

# 還元型無機リン酸の 選択的酸化方法及び測定方法

高知大学

教育研究部自然科学系農学部門

准教授 山口 晴生

2022年8月30日

## 今回の新技術についての紹介概要

### 1. 新技術が生まれた経緯

### 2. 新技術の特徴

従来技術の問題点は何か？ それを克服しての優位性は？

### 3. 今後の展望

- ・想定される用途、実用化に向けた課題
- ・企業への期待

### 4. その他 知的財産権、産学連携の経歴、問い合わせ先

## リンとは

P

生命活動\*に不可欠! だが枯渇気味

\*DNA・細胞膜・エネルギー化合物の構成要素の一つ

14 海の豊かさを  
守ろう



- 水圏環境 リン負荷 ➡ 「富栄養化」「貧酸素化」「赤潮」!!
- 陸圏環境 肥料三大成分の一つ、農業生産を左右

分布・変動を捉えるべき重要環境指標の一つ

## これまでとこれからの常識

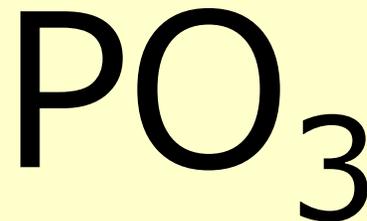
酸化型



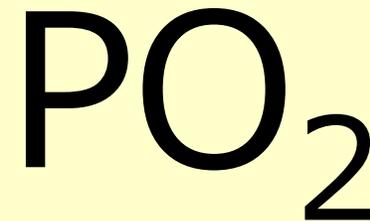
正リン酸

(あらゆる分野の一般常識)  
リンといえばコレ!

還元型



亜リン酸



次亜リン酸

(工業分野など)  
メッキ処理で大量に出てくる

# 還元型リンがリンの一角を占める!?

## 湖水に $\text{PO}_3/\text{PO}_2$ が

Pasek et al. (2012, PNAS)

Redox chemistry in the phosphorus biogeochemical cycle

湖水には…

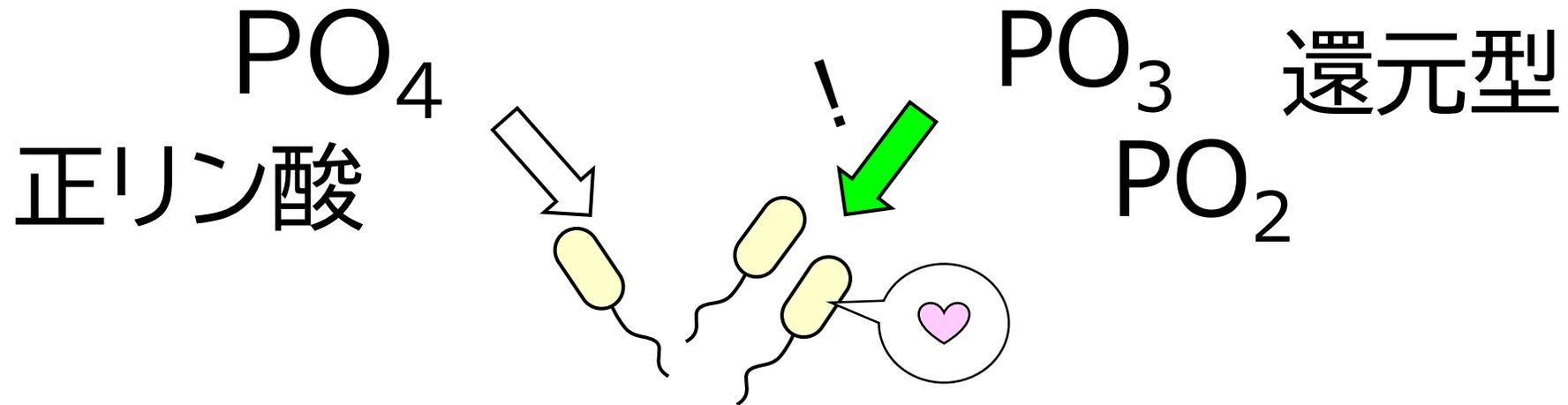
- $\text{PO}_2$ と $\text{PO}_3$ が溶存している
- しばしば $\text{PO}_4$ と同等量!!?

