TOC、大腸菌群数・大腸菌数、全窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、全リンおよびリン酸態リンについては河川水質試験方法に準拠して測定した。

抗菌性物質は、タイロシン(TYL)、スルファモノメトキシン(SMM)、スルファメサジン(SMT)、レボフロキサシン(LVFX)、シプロフロキサシン(CPFX)、テトラサイクリン(TC)、クロルテトラサイクリン(CTC)、オキシテトラサイクリン(OTC)、ドキシサイクリン(DOC)の 9 種類の測定を行った。6 月、9 月は河川水 5 L を濃縮して絶対検量線法で測定した。11 月は何も添加しない河川水 2.5 L と任意の濃度の抗菌性物質を 1 mL ずつ添加した河川水 2.5 L を濃縮して標準添加法で測定した。固相抽出カートリッジ(Waters, HLB plus)の前処理として、5 mL のメタノールと 5 mL の超純水で調整した。河川水は 10 mL/min の条件でカートリッジを通過させた。その後カートリッジを 10 分間吸引乾燥し、メタノール(6 月、9 月は 2 mL、11 月は 10 mL)で溶出させた。この溶出液に同量の超純水を加え、抗菌性物質を高速液体クロマトグラフ-タンデム質量分析装置で分析した。

キーワード：栄養塩負荷　富栄養化　抗菌性物質　農畜産地域　世増ダム
連絡先：岩手大学　岩手県盛岡市上田 4-3-5　TEL：019-621-6982

3. 調査結果

流量を図 2 に示す。流量は 11 月において、調査前日と当日の雨により、最も高くなった。pH は全ての季節・地点で河川 A 類型の環境基準値である 6.5～8.5 の範囲内であった。SS の濃度はほとんどの季節・地点で 2.9～7.2 mg/L であり、雪谷川の中流では 11 月の濃度が 12.7 mg/L と高くなったが、全ての季節・地点で A 類型の環境基準値 25 mg/L 以下を満たした。DO は全ての季節・地点で A 類型の環境基準値 7.5 mg/L 以上を満たした。BOD はほとんどの地点で A 類型の環境基準値 2 mg/L 以下を満たしたが、6 月の雪谷川上流は 2.9 mg/L となり、基準値を超えた。TOC はほとんどの季節・地点で 1.3～2.8 mg/L と水道水質基準 3 mg/L 以下を満たしたが、11 月の瀬月内川下流の濃度は 3.1 mg/L であり、基準値を少し超えた。大腸菌群数は全ての季節・地点で A 類型の環境基準値である 1,000 MPN/100 mL 以下を満たさず、雪谷川の下流と瀬月内川の下流では最大 17,000 MPN/100 mL となった。大腸菌は全ての季節・地点で検出された。

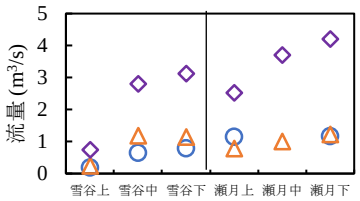

図 2：流量

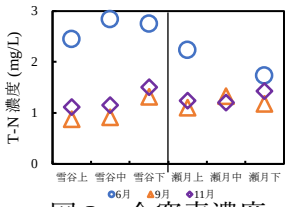

図 3：全窒素濃度

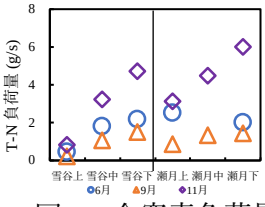

図 4：全窒素負荷量

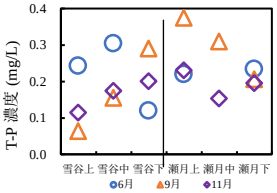

図 5：全リン濃度

図 6：全リン負荷量

全窒素の濃度を図 3、全窒素の負荷量を図 4 に示す。負荷量は濃度に流量を乗じて求めた。全窒素のうち、硝酸態窒素が大半を占めており、次いでアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素であった。全窒素と硝酸態窒素の濃度は、流下につれて上昇する傾向があったが、亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素は地点による濃度変化はほとんどなかった。負荷量は、どちらの河川でも流下につれて上昇する傾向が見られた。各河川下流地点では、11 月は流量増加に伴い負荷量が増加したが、6 月と 9 月の負荷は 2 河川で同程度となった。

全リンの濃度を図 5、負荷量を図 6 に示す。全リンの濃度は、過去 3 年の雪谷川ダム直下と報国橋での水質測定結果における最大値 0.08 mg/L と比較すると、その濃度よりもかなり高い値になった。負荷量は、6 月の雪谷川下流で、他地点に比べて全リン濃度が大きく減少したことから負荷量が減少し、11 月は流量増加に伴い負荷量が増加したと考えられる。季節や天候によって負荷量にばらつきが見られるが、世増ダムへの負荷量は 6 月と 11 月では瀬月内川のほうが雪谷川よりも大きくなった。

抗菌性物質は、TYL、TC、CTC、OTC および OC が検出されなかった。SMM は一般に牛や豚、鶏などに対して使用されており、全ての季節・地点で 0.010～0.34 ng/L の範囲で検出された。SMT は牛や豚、羊などに使用されており、9 月の全地点と、11 月の雪谷川上流と瀬月内川上流では検出されなかったが、他の地点では 0.010～0.10 ng/L の範囲で検出された。LVFX は鶏に使用されており、全ての季節・地点で 0.28～10 ng/L の範囲で検出された。CPFX は家畜に使用されておらず、雪谷川では 9 月で不検出、瀬月内川において 11 月の中流と 9 月および 11 月の下流で不検出だった。しかしながら、その他の季節・地点では 0.60～15 ng/L の範囲で検出された。以上 4 種類のうち、LVFX と CPFX の濃度は SMM、SMT と比較すると高くなった。LVFX と CPFX は人にも使用されており、雪谷川中流と下流の間に位置する下水処理施設から流入している可能性も考えられる。

4. まとめ

雪谷川と瀬月内川の栄養塩類濃度は比較的高く、特に全リンの濃度が高かった。また、抗菌性物質は 4 種類が検出された。今後、栄養塩類や抗菌性物質の主な流入源を特定し、栄養塩類や抗菌性物質の負荷低減に関して検討する必要がある。