

降雨イベントが都市河川感潮域の魚大量斃死問題や DO 低下に及ぼす影響

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○金子 真
 東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄

1. 序論

都市河川では、一般に低水流量が少ないがゆえに、感潮域では非常に淀み、かつ、水質汚濁化が顕在化し易く、青潮や魚大量斃死等という drastic な現象が時々発生する¹⁾。魚大量斃死問題の原因としては、油流出などの突発的な水質事故に加え、DO の低下が指摘され、後者は特に感潮域で集中的に報告されている(例えば東京都, 2001²⁾)。著者らは、2008 年度より感潮域の DO 観測を荒川と隅田川で実施し、①DO 低下には底泥浮上による酸素消費が要因として挙げられるが、隅田川・2008 年夏季の魚大量斃死時には低濁度だったこと、②中小河川(神田川や石神井川)が流入する隅田川のみ低 DO が観測され、その発生要因が海域からの貧酸素水塊の遡上と降雨時の CSO 流入に関連することを指摘した³⁾。しかしながら、中小河川からの降雨時汚濁負荷やそれが DO 低下に及ぼす影響は今後の課題となっていた。これを受け、本研究では、都市河川感潮域における魚大量斃死事故や DO 低下に対する降雨影響を把握することを目的とする。そのため、①過去の魚大量斃死事故の発生概況や気象・水質環境の整理、②隅田川や神田川における DO 等の連続・空間分布調査や出水時神田川の汚濁負荷調査の実施、③ボックスモデルによる簡易 DO 計算等を行う。

2. 研究方法

(1)魚大量斃死事故及び関連気象・水質データ収集：魚大量斃死事故の実態把握のために東京都がまとめている 1997～2007 年までの調査報告書²⁾を入手した。11 年間のうち魚大量死事故は 181 件発生し、このうち DO 低下を要因とするのが 95 件(感潮域は 70%)である。また、関連気象データ(アメダス)や水質データ(公共用水域データ)を整理する。

(2)現地観測：二瓶ら³⁾と同じ隅田川に加え、合流式下水道吐出口が 158 ヶ所もある神田川を対象に 3 種類の観測を行う。まず DO 長期連続観測を隅田川・白鬚橋(2009/7/18～12/20)と神田川・一休橋(2009/9/18～12/20, 図 1 中▲印)にて実施した。DO 計測には隔膜式カルバニ電極型 DO 計(Compact-DOW, JFE アドバンテック(株)製)を用いた。次に、多項目水質計(Datasonde5x, 環境システム(株)製)による感潮域の水温・塩分・DO・濁度等の空間分布観測を隅田川と神田川で行った。両河川の感潮区間を満潮時前後 2 時間以内に移動して計測し、この調査を大潮時 2 回(2009/8/18, 9/2)、小潮時 2 回(同年 8/12-13, 25)実施した。さらに、CSO 起源の降雨時負荷を把握するために、台風 0918 号時(2009/10/7-8)に神田川・一休橋において採水観測を行い、SS・COD・栄養塩等を分析した。

(3)ボックスモデル解析：神田川感潮域(全長 6.1km)を一つのボックスとし、簡易 DO・COD 計算を行った。基礎式やパラメータを図 2 に示す(土木学会, 1997)。計算期間は台風 18 号出水時であり、上流からの負荷量 L を変えて感度分析も行った。

