

三河湾湾奥への河川からの栄養塩流出負荷

豊橋技術科学大学 大学院 建設工学専攻 2 年 学生会員 堀 雅彦
井上隆信¹⁾・横田久里子¹⁾・堀之内陽子¹⁾・前田憲秀¹⁾・対馬孝治²⁾

1) 豊橋技術科学大学 2) 日本大学

1. はじめに

近年の湖沼や内湾などの閉鎖性水域における富栄養化現象は慢性化の傾向にある。三河湾湾奥においても、富栄養化の現象がみられ、その原因として河川からの栄養塩流入が考えられる。つまり、これらの現象の根本的な抑制には流域からの流入負荷削減が不可欠であり、削減対策の第一段階として流域からの発生汚濁負荷量を求めることは重要である。しかし、河川からの流入負荷については、公共用水域の環境基準地点等の調査地点が少ないため、多数存在する中小河川の状況が把握できていないことや、流量調査を実施している地点が限られていることから、正確に把握されていないのが現状である。

本研究は、三河湾湾奥へ流入する河川を定期的に調査し、平水時調査だけでなく、降雨時調査を実施する。これより、水質特性を把握すると共に、降雨時の影響を考慮し、中小河川も含めた三河湾湾奥への流出負荷量を算出し、三河湾湾奥への影響を検討した。

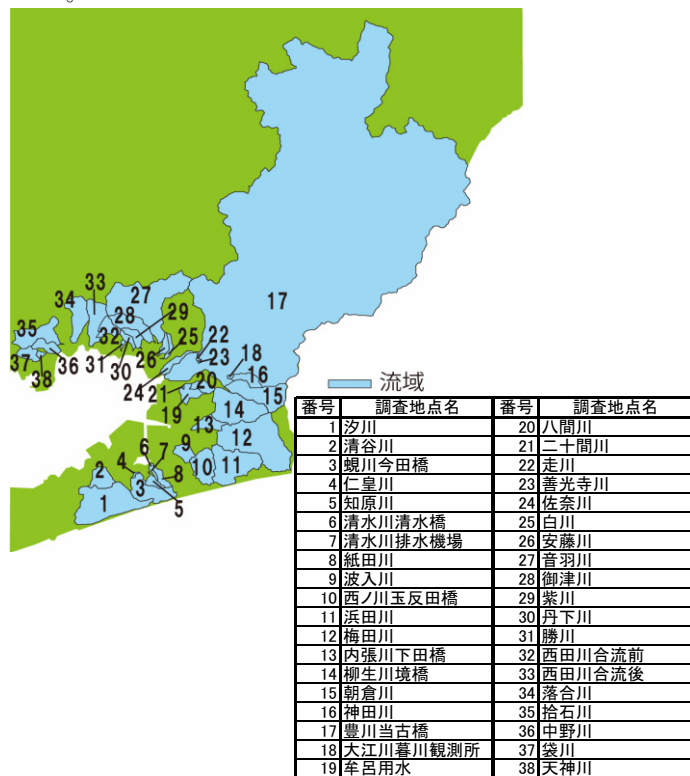


図1 対象河川の流域と河川名

2. 調査地・調査方法

調査地は、図1に示す愛知県内の田原市、豊橋市、豊川市、蒲郡市から三河湾湾奥へ流入する 38 河川である。2008 年 4 月から月 1 回の間隔で採水を行った。なお、2009 年 4 月からは 2008 年度の結果より、16 河川、さらに 2010 年度は 10 河川に絞り平水時調査を実施した。また、降雨時調査を豊川、梅田川、白川、西の川などで行った。現地では採水の他に流量を測定し、測定水質項目は、全窒素(TN)、溶存態窒素(DN)、全リン(TP)、溶存態リン(DP)、リン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)、懸濁物質(SS)、生物化学的酸素要求量(BOD)である。懸濁態窒素(PN)、懸濁態リン(PP)はそれぞれ TN-DN 、 TP-DP より算出した。

