

現場分析法を用いるリン酸イオン濃度の経時変化について

長谷川 裕弥

Temporal trend of phosphate ion in river water sample
based on field determination

Yuya HASEGAWA

キーワード：現場分析法，リン酸イオン，保存性，経時変化

リン酸イオンは、無機態窒素と同様に富栄養化の直接原因となる。本県においても富士五湖の水質調査を行い、栄養塩類(窒素、リン等)の濃度監視を行っている。一方で環境水中のリン酸イオンは、試料を保存する間に保存容器の内壁に吸着したり、プランクトンの分解により正確なリン酸イオン濃度を測定できていない可能性がある。JIS K 0102 (2008)では、リン化合物(リン酸、ポリリン酸等)は変化しやすいため試験は試料採取後直ちに行い、直ちに行えない場合は短い日数であれば0~10℃の暗所に保存し、できるだけ早く試験するとの記述がある¹⁾。これはリン化合物がプランクトンの活動に影響を受けやすいことを示唆している。

そこで本研究では、還元剤の存在下でリン酸イオンをモリブデン酸塩と反応させて得たモリブデン青発色溶液をRGB発光ダイオードを光源とした自作の小型比色計で吸光度を測定する現場分析法を用いて、河川水採取直後のリン酸イオン濃度を測定し、河川水を異なる条件で保存した時のリン酸イオン濃度の経時変化について調査した。また、荒川、相川河川水中の全リン濃度の経時変化について合わせて調査した。

実験方法

1. 分析操作

リン酸イオンの定量は、試料水をガラス瓶に採り、水を加えて一定液量にした。硫酸、モリブデン酸アンモニウム溶液、ビスマス(III)溶液、アミド硫酸アンモニウム溶液、アスコルビン酸溶液を加え、10分間反応させモリブデン青を生成させた²⁾。モリブデン青発色溶液の吸光度を自作の小型比色計³⁾(R光 630 nm、バンド幅25 nm)で測定した(図1)。全リンの測定は、JIS K 0102 (2008)に準拠して測定した。

リン酸イオン、全リン濃度の経時変化を検討する際は、試

料採取直後を0時間とし、3時間、6時間、24時間、3日、7日後毎に測定した。

2. 試料

山梨県内を流れる荒川、相川、釜無川、濁川において表層水各0.25 Lをポリエチレン製容器に採取した。荒川は陣場橋で2010年8月5日、相川は相川一之橋で2010年12月15日と2011年1月26日、釜無川は浅原橋で2010年12月17日、濁川は下曾根橋で2011年5月17日に採取した。一部の試料は、採取現場で0.45 μmメンブレンフィルターでろ過してから保存した。河川水試料は、5℃の冷暗所(冷蔵庫)で保存した。濁川河川水は、5℃の冷暗所とは別に、温度を20℃にコントロールできる恒温槽を用いて蛍光灯を照射して保存した(照度4300 lux)。



図1 小型比色計による吸光度の測定

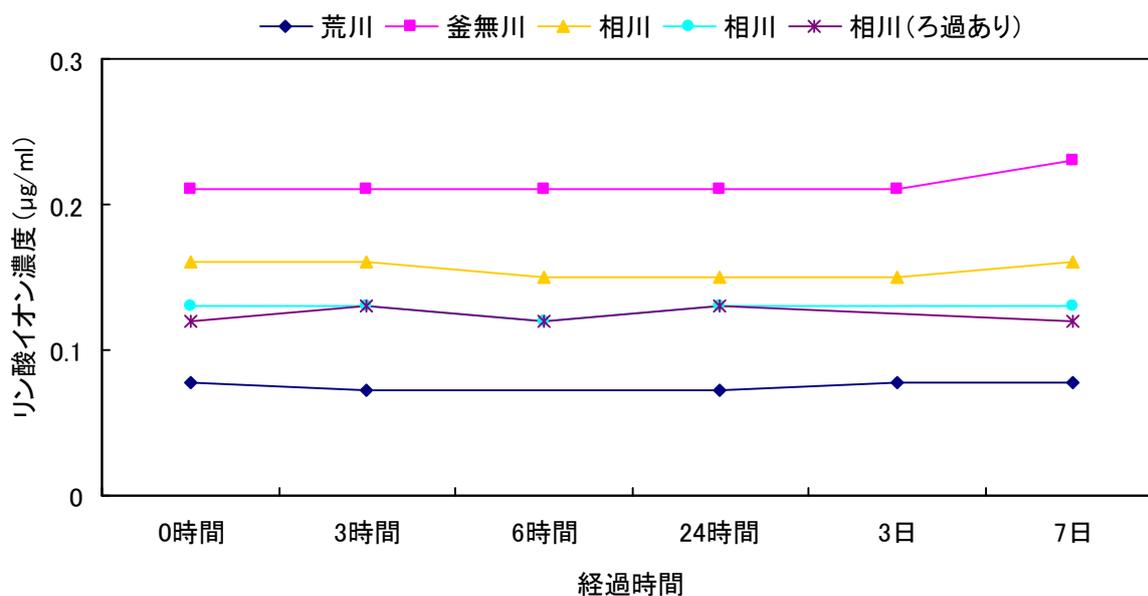


図 2 リン酸イオン濃度の経時変化 (5℃の冷暗所で保存)

表1 全リン濃度の経時変化 (荒川河川水, n=3、相川河川水, n=2)