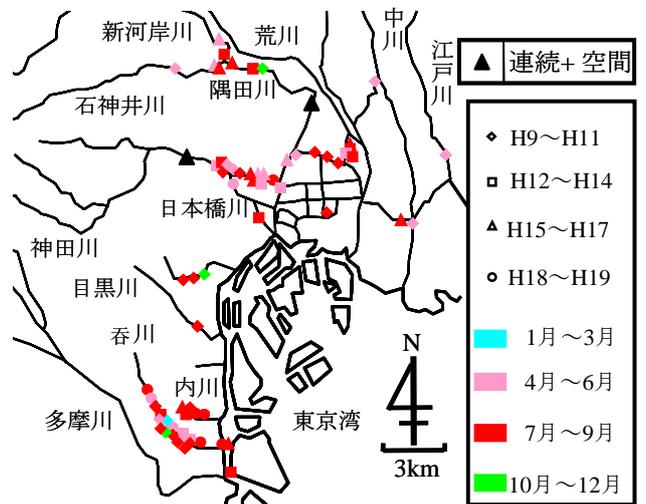


図 1 東京都 23 区内における魚大量斃死事故発生地点や時期及び観測地点

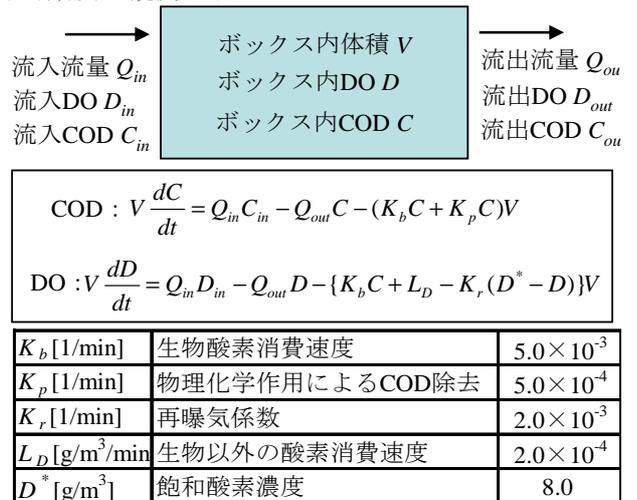


図 2 ボックスモデルの概要

キーワード： DO, 魚大量斃死, 都市河川, 感潮域, CSO

連絡先： 郵便番号 278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL : 04-7124-1501 (内線 4069)

3. 結果と考察

(1)魚大量斃死事故の発生場所と時期：1997-2007 年において、DO 低下を要因とする魚大量死事故の発生場所と時期を図 1 に示す。この 11 年間には DO 低下により計 95 件が発生し、うち 23 区内で発生した 66 件を表示する。事故の多発河川は呑川や内川、石神井川、神田川、隅田川という中小河川が目立ち、発生時期は 4~9 月が大部分を占める。内川を除く 4 河川の DO (月平均値) と月別発生件数を図 3 に示す (1997~2007 年)。発生件数は 5~8 月に集中している。一方 DO は 4~10 月では 4mg/L 程度まで下がるが、平均値レベルでは DO 低下の度合いは小さい。また事故発生時当日から 4 日前まで降雨状況も図 3 に示す。事故当日と 1 日前に降雨が観測されたのは全体の約 60% であり、4 日前まで入れると 83% となる。このように平均 DO レベルが低い状態で降雨イベントがあった後に魚大量死事故が発生している。

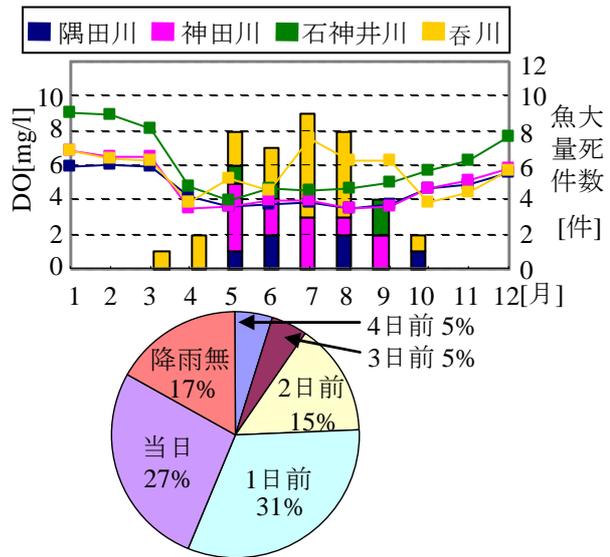


図 3 魚大量死発生件数と DO 月変化, 事故前の日降雨

(2)隅田川と神田川における DO 空間分布：感潮河川の DO 環境を知るため、小潮時 (2009/8/25) における隅田川と神田川の塩分と DO 分布を図 4 に示す。隅田川では、DO の最小値は海側底層に現れるが、神田川河口域 (隅田川河口+4.7km) において DO が全層的に低い。一方神田川では、海水フロントの先端付近で DO 最小値が出現し、海水は神田川を遡上する過程で DO を消費している。このような DO 観測データから降雨影響を抽出するため、降雨前 (8/25) と降雨直後 (9/2) における塩分と DO の相関図を図 5 に示す。ここでは、神田川 3 地点 (柳橋, 昌平橋, 後楽橋) の結果を示し、この間 (8/31~9/1) には台風 0911 号出水が生じた。これより、同一塩分では降雨後の DO は降雨前より低下した。このように、両河川では平常時に DO 低下していることに加えて、降雨影響により更なる DO 低下を引き起こしている。