3. 水質特性

図2に各河川の水質項目(濃度 mg/L)の最低値、最高値、平均値を示し、ここでは、富栄養化の原因とされる窒素(TN)とリン(TP)の値を示す。

TNに関しては、汐川、知原川、紙田川、西の川で平均値が 10mg/L 以上、最高値は知原川で 32.5mg/L、紙田川、西の川で 18 mg/L となり非常に高濃度であった。全河川中最も高濃度であった知原川では 2008 年度の 7 月・9 月、2009 年度の 9 月に特に高濃度であり、他河川については 10 月に最高値となる河川が多く、施肥期間中の土から流出した畑の肥料などが原因として考えられる。

TPに関しては知原川の濃度が平均 3.2mg/L、最高 7.2mg/L と群を抜いて高濃度であった。他河川は平均が 0 ~ 1 mg/L に収まり低い濃度であったといえるが、汐川、紙田川で最高 2mg/L を越える月があった。

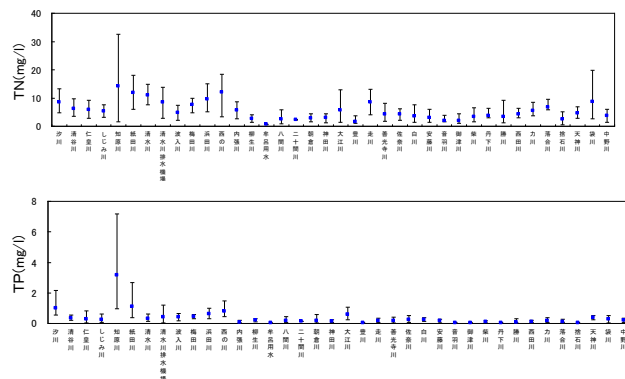


図2 濃度変化

3. 流出負荷量

3.1 平水時の流出負荷量について

濃度と負荷量では、負荷量のほうが三河湾に直接的な影響を及ぼすため、負荷量に着目することは重要である。図3に平水時のTN、TPの負荷量(g/s)を示す。先述の濃度では知原川や紙田川で高濃度であったのに対し、TN負荷量では汐川、梅田川、豊川、佐奈川、TP負荷量では汐川、梅田川、豊川といった流量の多い河川で負荷量大きい結果となった。

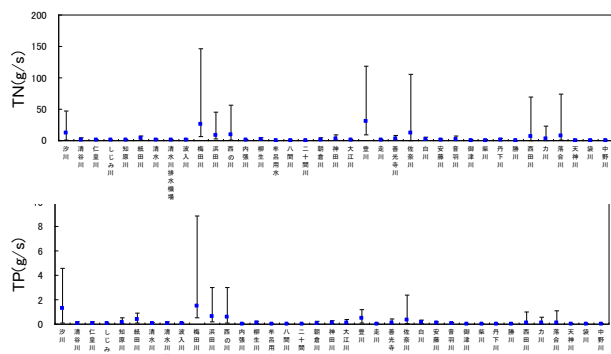


図3 負荷量変化

3.2 降雨時の流出負荷量について

年間負荷量の算出には、降雨時の流量増大に伴う栄養塩の流出特性を把握し、負荷量の増大を考慮しなければならない。本研究では豊川・梅田川(各4回/2008~2009)、白川(2回/2008)、西の川(2回/2009)で行った。表1に各イベントの総雨量、一降雨あたりの負荷量と平水時との比較を示す。

イベント1、3は短期間集中型、イベント2、4は長時間分散型の降雨であった。平水時の負荷量と比較すると、降雨によって特にリンが多く流出していた。4河川中、特に西の川での流出負荷量の増加は顕著であり、イベント2のTN負荷量は平水時の約49日、TP負荷量では150日分を超える負荷量が発生しており、降雨による影響が非常に大きいことがわかる。また、西の川のイベント1と2の総雨量は13mm程度であるが、流出負荷量はTNが10倍以上、TPが約3倍の差があり、雨量が同程度であっても降雨タイプの違いによって流出する負荷量の差は大きいことがわかる。