これまでの常識…

**「天然には還元型リンなど存在しない!」**

**従来の概念は転換しつつある**

## 亜リン酸あるいは次亜リン酸は微生物に利用される!?



...some bacteria have evolved mechanisms to metabolise reduced phosphorus compounds to acquire P. (Bisson et al. 2017, Nature Communications)

いくつかの細菌は還元型リンを利用できる代謝機能をもつ

これから求められること

水域における $PO_2/PO_3$ 濃度・分布  
微生物による $PO_2/PO_3$ 利用

## 農業分野：亜リン酸は病害発生を抑制する!?

農業系の一般雑誌「タキイ最前線」より

### ・病害発生を防ぐ亜リン酸肥料

～栽培現場における亜リン酸肥料の効果～ 草刈真一（2011）

大阪府環境農林  
水産総合研究所

### ・新しい機能性肥料 亜リン酸への期待

～作物体の分析を通じて分かった亜リン酸の動態とその肥料効果～ 佐藤毅（2011）

大塚アグリテクノ  
株式会社

### ・鳥取県西部におけるネギ「ホワイトタイガー」の 亜リン酸肥料を活用した夏越し対策

佐古勇（2012）

鳥取県  
農林総合研究所

## これからの農業において亜リン酸は重要!!?

## 農業分野：亜リン酸は病害発生を抑制する!?

亜リン酸粒状肥料による曲がりネギ発生抑制効果

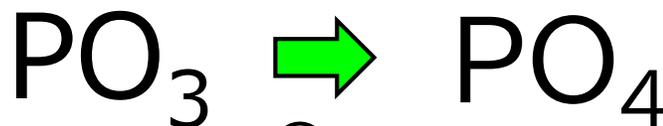


↑ 亜リン酸粒状肥料施用区(左)、慣行施肥区(右)。

佐古勇 (2012, タキイ最前線夏号)

## 重要な指摘 佐藤毅 (2011)

植物は直接亜リン酸を吸収できないといわれています。亜リン酸は土壌中で微生物などによって分解され、リン酸肥料 (正リン酸) として植物に利用される...

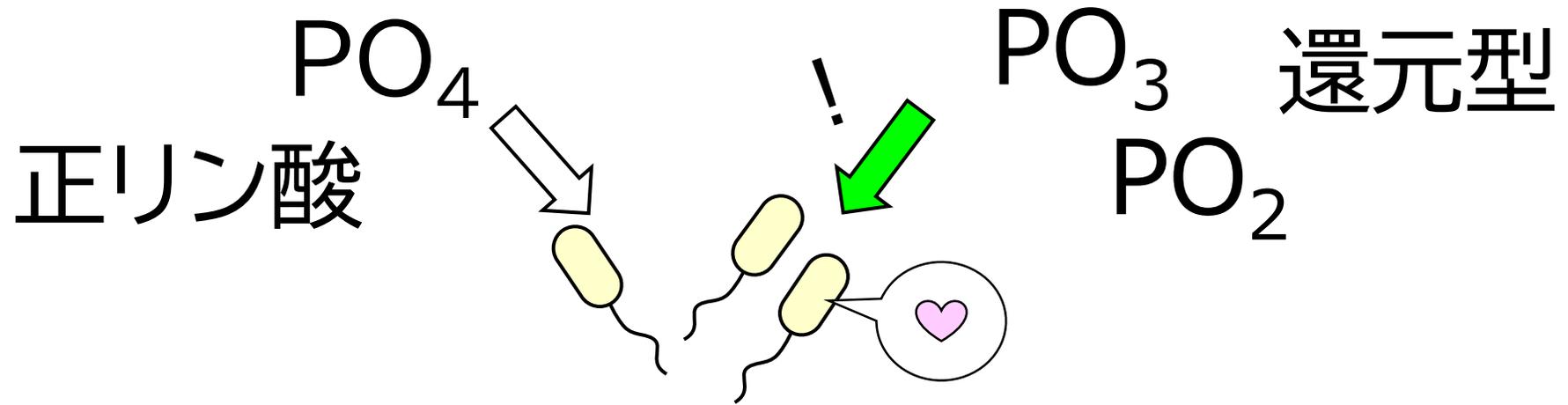


どんな微生物が  
亜リン酸を酸化?

これから求められること

微生物による $\text{PO}_3$ 利用,  
それに伴う $\text{PO}_3/\text{PO}_4$ の濃度変動

## 近年得られた知見を踏まえてのニーズ



1. 水圏において還元型リンが分布している! 変動している!?
2. 農業では還元型リンが効く!!? 変動している!!?

14 海の豊かさを  
守ろう



富栄養化のモニタリング(水質アセス)で $PO_2/PO_3$ 重要!  
農作物へ効用成分として $PO_2/PO_3$ 重要

## 今回の新技術についての紹介概要

1. 新技術が生まれた経緯 自然環境に還元型リンが!  
農作物の生育に効く!!?
2. 新技術の特徴  
従来技術の問題点は何か？ それを克服しての優位性は？
3. 今後の展望
  - ・想定される用途、実用化に向けた課題
  - ・企業への期待
4. その他 知的財産権、産学連携の経歴、問い合わせ先

## 新技術を創出：還元型リンを簡単に測定

酸化型

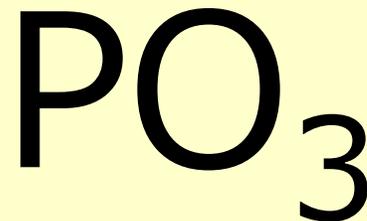


正リン酸

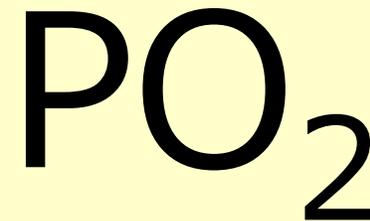
(あらゆる分野の一般常識)  
リンといえばコレ!

