

蜜柑園内河川における連続抽出分画法を用いた懸濁態リンの流出特性の評価

豊橋技術科学大学大学院 学生会員 金子悠司
 豊橋技術科学大学 正会員 井上隆信
 豊橋技術科学大学 正会員 対馬孝治

1. 背景・目的

現在、生活排水や工業排水などの特定汚染源に加えて、農地等の非特定汚染源からの流出により、閉鎖性水域中の栄養塩濃度が高まる富栄養化現象が起こり、悪臭などの水質障害や水中の生物の死滅などの問題となっている。富栄養化を抑制するためにはリンの制御が重要であるが、森林、農耕地、都市域などの流出場所の特定できない面源からのリン、窒素の流出負荷については未だ明らかにされていない。また、最近の研究結果から降雨時のリン、特に懸濁態リンの流出負荷が非常に多いことが確認されており、懸濁態リンが環境負荷に大きな影響を与えていることが明らかにされつつある。

そこで本研究では、面源の1つとされる蜜柑園から流出する懸濁態リンを8つの形態に分画し、懸濁態リンの流出特性について検証する。

2. 調査方法

調査地点には、猪鼻湖の流入河川から、流域に柑橘園が広く分布する懐山川のFu地点、さらにその上流の森林中にFM地点を選出した。過去の平成17年7月26日から平成18年10月26日までの懸濁物質(SS)濃度の低いサンプルを2つ選出し、それを平水時、平水時とし、平成19年10月8日の降雨時に採水したサンプルの中で降り始めの10時に採水したものをR-3、10時30分に採水したものをR-4、11時30分に採水したものをR-6、12時30分に採水したものをR-8とした。また、サンプルごとにSS濃度も測定した。図-1に流量とSS濃度を示す。

採水したサンプルはろ過してSSを捕集し、NH₄Cl、BD(NaHCO₃とNa₂SO₄の混合)、NaOH、HClの4つの溶媒に順に触れさせ、溶媒ごとにリンを抽出し、最後に残渣を過硫酸カリウム分解した。4つの溶媒により抽出されたリンは、過硫酸カリウム分解をせずにリン酸態リンとして定量されたもの(SRP)、過硫酸カリウム分解によりリン酸態リンに分解・定量されたもの(NRP)とでさらに2種類に分類した。そのため、

本研究では懸濁態リンを8形態に分画したことになる。8つの形態はNH₄Cl-SRPを離脱しやすい吸着リン、NH₄Cl-NRPを離脱しにくい吸着リン、BD-SRPをFe、Mn結合無機態リン、NaOH-SRPを塩基可溶性無機態リン、NaOH-NRPを有機態リン、HCl-SRPをCa結合無機態リン、HCl-NRPを難分解性有機態リン、残渣を過硫酸カリウム分解したものを抽出不可能なリンとした。

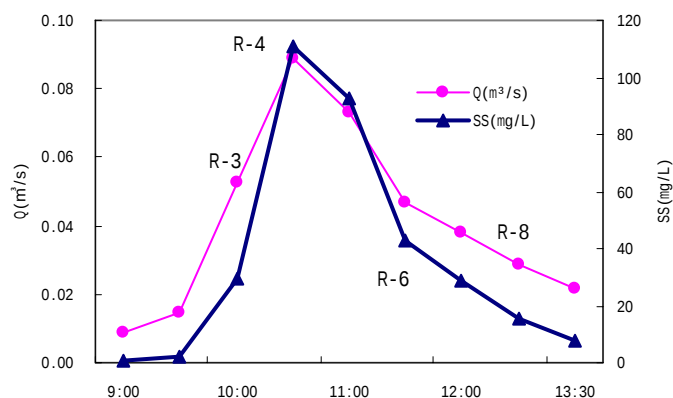


図-1 流量とSS濃度の変化

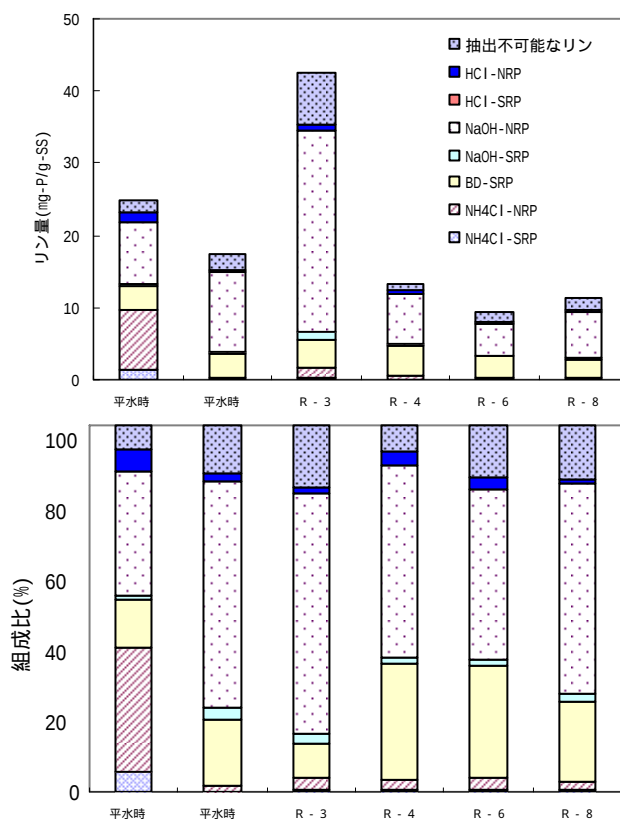


図-2 PPの組成比とSS当たり形態別リン

3. 結果・考察

3.1 Fu 地点の分画結果

Fu 地点の懸濁態リン (PP) の組成比と SS 当たり形態別リン量を図-2 に示す。Fu 地点では、NaOH-NRP の割合が最も高く、懸濁態リン全量の 50% 近くを占めている。次いで高いのは R-3 を除いては BD-SRP であり、30% 近くを占めている。平水時は NH₄Cl-NRP の割合が高く、R-3 は抽出不可能なリンが NaOH-NRP の割合に次ぐ結果となった。NH₄Cl-SRP、NH₄Cl-NRP、HCl-NRP は平水時 が占める割合が高くなったが、その他のサンプルはほぼ同じ比率であった。

