手賀沼の水質環境に及ぼす浄化用水量の影響

東京理科大学大学院理工学研究科学生員 山崎裕介 東京理科大学理工学部 正会員 二瓶泰雄,西村 司 長岡工業高等専門学校 非会員 猪爪高見

1.はじめに

千葉県北西部に位置する手賀沼は,長年にわたり全国でも有数の水質汚濁化が進行している湖沼として有名であるが,最 近では,そこでの年平均 COD 値が低下していることが報告されている.この水質改善された直接的な要因としては,利根川 水を手賀沼やその主要流入河川である大堀川に注水する,という北千葉導水事業が2000 年度より本格的に稼動したためであ る.この北千葉導水路からの浄化用水量は,利根川における余剰水の状況に大きく依存しているため,常に一定の浄化用水 量を手賀沼へ注水することは困難である.このようなことから,浄化用水量の変化に対する沼内の水質環境の応答を把握し ておくことは,手賀沼内の水質環境を適切に管理する上で必要不可欠である.そこで本研究では,浄化用水注水量の変化が 手賀沼の水質環境に及ぼす影響を把握するため,手賀沼全域をカバーした水環境観測や3次元流動・物質輸送シミュレーショ ンを実施することを試みた.

2.研究の方法

(1)現地観測

現地観測は,図 1に示すように,手賀沼全域と主要流入河川である大堀川と大津川,また手賀沼と利根川を結ぶ手賀川 において,1)2001年10月27日から11月29日の約一ヶ月間にわたる自記式測器を用いた長期連続観測と,2)同時期にお ける水質濃度縦断観測,という2種類の調査を実施した.1)としては,手賀沼内に15の観測点を,大堀川と大津川,手賀 川にそれぞれ一点ずつ設けて水位・水温を計測し,Stn3においてのみさらに濁度・Chla濃度等の水質項目を計測した.2) については,Stn4において11/22から11/29において一日一回の採水を行うとともに,11/22と11/29にはStns.1~8において沼 内縦断方向に採水調査を行った.水質項目としてはT-P,T-N,COD,Chla濃度とし,ここでの分析方法としては,下水試験 方法97年度版に基づいている.なお,現地観測の詳細については,山崎ら(2003)を参照されたい.

(2)数値計算

数値シミュレーションに関しては, 座標系,静水圧近似に基づく準3次元モデルを用いており,そこでは,計算時間を短縮するためにモードスプリット法を取り入れている(二瓶ら,2002).水質濃度を数値計算する際には,沈降・溶出等の内部 生産項を無視した三次元移流拡散計算を行う.計算期間は2001/11/20~29とし,格子数は54×34×10,水平方向格子幅は126m

×77m とした.境界条件としては,水表面においては風応力を, 底面では底面摩擦力を与える.さらに,浄化用水注水口にて,浄 化用水注水量の観測値を与えた.なお,水質濃度の初期条件に関 しては,11/22における採水観測結果を線形内挿したものを与えた.

3.観測結果と考察

(1) 観測期間中における浄化用水量と ChLa 濃度の関係

図 2は観測期間中における Chla 濃度と浄化用水量の時系列



変化を示す.ここで,浄化用水注水量は一日あたりの総注水量として表されている.これより,浄化用水量に関しては,11/20 には注水量は0となり,11/21より注水を再開し,観測期間後半においては最大量である 10m³/s(約8.6×10⁵/day)を放流して いる.なお,この最大値で浄化用水注水を継続すると,手賀沼の滞留時間は4日弱であり,採水観測日(11/22,11/29)の間 における総注水量は手賀沼の水容量の84%に相当している.手賀沼西部(Stn.3)表層における Chla 濃度に関しては,11/20ま では概ね 20µg/1以下の低濃度状態を保っているものの,それ以降では,Chla 濃度は大幅に上昇している.その後,11/24頃に ピーク値をとり,数日間にわたり Chla 濃度の高濃度状態が続いていることが分かる.この Chla 濃度が増加し始めるタイミン

キーワード:手賀沼,水質環境,北千葉導水路,数値シミュレーション

連絡先 : 郵便番号 278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL: 04-7124-1501 (内線 4072) FAX: 04-7123-9766

グは、浄化用水量が0となった11/20頃と一致している.また、 11/22以降には、浄化用水の注水が再開されているものの、Chla 濃度はすぐには減少せず、注水が再開されてから数日間、高濃 度状態が続いていることが分かる.

(2) 水質濃度の時空間変動特性

浄化用水の注水が再開された 11/22 から 11/29 における Stn.4 での T-P と COD の経時変化を図 3に示す.これを見ると, T-P と COD は両方ともに浄化用水注水再開後から増加し,11/25 頃に最大ピークとなり,11/29 頃には低下しており, Chla 濃度 と類似した時間変動パターンとなっている.

次に, T-PとCODの手賀沼縦断方向分布を図 4に示す.こ こで,11/22 は浄化用水の注水が再開された直後であり,11/29 はそれから約一週間後である.これを見ると11/29 における T-P とCOD量は両方ともに11/22の結果よりも全体的に減少してい るものの,その低下の様子は両者で大きく異なっていることが 分かる.具体的には,T-P に関しては,沼西側においてのみ水 質濃度が減少しており,東側では両日のT-P 濃度は同程度であ るのに対して,COD については沼全域において濃度低下して いる様子がうかがえる.

4.数値計算結果と考察

浄化用水注水量の変化に伴って生じた沼内における水質環境 変化の要因を把握するために,沈降・溶出等の内部生産項を無 視した形で3次元流動・物質輸送シミュレーションを実施した. ここでは,得られた結果のうち,T-PとCODの縦断分布を**図** 5に示す.この結果から,T-P,CODともに観測値と計算値が 概ね一致していることが分かる.このことから,浄化用水注水 時における1週間程度の短期的な手賀沼内の水質濃度変化に対 しては,浄化用水の希釈効果が,沈降・溶出などの内部生産に よる効果よりも大きく影響していることが示された.

5.おわりに

手賀沼内の水質環境に対する北千葉導水路からの浄化用水の 影響を検討した.この結果、水質濃度の時間変動特性としては, 注水量が0となった直後に水質濃度が大きく上昇し,注水再開 後数日間にわたり,この高濃度状態が継続することが明らかと なった.また,水質濃度の空間分布に関しては,浄化用水注水 後の沼内水質濃度は,注水量が0の日よりも全般的に低下する ものの,その低下の様子は水質濃度毎に大きく異なっていた.



このような水質濃度の変化の要因を検討するために3次元数値計算を実施した結果,浄化用水量変化に起因した短期的な水質 変動は,内部生産よりも浄化用水の希釈効果による影響が大きいことが示された.

参考文献

山﨑裕介・二瓶泰雄・猪爪高見・西村司:河川技術論文集, Vol.9, 2003(投稿中). 二瓶泰雄・山﨑裕介・西村司・灘岡和夫:海岸工学論文集, Vol.49, No.1, pp.411-415, 2002.