

境川に対する町内各河川・雨水幹線排水路からの窒素およびリン流入負荷度

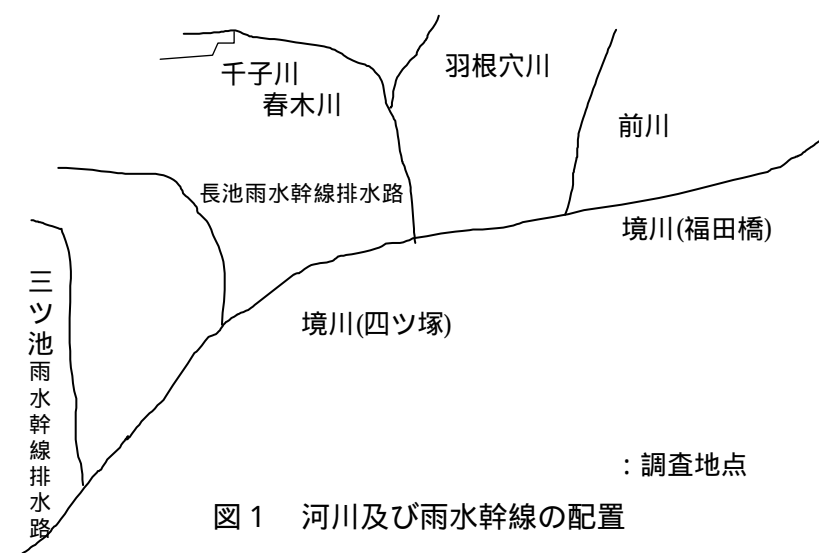
吉田重方（名古屋大学名誉教授）
野々山睦正（東郷町環境課）
水野良直（東郷町環境課）

1. はじめに

東郷町内の小河川(支川)や雨水幹線排水路から多量の有機性汚濁物質(BOD)が境川に流入し、境川の水質悪化の原因となっていることを前報^{1,2)}で明らかにした。その中でも、長池雨水幹線排水路と千子川のBODが高く、その軽減が境川の水質改善に大きく寄与することを提言した。さらに、BODとCOD、全窒素(T-N)および全リン(T-P)濃度間に高い正の有意な相関が存在することも明らかにした¹⁾。T-NおよびT-Pは河川や湖沼の藻類などの増殖を促し、重要な富栄養化要因であることはよく知られている⁴⁾。そこで、本報告書では町内支川・雨水幹線排水路のT-NおよびT-P濃度と境川へのそれら流入量を調査し、その結果に基づいて各支川・雨水幹線排水路の境川への負荷度を評価した。

2. 調査対象地域および調査法

前報告書¹⁻³⁾と同様に図1に示す各調査地点より平成元年から平成16年にかけて年3回採水(春季:6月、秋季:10月、冬季:2月)した河川・雨水幹線排水路水の全窒素(T-N)と全リン(T-P)濃度を公定法に従って分析した。また、境川に流下する各支川・雨水幹線排水路からの全窒素および全リン流入量は上記のT-N、T-P濃度に前報³⁾で調査した流量を乗じることによって求めた。なお、分析は東郷町環境課より依頼を受けた株式会社名古屋環境分析センターで行った。



3. 調査結果および考察

表1に東郷町内各河川・雨水幹線排水路水の各時季および年平均のT-NおよびT-P濃度を示す。T-N濃度は各河川・雨水幹線排水路とも冬季において最も高く、ついで秋季において高かった。その中でも長池雨水幹線排水路の濃度が他のものに比べて顕著に高く、その傾向は各時季のみならず年平均にお

表 1 町内河川・雨水幹線排水路水の平均全窒素および全リン濃度

No. 河川・雨水幹線排水路	全窒素(T - Nmg/L)				全リン(T - Pmg/L)			
	春季	秋季	冬季	年平均	春季	秋季	冬季	年平均
1 千子川	3.33	5.18	9.02	5.84	0.43	0.60	1.46	0.83
2 春木川	4.44	6.25	8.92	6.54	0.33	0.36	0.59	0.43
3 羽根穴川	4.27	8.41	11.51	8.01	0.32	0.32	0.54	0.39
4 前川	2.68	3.04	5.28	3.67	0.28	0.27	0.38	0.31
5 境川上流調査地点	5.29	5.44	6.30	5.68	0.43	0.38	0.82	0.54
6 境川下流調査地点	4.63	5.15	6.34	5.37	0.49	0.54	0.62	0.55
7 長池雨水幹線排水路	11.62	15.13	15.2	13.98	1.38	2.33	1.95	1.98
8 三ッ池雨水幹線排水路	3.89	5.52	10.56	6.66	0.39	0.60	1.96	0.78

