

VII-44

増水時の河川水質が藻類増殖に与える影響

日本大学大学院 学生員 ○手塚公裕

日本大学工学部 正会員 佐藤洋一，中村玄正

1. はじめに：閉鎖性水域の富栄養化抑制のためには河川の水質特性や増水時の水質（懸濁態栄養塩の多い水質）が藻類増殖に与える影響を把握することが重要である．そこで本研究では福島県の三春ダム流入河川大滝根川を対象として，現地調査による平水時と増水時の水質比較と AGP (Algal Growth Potential) 試験により平水時と増水時の水質が藻類増殖に与える影響を比較検討した．

2. 三春ダムと流域の概要：三春ダムは福島県三春町の阿武隈川水系大滝根川に建設された多目的ダムである．三春ダム流域は流域面積 226.4km²を有し，山林，原野が 74%，耕作地が 18%，その他の平坦部を市街地，集落が占めている（三春ダム管理所：2002 年調査）．また，農業と畜産業が古くから盛んである．流域人口は約 34,000 人，人口密度は約 150 人/km²と東北地方のダム流域では最大級の人口密度となっている．このような流域特性を有する三春ダムでは汚濁負荷が流入しやすいため，富栄養化が促進される可能性が高いと考えられる．

3. 平水時と増水時の水質特性

3.1 調査概要：三春ダム流域の概略と調査地点を図-1 に示す．

三春ダム流域面積の 85%程度を占める大滝根川を対象に，三春ダム流入直前の河川水を調査した．定期調査は 2004 年 6 月 15 日～10 月 26 日に週 1 回午前 9 時頃に行った．なお，降雨に伴う流量増加の影響がない時を平水時とした．また，増水時調査は 2004 年 9 月 4 日 16 時～9 月 5 日 16 時に毎時行った．調査項目は，主に藻類の増殖に必要な栄養塩（窒素，リン）である．分析は河川水質試験方法（案）に準じた．三春ダム流域の降水量と大滝根川の流量は三春ダム管理所の資料を用いた．懸濁態リン中の生物利用可能リン（BAP：Bioavailable Phosphorus）が閉鎖性水域の富栄養化に与える影響が問題視されているため，化学的抽出方法（0.1N-HCl 抽出：HBAP，0.1N-NaOH 抽出：NaOH-P）により分析を行った．HBAP と NaOH-P の含量を BAP とし，粒子性リン（PT-P）と BAP の差を Res-P とした．

3.2 調査結果：定期調査の窒素濃度を図-2，増水時調査の窒素濃度を図-3 に示す．6 月～10 月の期間では窒素濃度の季節変動は見られなかった．一方，流量増加時では粒子性有機態窒素（PO-N）濃度とアンモニウム態窒素（NH₄⁺-N）濃度の増加と硝酸態窒素（NO₃⁻-N）濃度の減少が確認された．NH₄⁺-N 濃度の増加よりも NO₃⁻-N 濃度の減少が著しいため溶解性無機態窒素（DI-N：NH₄⁺-N，NO₂⁻-N，NO₃⁻-N の合計）濃度は減少した．また，DI-N 濃度の減少よりも PO-N 濃度の増加が著しいため T-N 濃度は増加した．最大流量時（9/4.20 時：約 100m³/s）の窒素濃度は DI-N が 15%，PO-N が 79%を占めた．

定期調査のリン濃度を図-4，増水時調査のリン濃度を図-5 に示す．6 月～10 月の期間ではリン濃度の季節変動は見られなかった．一方，流量増加時では PTP（HBAP，NaOH-P，Res-P

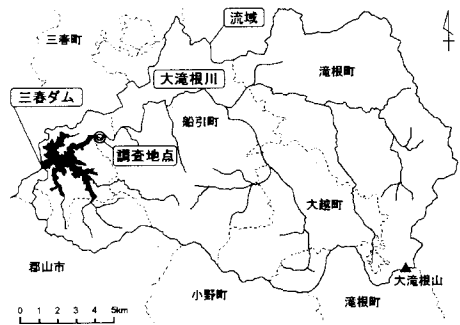


図-1 三春ダム流域の概略と調査地点

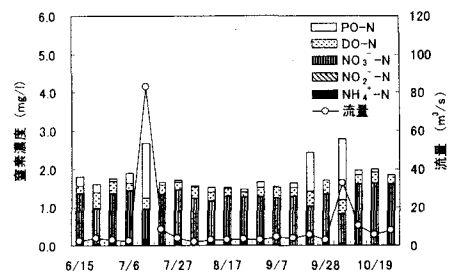


図-2 定期調査の窒素濃度

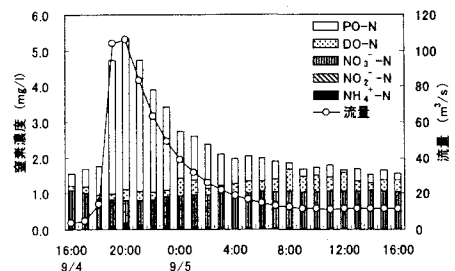


図-3 増水時調査の窒素濃度

の合計)濃度との増加が顕著であり、BAP (HBAP と NaOH-P) が大部分を占めていた。また、溶解性オルトリン酸態リン ($\text{DPO}_4^{3-}\text{-P}$) 濃度も増加する傾向が見られた。最大流量時 (9/4.20 時: 約 $100\text{m}^3/\text{s}$) のリン濃度は $\text{DPO}_4^{3-}\text{-P}$ が 11%, BAP が 85% を占めた。