試料	ろ過	全リン(µg/ml)					
		0時間	3時間	6時間	24時間	3日	7日
荒川河川水	なし	0.086 ^{a)}	0.093	—	0.083	0.085	0.085
相川河川水	なし	0.16 ^{a)}	—	—	0.16	—	0.16
相川河川水	あり	0.13 ^{a)}	—	—	0.13	—	0.13

a) 試料採取後、速やかに研究所に持ち帰り分析

結果及び考察

山梨県内を流れる荒川、相川、釜無川、濁川の表層水をポリエチレン製容器に採取した。河川水中のリン酸イオンをモリブデン青として生成させ、持ち運びが可能な小型比色計で発色溶液の吸光度を測定し、試料採取現場で正確なリン酸イオン濃度を測定した。採取した河川水試料は、JIS K 0102の試料の保存処理に従って5℃の冷暗所で保存し、その時のリン酸イオン濃度の経時変化について調査した。5℃の冷暗所で保存したすべての河川水試料でリン酸イオン濃度は、7日経過してもほとんど変化しなかった(図2)。また、荒川、相川河川水を採取直後に速やかに研究所に持ち帰り全リンを測定し、全リン濃度の経時変化を調査した結果、7日経過しても全リン濃度はほとんど変化しなかった(表1)。従って、河川水中のリン酸イオン、全リンを測定する際は、

JIS K 0102の保存処理(5℃の冷暗所)に基づいて保存することで少なくとも7日間は、ほぼ正確な濃度を測定できることが分かった。

次にリン酸イオンがプランクトンに取り込まれることにより、保存試料中の濃度が変化するか調査した。濁川河川水は、BOD環境基準値達成率が最も低く有機物の多い河川の一つである。従って、プランクトンが豊富にいると考えられる。濁川河川水では、プランクトンが活動しやすいように河川水試料を20℃の常温で蛍光灯を照射して保存し(照度4300 lux)、リン酸イオン濃度の経時変化について検討した。その結果、リン酸イオン濃度は3日後に0.090 µg/ml減少し、7日後には0.15 µg/ml減少した(図3)。また、濁川河川水を0.45 µmフィルターでろ過して、溶存態リン酸イオン濃度の経時変化も調査した。その結果、溶存態リン酸イオン濃度は3日後

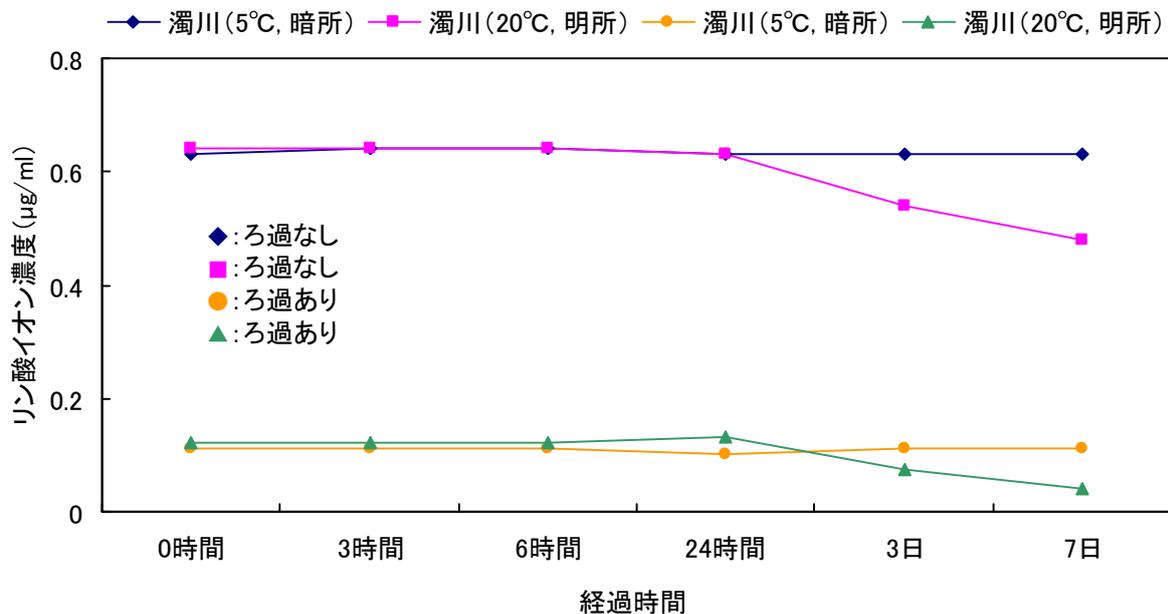


図3 異なる保存条件によるリン酸イオン濃度の経時変化

に0.047 µg/ml、7日後に0.080 µg/ml減少した(図3)。以上のように20°Cの常温で蛍光灯を照射して保存するとプランクトンの活動が活発になり、リン酸イオンが消費されて濃度が減少したと考えられ、試料の保存処理の有効性が確かめられた。

まとめ

- 1) 河川水をポリエチレン製容器に採取し、5°Cの冷暗所で保存することで、少なくとも7日間はリン酸イオン、全リン濃度が安定していることがわかった。
- 2) 濁川河川水を20°Cの常温で、蛍光灯を照射して保存した場合、プランクトンがリン酸イオンを消費することで懸濁態リン酸イオン、溶存態リン酸イオン濃度は、3日後から減少しはじめた。

参考文献

- 1) JIS K 0102, 工場排水試験方法, 175-184 (2008).
- 2) 小林寛和, 中村栄子: ビスマス(III)イオン共存下のアスコルビン酸還元によるリンモリブデン青形成に基づくリンの吸光光度定量. 分析化学(*Bunseki Kagaku*), **56**, 561-566 (2007).
- 3) Y. Suzuki: A Simple and Portable Colorimeter Using a Red-Green-Blue Light-Emitting Diode and Its Application to the On-Site Determination of Nitrite and Iron in River-water. *Anal.Sci.*, **20**, 975-977 (2004).