平成元年～16年間の平均
年平均:春・秋・冬季の平均

いても明確に認められた。これに対して、前川の T - N 濃度は他の河川・雨水幹線排水路の中で最も低く、その傾向は各時季および年平均においても認められた。ついで、境川の上流調査地点と下流調査地点の T - N 濃度を比較すると、春・秋季と年平均では上流調査地点の方がやや高く、冬季では逆にやや低かった。しかし、その差異はごく僅かであった。

T - P 濃度も秋季の長池雨水幹線排水路を除き、T - N 濃度と同様に冬季において最も高く、春季において最も低いことが多かった。また、前川における T - P 濃度はいずれの時季、年平均とも河川・雨水幹線排水路の中で最も低かった。境川の上流調査地点と下流調査地点の T - P 濃度は T - N 濃度の場合とは逆に、春・秋季では上流調査地点の方が低く、冬季では高かった。しかし、年平均では両調査地点間には T - P 濃度に大きな差異は認められなかった。これらの結果から、東郷町内支川・雨水幹線排水路の中では両栄養塩類(T - N, T - P)濃度とも春・秋季に比べて冬季において高く、その中でも長池雨水幹線排水路のものが最も高く、前川のものが最も低いことが明らかとなった。

表 2 は前報¹⁾で示した境川の上流および下流調査地点における流量と表 1 の T - N、T - P 濃度を乗じることによって算出した両調査地点における T - N 量(T - N kg/日)および T - P 量(T - P kg/日)を示す。T - N 量および T - P 量はともに上流調査地点に比べて下流調査地点において高く、その増加量は全窒素量、全リン量とも春季 > 秋季 > 冬季の順に多かった。また、その傾向は前報¹⁾で調査した BOD の場合と同様であった。しかし、冬季における T - P 増加量が春・秋季に比べて顕著に低いことが特徴的であった。これら T - N 量や T - P 量の増加は両調査地点間に存在する町内支川等からの流入に起因するものである。また、春季における増加量が最も高かった原因には、生活排水以外に田植えや代かきなどの農業生産活動に伴う窒素肥料やリン酸

表2 境川上流および下流調査地点における全窒素量、全リン量および下流調査地点における増加量

	時季	上流調査地点 ^{a)}	下流調査地点 ^{b)}	増加量 ^{c)}
		(No. 5)	(No. 6)	
全窒素量(T - N) (N kg/日)	春季	200.9	441.4	240.5
	秋季	173.8	361.6	187.8
	冬季	144.8	291.8	147.0
	年平均	173.2	364.9	191.7
全リン量(T-P) (P kg/日)	春季	16.33	46.72	30.39
	秋季	12.85	37.92	25.07
	冬季	18.55	28.53	9.98
	年平均	15.77	37.72	21.95

C = b - a

肥料を含む富栄養化した農業排水が流入したことなどに起因するものと推察される。図2および図3は境川に流下する町内各支川・雨水幹線雨水幹線排水路からのT - N流入量およびT - P流入量を示す。図2に示すようにT - N流入量は時季によっても変動するが、長池雨水幹線排水路からの流入量がいずれの時季および年平均においても最も高く、次いで春木川と前川の流入量がほぼ同程度に高かった。