平水時 (降雨に伴う流量増加の影響がない時) と増水時の濃度を比較すると、溶解性物質である $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 濃度では減少傾向、溶解性物質であるが $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{DPO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度では若干の増加傾向、懸濁態物質である $\text{PO}_4\text{-N}$, HBAP, NaOH-P 濃度では顕著な増加傾向が見られた。降雨による溶解性物質の希釈作用は流量増加に比較して弱く、降雨に含有されている物質の影響や土壌からの溶脱の影響があったと考えられる。一方、平水時と比較すると増水時の懸濁態物質濃度は数十～数百倍に増加した。これは、河床堆積物の掃流や降雨の表面流出により生じる耕地等の面源負荷流出に起因すると考えられる。

4. 平水時と増水時の水質が藻類増殖に与える影響

4.1 実験概要: 平水時と増水時の水質の違いが藻類増殖に与える影響を把握するため、混合培養による AGP 試験 (AGPM 試験) を行った。試験は平水時 (定期調査: 7/6) と増水時 (増水時調査) の河川水を用いた。藻類による懸濁態栄養塩利用の可能性を検討するため、ガラス繊維ろ紙 (孔径 $1\mu\text{m}$) でろ過したろ過水と未ろ過水の 2 種類を用意した。各試水は 300ml の三角フラスコに 100ml ずつ入れ、ろ過水には 0.1ml の未ろ過水を植種した。培養条件は温度 25°C 、照度 1000Lux 連続照射で静置培養 (1 日 1 回手で振とう) とした。3 日に 1 回間隔でプランクトン計数板を用いた細胞数の直接計測を行い、藻類が最大濃度になるまでの培養を試みた。しかし、付着藻類の増殖等により最大濃度が判定できなかったため、培養 30 日目の付着藻類を剥離させた培養液の濃度を最大濃度と仮定した。最大濃度となった試水の浮遊物質 (SS) を測定し、そこから初期 SS を差し引くことにより AGP を算出した。なお、ろ過水の AGP を AGP_D (溶存態栄養塩の AGP), 未ろ過水の AGP を AGP_T (総栄養塩の AGP), AGP_T と AGP_D の差を AGP_P (懸濁態栄養塩の AGP) とした。

4.2 実験結果: 平水時と増水時の AGP を図-6 に示す。平水時の AGP_T は 77mg/l (AGP_D : 25mg/l , AGP_P : 52mg/l)、最大流量時 (9/4.20 時: 約 $100\text{m}^3/\text{s}$) の AGP_T は 478mg/l (AGP_D : 74mg/l , AGP_P : 404mg/l) と増水時の AGP_T は平水時の約 6 倍と明らかに高い値を示した。増水に伴う AGP_T の増加は AGP_P が大部分を占め、最大流量時 (約 $100\text{m}^3/\text{s}$) には平水時の約 8 倍に増加した。一方、 AGP_D も増水に伴い若干増加したが、最大流量時 (約 $100\text{m}^3/\text{s}$) でも平水時の約 3 倍と AGP_P と比較すると増加傾向は弱かった。初期水質と AGP の相関係数は溶解性無機態栄養塩である DI-N で -0.46 , $\text{DPO}_4^{3-}\text{-P}$ で 0.61 と低く、懸濁態栄養塩である PT-N , PT-P (特に HBAP, NaOH-P) で 0.95 以上と高い値を示した。これらの結果から、増水時の懸濁態栄養塩濃度の増加が藻類増殖を促進することが明らかになった。

5. まとめ: 平水時の AGP_T は 77mg/l 、最大流量 (約 $100\text{m}^3/\text{s}$) 時の AGP_T は 478mg/l と増水時の AGP_T は平水時の約 6 倍と高い。この増加は AGP_P が大部分を占め、最大流量 (約 $100\text{m}^3/\text{s}$) 時には平水時の約 8 倍に増加した。従って、増水時の懸濁態栄養塩濃度の増加が藻類の増殖を促進することが明らかになった。

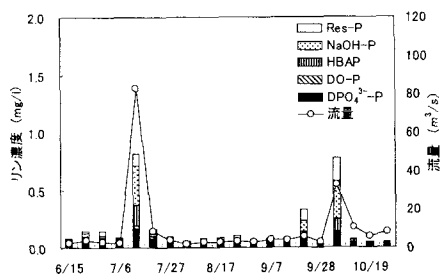


図-4 定期調査のリン濃度

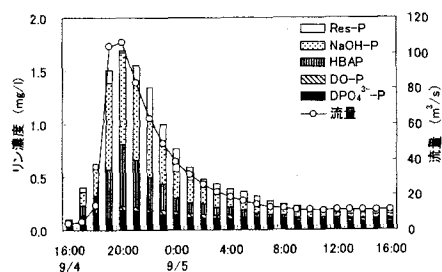


図-5 増水時調査のリン濃度

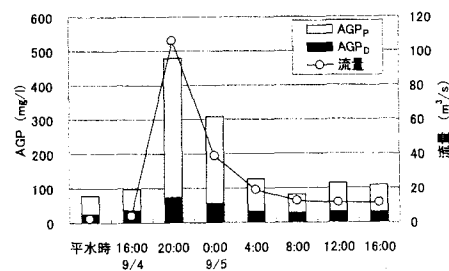


図-6 平水時と増水時の AGP