

農業地域河川からの栄養塩流出

豊橋技術科学大学 正会員 ○山田 俊郎

同上 西村 唯

同上 寺境 則繁

1. はじめに

内湾や湖沼など閉鎖性水域における富栄養化現象は水域環境に対して深刻な問題を引き起こすが、ノンポイント汚染源の農業地域から流出する窒素やリンが富栄養化に大きく寄与しているとされる。東三河地域の農業地域からの栄養塩流出の実態を把握することを目的として、農地流域河川を対象として降雨時を含めた調査を行った。

2. 調査方法

本研究では愛知県豊橋市を流れる2級河川である浜田川と梅田川を対象河川とした。表1に調査河川の概要を示す。2002年7月9日から2003年7月23日にかけて2週間に1回程度で採水および流量測定を行った。（定期調査）さらに、2002年9月17日に0.5時間～6時間間隔の水質調査（降雨時集中調査）を行った。

表1 調査対象河川概要

		梅田川	浜田川	浜田川支流	
流域面積	km ²	56.2	20.4	0.39	
晴天時流量	m ³ /s	2.20	1.00	0.05	
晴天時比流量	m ³ /s/km ²	0.04	0.05	0.13	
土地利用	農地	%	62	85	98
	山林	%	12	2	0
	市街地	%	26	13	2

3. 調査結果と考察

図1に晴天時および降雨時の窒素成分の年間平均濃度を示す。ここで定期調査において日降雨量が0mmのデータを晴天時とし、降雨時調査のデータを降雨時とした。調査対象河川において晴天時および降雨時の両方で窒素成分の大半が溶存態であり、またその溶存態の大部分を硝酸態窒素が占めていた。浜田川では晴天時の硝酸態窒素濃度（9.48mg/L）が降雨時の硝酸態窒素濃度（6.46mg/L）と比べて約1.5倍高く、降雨によって希釈される。アンモニア態窒素や亜硝酸態窒素は懸濁態窒素と同じく、降雨時に増加する傾向が見られた。

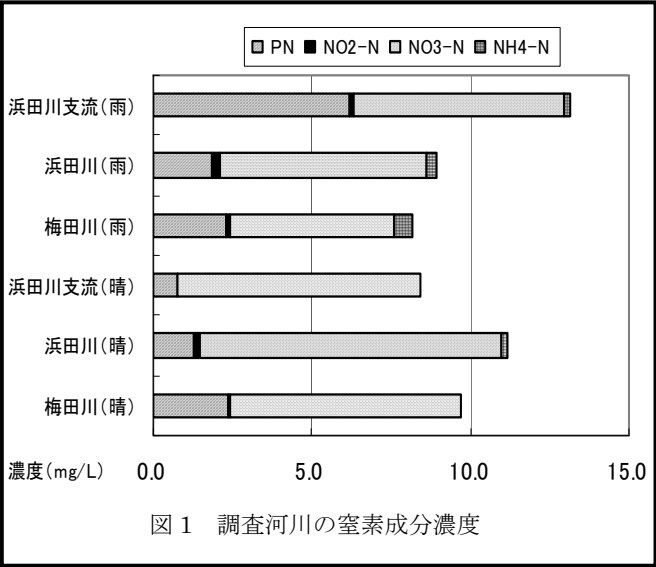


図1 調査河川の窒素成分濃度

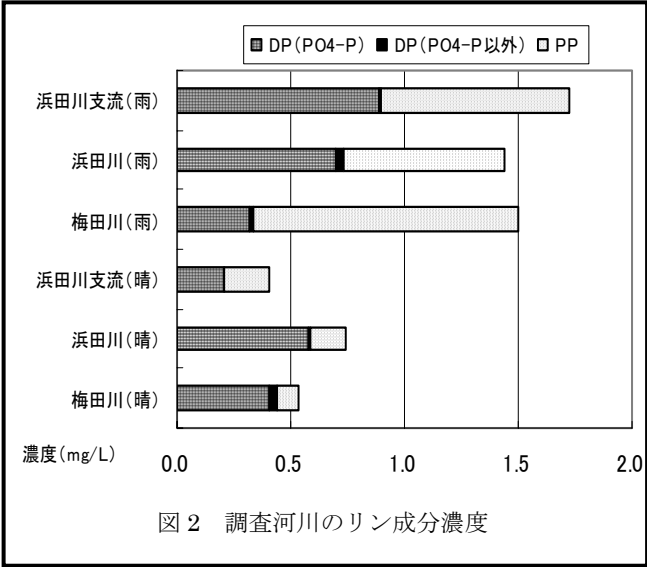


図2 調査河川のリン成分濃度

キーワード 栄養塩，窒素，リン，農地流出，

連絡先 〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町 1-1 豊橋技術科学大学建設工学系 TEL:0532-44-6863

図 2 に晴天時および降雨時のリン濃度を示す。晴天時の全リン濃度は 0.5mg/L 程度であり豊川中流の 0.2mg/L) と比較すると 2 倍程度高い。晴天時の調査河川水中のリンは主に溶存態として存在しており、その主要な部分はリン酸態リンである。また、晴天時よりも降雨時に溶存態リンが増える傾向が見られ、その大半はリン酸態リンであった。降雨時の懸濁態リン濃度は晴天時の 7 倍程度となり、降雨時全リン濃度は晴天時の 2～4 倍程度となった。晴天時のリンの濃度や構成の季節的な変化は見られなかった。