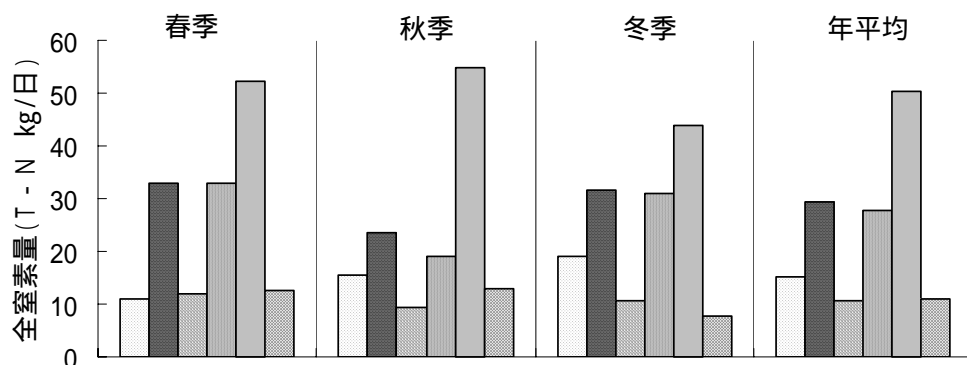


図2 町内支川・雨水幹線排水路より境川に流入する全窒素量

: 千子川
 : 羽根穴川
 : 長池雨水幹線排水路
 : 春木川
 : 前川
 : 三ツ池雨水幹線排水路

また、時季別にみると、長池雨水幹線排水路と三ツ池雨水幹線排水路では春・秋季に比べて冬季において顕著に減少した。前川と春木川では春季 > 冬季 > 秋季の順であり、秋季では大きく減少した。これに対して、千子川では冬季 > 秋季 > 春季の順であり、冬季に最も高くなることが特徴的であった。また、羽根穴川では季別間に大きな差異はみられなかった。このようにT - N流入量が最高となる時季が河川・雨水幹線排水路によって異なる原因は各河川・雨水幹線排水路の集水域間で主たる負荷源に大きな差異があることによるものと推察される。すなわち、春季において高い値を示す前川や春木川では農業排水が主

たる原因となり、冬季において高い値を示す千子川では生活排水が主たる原因となっているものと推察される。

図3に示すようにT - P流入量もT - N流入量と同様に長池雨水幹線排水路において最も高かった。次いで春季と年平均では前川からの流入量が高かったが、秋・冬季では前川に比べて千子川の方が高く、その傾向はとくに冬季において顕著であった。上にも記したように、これら河川・雨水幹線排水路からの流入が境川のT - N量やT - P量の増加に大きく関わっている。しかし、両雨水幹線排水路は上記の境川の下流調査地点よりもさらに下流に位置しているために、表2の増加量にはそれら2雨水幹線排水路が関わっていない。

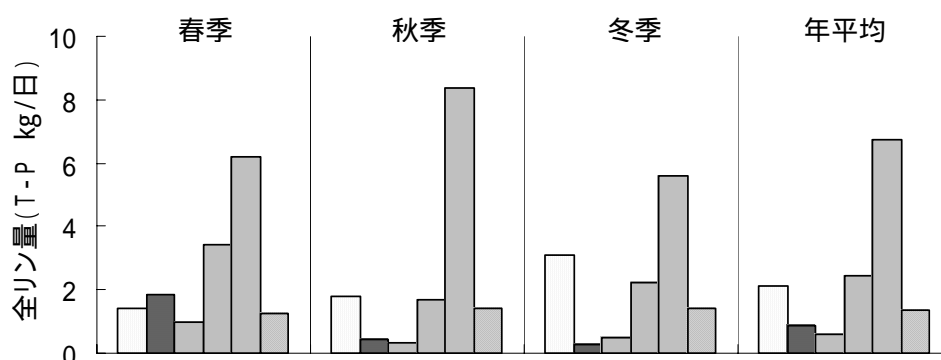


図3 町内支川・雨水幹線排水路より境川に流入する全リン量

:千子川
 :羽根穴川
 :長池雨水幹線排水路
 :春木川
 :前川
 :三ツ池雨水幹線排水路

すなわち、両調査地点間には4河川（千子川、春木川、羽根穴川、前川）からの河川水のみ流下しているため、表2に示すT - N量およびT - P量の増加は上記4河川からの流入が主たる原因となっているものと考えられる。そこで、表2のT - NおよびT - P流入量に対する上記4河川からのT - NおよびT - P流入量の比率を算出し、その結果を表3にまとめた。

表3 町内4支川からの全窒素および全リン流入量および下流調査地点における全増加量に対する比率

	時季	4支川からの流入量 (kg)	全増加量に対する4支川 からの流入量の比率(%) [*]
全窒素量	春季	88.9	37.0
	秋季	67.5	35.9
	冬季	92.3	62.8
	年平均	82.9	43.2
全リン量	春季	7.61	25.0
	秋季	4.31	17.2
	冬季	6.08	60.9
	年平均	6.00	27.3