3.2 懸濁態リン (PP)

図-3 に SS 濃度と SS 当たり懸濁態リン量の関係を示す。降雨時は SS の増減に関係なく降り始めである R-3 で SS 当たり懸濁態リン量が最も高く、その後 R-4 で平水時の値を下回りさらに R-6 で減少する。それから R-8 では若干増加するという傾向が見られた。

3.3 土壌の分画結果

図-4 に土壌の PP 組成比と乾燥質量 1 g 当たりの形態別リン量を示す。組成比を見ると Fu 土壌に対し、FM 土壌は NH₄Cl-SRP はほとんど含まれていない。しかし逆に、BD-SRP 及び HCl-NRP は FM 土壌のほうが割合が高いことがわかった。形態別リン量を見ると、Fu 土壌は 1 g 当たりリン量が FM 土壌の 1.5 倍近くあり、存在しているリン量に違いがあることがわかった。この違いは蜜柑畑の施肥によるものであると考えられる。

3.4 懸濁態リンと土壌中のリンの比較

図-2 と図-4 の組成比を比較すると降り始めである R-3 の NaOH-NRP 量が非常に多く含まれていることがわかる。これは土壌の懸濁態リンの比率が高くないことから、降雨により流量が増し、川底の NaOH-NRP を多く含んでいる藻類が剥離されることが、あるいは降雨によって水位が上昇することにより、川岸に付着している懸濁物が流され、その懸濁物の成分の中に多く NaOH-NRP が含まれていたことで、河川水中の懸濁物の成分の中に NaOH-NRP が多く検出されたと考えられる。さらに、R-3 で急増した SS 当たりの NaOH-NRP が R-4 では激少していることから、検出された NaOH-NRP は雨の降り始めで一気に流されてしま

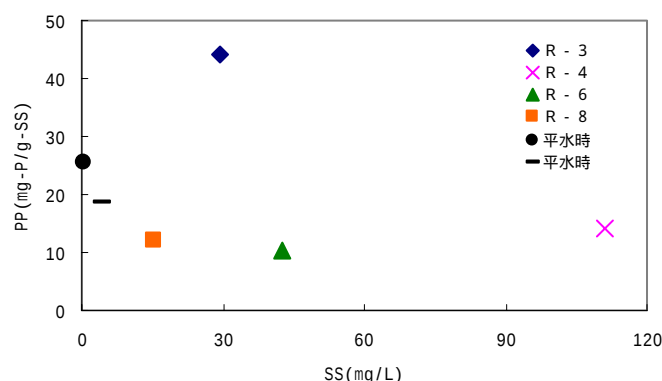


図-3 SS 濃度と SS 当たり懸濁態リン量の関係

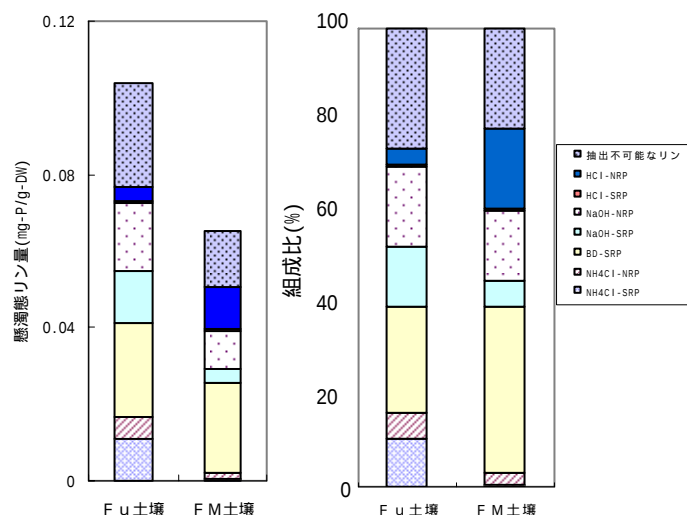


図-4 土壌の PP 組成比と 1 g 当たり形態別リン量

うことがわかった。Fu 土壌、FM 土壌共に BD-SRP の割合が高いことと、図-2 の PP の組成比では、R-4 の BD-SRP の割合が R-3 に比べ急増していることから降雨により、流域土壌が河川へ流出したと考えられる。

4. 結論

- 1) Fu 地点では降雨時には、SS 濃度の増減に関係なく、SS 当たりリン量は降り始めが最も高い値となり、その後急激に減少し、平水時の値を下回り、さらに時間が経過すると徐々に上昇していく傾向があることがわかった。
- 2) 土壌のリンの分析結果から蜜柑園内土壌では施肥により、1 g 当たりリン量が森林土壌に対し 1.5 倍近く含まれている。降雨により、有機態リンを多く含む藻類などが流され、河川水中の懸濁物の成分の中に有機態リンが多く検出されたと考えられる。また、検出された有機態リンは雨の降り始めで一気に流されてしまい、その後は流域土壌が河川へ流出したと考えられる。