水質成分負荷の流出は流量の変化に対応しており、次式より各水質成分について係数 n 、 C および $\log Q$ と $\log L$ の相関係数 R を求めた。

$$L=C\times Q^n \cdots (1)$$

ここで、 L は比流出負荷量(kg/km²/day)、 Q は比流量(m³/km²/day)を示す。 L は n が 1 以上である時洗い出し型、 n が 1 前後である濃度一定型、 n が 1 以下である希釈型の 3 通りの流出タイプに分類できる¹⁾。

農地が流域の中心である浜田川支流の各水質成分について式 1 より求めた係数及び相関係数を表 2 に示す。その結果、浜田川支流の硝酸態窒素の n 値は 0.7 と希釈型であった。またアンモニア態窒素や亜硝酸態窒素、懸濁態窒素は n 値が 1 以上と洗い出しの傾向が見られた。懸濁態リン、溶存態リンはともに洗い出し傾向にあり、特に懸濁態リンの流出特性は n 値が 2 程度と洗い出しが強い。

河川水中の懸濁態リンは降雨時、高濃度となりその流出特性は強い洗い出しであるため、懸濁態リン流出は降雨により大きく影響を受ける。降雨時、懸濁態リン濃度のピークの出現タイミングは SS 濃度のものとほぼ一致するが、ピーク強度は異なる。そこで降雨開始直後からの浜田川支流の懸濁態リンと SS の比の時系列変化を図 3 に示す。懸濁物中のリンの割合は最高で 2.0%、平均 1.0%と懸濁物中のリン含有量が高い。懸濁物中のリンの割合は降雨直後の 1%程度から 0.2～0.3%へ徐々に低下する傾向が見られた。すなわち降雨初期にリンを多く含んだ懸濁物が流出し、降雨が進行するに従い、リン含量の少ない懸濁物が流出している。また、降雨中に懸濁態リンの割合が急激に高くなった。このピークが現れるのは懸濁物質（SS や懸濁態リン）の濃度がピークとなる前の時間であり、多量の懸濁物流出に先立ってリン含量の多い懸濁物が流出している。このことから容易に輸送される、すなわち粒径の細かい懸濁物質にリンが多く含まれていると考えられる。また降雨強度が最大のときにその比が最も高いことから、河道堆積物の洗い出しよりも流域の農地土壌からの表面流出によるものと考えられる。

4. まとめ

農地河川水には高濃度で栄養塩が含まれており、窒素の濃度およびその組成は晴天時と降雨時で異なり、降雨中は懸濁態、降雨後は硝酸態窒素がそれぞれ窒素負荷の中心となる。リンは、晴天時溶存態が中心であるが降雨時は懸濁態リンが中心であり、懸濁態リン濃度の変化が全リン濃度を左右することがわかった。

なお、本研究の一部は河川整備基金（平成 14 年度）の助成を受けて行った。

参考文献

1) 山田俊郎、大江史恵、清水達雄、橘治国（1998）：森林集水域からの栄養塩負荷流出とその特性に関する比較研究、土木学会環境工学研究論文集、35、85-93

表 2 浜田川支流の水質成分負荷特性

	n	c	R		n	c	R
TN	1.0	0.01	0.85	NH ₄ ⁺ -N	1.3	3×10 ⁻⁵	0.75
PN	1.7	2×10 ⁻⁶	0.81	TP	1.7	2×10 ⁻⁶	0.75
DN	0.7	0.09	0.84	PP	2.0	6×10 ⁻⁸	0.70
NO ₂ ⁻ -N	1.2	2×10 ⁻⁵	0.69	DP	1.5	5×10 ⁻⁶	0.77
NO ₃ ⁻ -N	0.7	0.07	0.82	PO ₄ -P	1.4	1×10 ⁻⁵	0.69

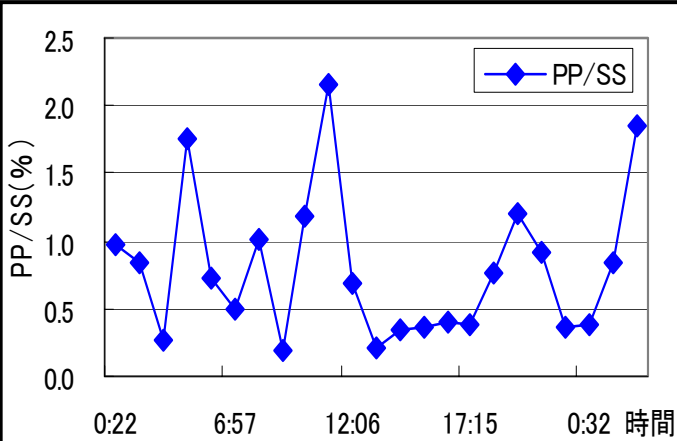


図 3 降雨期間の SS 中の懸濁態リンの変化