*: 4支川からの流入量/全増加量(表2) × 100

T - Nの流入比率は35.9 ~ 76.9% (平均: 43.2%)であり、とくに冬季における流入比率が76.9%と春・秋季に比べて顕著に高かった。

また、T - Pの流入比率は16.7 ~ 62.8% (平均: 27.3%)であり、T - Nの場合と同様に冬季における流入比率が62.8%と最も高かった。また、流入比率はいずれの時季および年平均においてもT - Nに比べてT - Pにおいて低かった。その原因は流出リンの主形態であるリン酸イオンが土壌吸着され易い性質をもつものに対して、流出窒素の主形態である硝酸イオンが土壌吸着され難い易移行性の性質をもつことによるものと推察される⁵⁾。しかし、上記のように年平均でみた場合、4支川からの流入比率はT - N、T - Pともに50%以下であった。この値は前報²⁾の4支川からのBOD流入比率に比べて低かった。このことは、境川の両調査地点間に上記の4支川以外にも窒素やリンの流入する不明の経路が存在し、それを通じてBOD以上に窒素やリンが流入していることを示唆する。しかし、その経路は、現在のところ不明である。T - NおよびT - Pの流入比率が農業生産活動の少ない冬季において高く、かつ農業排水の流入割合が高まる春・秋季に低いことから、上記の4河川以外の経路を通じた窒素やリンを含む農業排水の流入が原因している可能性が示唆される。

また、図4は境川に対する4支川の窒素およびリンの負荷度を比較したものである。

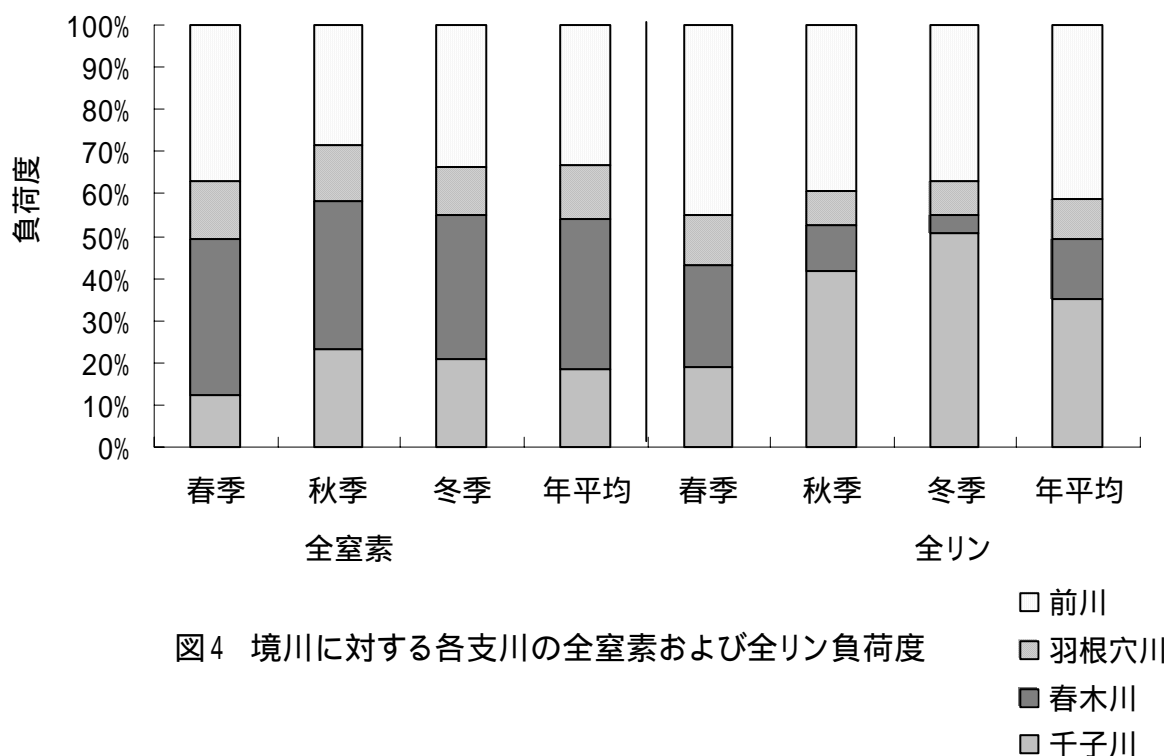


図4 境川に対する各支川の全窒素および全リン負荷度

窒素負荷度はいずれの時季および年平均においても千子川や羽根穴川に比べて前川や春木川で高かったが、リン負荷度は前川と千子川で顕著に高かった。

とくに千子川における冬・秋季におけるリン負荷度は前川のもの以上に高かった。表4は表1の結果より算出した各河川・雨水幹線排水路水のT-N濃度/T-P濃度の比率を示す。