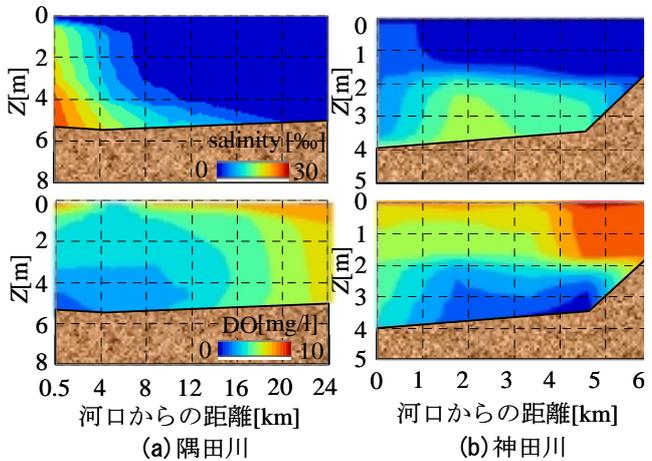


図 4 隅田川と神田川の塩分と DO 分布 (8/25)

(3)ボックスモデルにおける DO 低下への降雨影響：神田川の DO 低下への降雨影響を定量化するために、ボックスモデルの計算結果に基づいて、様々な流入負荷条件下において、計算開始 0-12 間後と 24-36 間後の平均値の差 ΔDO の計算結果を図 6 に示す。実測流入負荷 L_0 では DO 低下量 ΔDO は 1mg/L である。負荷量 L を変化させると、 ΔDO は比例して大きくなる。降雨条件によっては負荷量が 2, 3 倍となることは想定され、降雨影響により感潮域の DO は明瞭に低下することが定量的に明らかとなった。

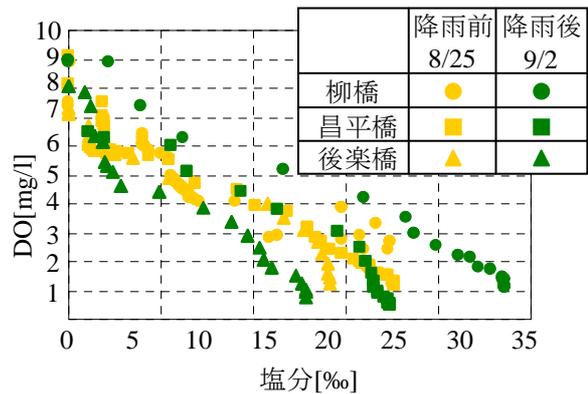


図 5 降雨前後で DO 低下量の比較 (神田川)

参考文献

- 1) 三浦ら, 都市河川汽水域における青潮の発生機構に関する調査と解析, 水工学論文集, Vol. 53, pp.1453-1458, 2009.
- 2) 東京都環境局環境改善部, 河川等の水質異常事故発生状況一覧, 1997-2007.
- 3) 二瓶ら, 魚大量斃死時における河川感潮域の DO 環境特性, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.B2-56, pp.1021-1025, 2009.

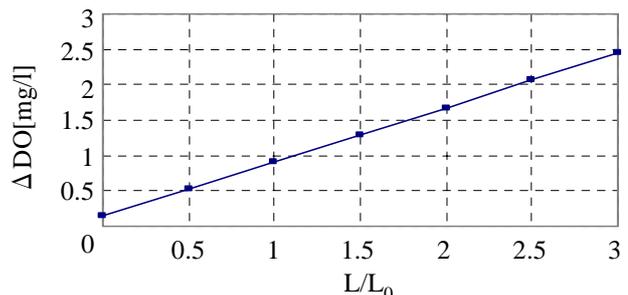


図 6 様々な負荷量条件下 L/L_0 の DO 低下量の計算結果