表1 降雨時調査日データと一降雨あたりの

豊川	日時	総雨量(mm)	TN負荷量(t)	TP負荷量(t)	対 TN平水時(日)	対 TP平水時(日)
イベント1	2008/8/28	93	36.7	2.4	13.8	57.9
イベント2	2008/9/18~9/21	68	11.7	0.5	4.4	12.1
イベント3	2009/8/9~8/11	19	15.2	1.1	4.5	11.3
イベント4	2009/10/7~10/8	56	76.2	4.2	22.5	43.0
梅田川						
イベント1	2008/8/28	227	11.8	7.2	5.2	55.6
イベント2	2008/9/19	54	9.6	5.0	4.3	38.6
イベント3	2009/8/9~8/11	43	5.7	0.9	5.3	13.9
イベント4	2009/10/7~10/8	58	13.6	2.7	12.7	41.7
白川						
イベント1	2008/8/28	93	1.4	0.7	7.5	54.0
イベント2	2008/9/19	68	1.2	0.2	6.4	15.4
西の川						
イベント1	2009/8/9~8/11	43	1.2	0.9	4.3	57.9
イベント2	2009/10/7~10/8	58	13.6	2.4	48.9	154.3

4. 年間流出負荷量

これまでの平水時、降雨時のデータを用いて年間流出負荷量の算出を行った。図4は、三河湾湾奥における流域・流量の割合、TN・TPの負荷量割合を示したものである。TNで最も多くの割合を占めていたのは豊川(21%)であったが、TPについては全体の7%程度しか占めておらず、梅田川が23%と最も多くを占めた。また、汐川のTP割合も19%と大きい。豊川の流量は調査河川全体の50%、流域にいたっては76%を占めるが、TN割合が21%、TP割合が7%という結果は、その他中小河川からの影響が大きいといえる。

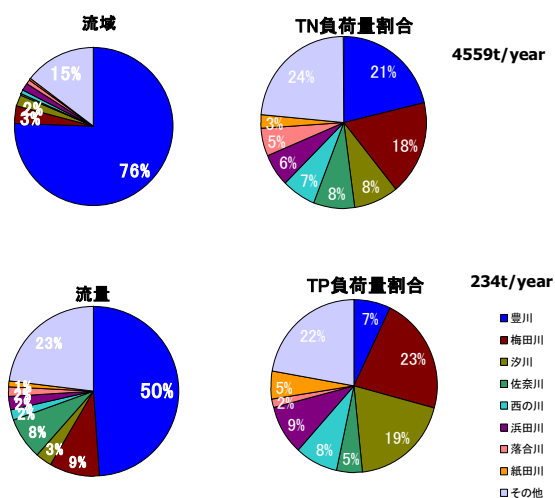


図4 年間負荷量割合

5. 発生負荷量と流入負荷量

本研究にて算出した負荷量を、環境省より発表された発生負荷量と比較し、表2に示す。

TNについては豊川が同程度、柳生川が発生負荷量よりも少なく算出される結果となった。その他の河川では、汐川は2.8倍、梅田川は2.6倍、西の川+浜田川については6.8倍と差が大きかった。TPに関しては汐川、梅田川、西の川+浜田川は発生負荷量より多く算出され、発生負荷量値は過小評価されているといえる。柳生川だけTN、TPともに算出負荷量のほうが少なく、0.5倍程度となっていたのは、特定事業場からの栄養塩の流出が減少してきていることが考えられる。

表2 発生負荷量と実測データとの比較の負荷量

t/year	TN		TP	
	発生負荷量	算出負荷量	発生負荷量	算出負荷量
汐川	127.9	368.8	30.8	41.0
梅田川	316.4	817.3	42.9	46.8
西の川+浜田川	85.2	581.8	13.7	37.4
柳生川	251.1	43.9	19.9	2.9
豊川	991.0	970.9	73.5	15.3