表4 各支川・雨水幹線排水路の全リン濃度に対する全窒素の比率

支川・雨水幹線排水路	全窒素濃度/全リン濃度(T-N/T-P)			
	春季	秋季	冬季	年平均
千子川	7.74	8.63	6.18	7.75
春木川	13.45	17.36	13.9	14.9
羽根穴川	13.34	26.28	21.3	20.34
前川	9.57	11.26	13.89	11.57
長池雨水幹線排水路	8.42	6.49	7.79	7.57
三ッ池雨水幹線排水路	9.97	9.20	5.39	8.19

春木川、羽根穴川および前川では一例（前川、春季、9.57）を除き、10以上の値を示した。これに対して、千子川と両雨水幹線排水路では10以下の値を示した。この比率は排水の負荷源によって少なからず影響されることが知られている。福岡県の農業用水の水質を調査した井上らの報告⁶⁾によると、窒素濃度は平均1.63 mg/L（最低～最高：0.20～4.94 mg/L）、リン濃度は平均0.14 mg/L（最低～最高：0.01～1.11）であり、T-N/T-Pは11.6となる。さらに、生活排水が流入した用水路の水質を調査した垣原らの報告⁷⁾によると、年平均T-N濃度は1.31 mg/L、T-P濃度は0.10 mg/Lであり、T-N/T-Pは13.1となる。これに対して、生活排水の日平均値を調査した矢場らの報告⁸⁾では、T-N濃度は33.2 mg/L、T-P濃度は4.0 mg/Lであり、T-N/T-Pは8.3と低い値を示した。すなわち、農業用排水に比べて生活排水のT-N/T-Pは低いものと考えられる。これらのことから、千子川と両雨水幹線排水路では点的負荷源である生活排水の影響を大きく受け、それに対して春木川、羽根穴川および前川では面的負荷源である農業排水の影響を大きく受けているものと推察される。しかし、それらの支川・雨水幹線排水路の主たる負荷源を確定するためには各集水域面積、田畑率、工場や商業施設の立地状況、住宅戸数、人口、下水道普及率および昼夜人口などの実態を詳細に調査することが不可欠と考えられた。

4. 要約

東郷町内の最大河川である境川の窒素およびリン富化に対する町内支川・雨水幹線排水路の影響を調査した。その結果、以下のことが明らかとなった。

1. 町内を流下する過程で境川の窒素やリンは富化され、その富化量は窒素、

リンとともに春季>秋季>冬季の順に多かった。

- 2．長池雨水幹線排水路の窒素濃度およびリン濃度は境川に流下する町内支川・雨水幹線排水路の中で最も高かった。また、長池および三ツ池雨水幹線排水路と千子川の、リン濃度はその他の支川のものに比べて顕著に高かった。
- 3．町内支川・雨水幹線排水路から境川に流下する窒素量およびリン量は長池雨水幹線排水路のものが最も多かった。
- 4．境川に対する支川の窒素負荷度は春木川、前川の順に高かったが、リン負荷度は前川について千子川において高かった。
- 5．各支川・雨水幹線排水路の T - N/T - P は両雨水幹線排水路と千子川では低く、春木川、羽根穴川および前川では高く、両者間に負荷源の差異があるものと推察された。

文献

- 1．吉田重方・野々山睦正・水野良直：有機性汚濁（BOD）からみた東郷町内河川・雨水幹線排水路の水質実態、東郷町ホームページ、<http://www.town.togo.aichi.jp>（2006）
- 2．吉田重方・野々山睦正・水野良直：境川の有機性汚濁（BOD）に対する町内各支川の負荷度、東郷町ホームページ、<http://www.town.togo.aichi.jp>（2006）
- 3．東郷町内雨水幹線排水路による境川のBOD負荷 - 町内各支川との比較および公共下水道整備との関係 東郷町ホームページ <http://www.town.togo.aichi.jp>（2006）
- 4．久馬一剛・祖田 修：農業と環境、2章 水資源と水環境、p.73-147 富民協会、東京、（1995）
- 5．植物栄養・土壌肥料学大辞典編集委員会編：植物栄養・土壌肥料学大辞典、リン酸固定、p.516 - 517 養賢堂、東京、（1976）
- 6．井上恵子・庄籠徹也：福岡県における農業用水の水質、土肥誌、62、577 - 584（1991）
- 7．垣原登志子・藤原正幸・福島忠雄：生活排水が流入する農業用水路の水質特性、用水と廃水、47、223 - 229（2005）
- 8．矢橋 毅・古川溶介・渡辺孝雄・大森英昭・井上義夫：生活排水の水質特性の解析と処理水における水質変化、水環境学会誌、23、584 - 589（2000）