**簡単に測定可!**

還元型



亜リン酸



次亜リン酸

(工業) メッキ処理で大量に出てくる  
(水産・環境) 水圏から検出!  
(農業) 特に亜リン酸が生産性向上に効く!?

**従来法では簡単に測れない**

**還元型リンを簡単に、特異的に測れる技術が重要!**

## どうすれば測れる？

一般的なリン酸測定法

$PO_4$   ~~$PO_3$~~   ~~$PO_2$~~  有機リン  
**正リン酸のみ測定可**

一般的な全リン測定法

$PO_4$   $PO_3$   $PO_2$  有機リン  
**なにもかもひっくるめて!**  
 **$PO_{2+3}$ を他と区別できない**

**現在の一般普及技術では測れない!**

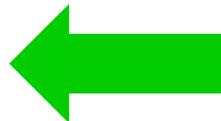
## 新技術の特徴

酸化型

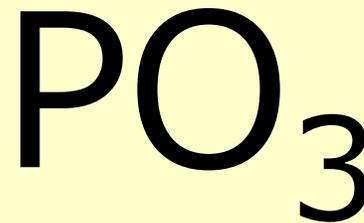


正リン酸

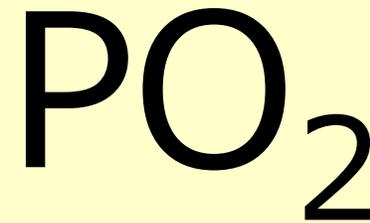
特異  
酸化



還元型



亜リン酸



次亜リン酸

広く活用されている普及技術の一部改良

$\text{PO}_{2+3}$ を特異的に酸化して $\text{PO}_4$ にできる!測れる!

ニーズ高まる「還元型リンの測定」を簡単に行える!!

## 従来技術の問題点

クリアすべき  
要件

理想技術

従来技術

加マトグラフィー

酸化法

ハード

一般

特殊

一般的～特殊

操作性

簡単

煩雑

簡単～煩雑

感度

高い

高い

まちまち

適用範囲

広い

限定

広い

特異性

あり

あり

担保なし

## 従来技術 vs 新技術

クリアすべき  
要件

**新技術**  
ほぼ理想形

従来技術  
加マトグラフィー

酸化法

ハード  
操作性  
感度  
適用範囲  
特異性  
波及性

**一般**  
**極めて簡単**  
**高い**  
**広い**  
**あり**  
**高い!!!**  
普及技術の改良

特殊  
煩雑  
高い  
限定  
あり  
低い

一般的～特殊  
簡単～煩雑  
まちまち  
広い  
不明  
低い

## 従来技術 vs 新技術

世界中の人が“簡単に”  
還元型リンを測れる!!

クリアすべき  
要件

**新技術**  
ほぼ理想形

従来技術

カマトグラフィー

酸化法

ハード  
操作性  
感度  
適用範囲  
特異性  
波及性

**一般**  
**極めて簡単**  
**高い**  
**広い**  
**あり**  
**高い!!!**  
普及技術の改良

特殊  
煩雑  
高い  
限定  
あり  
低い

一般的～特殊  
簡単～煩雑  
まちまち  
広い  
不明  
低い

## 今回の新技術についての紹介概要

1. 新技術が生まれた経緯 自然環境に還元型リンが!  
農作物の生育に効く!!?
2. 新技術の特徴  
従来技術の問題点は何か？ それを克服しての優位性は？
3. 今後の展望  
・想定される用途、実用化に向けた課題  
・企業への期待  
簡易性、波及性、  
特異性、コスト面  
で優位
4. その他 知的財産権、産学連携の経歴、問い合わせ先

これからのリン：還元型リンが重要

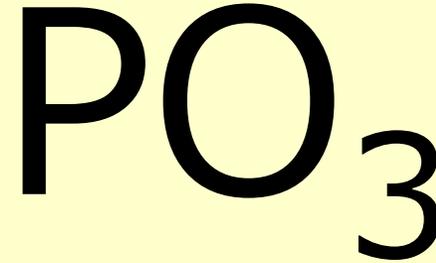
現在～これから

これまで

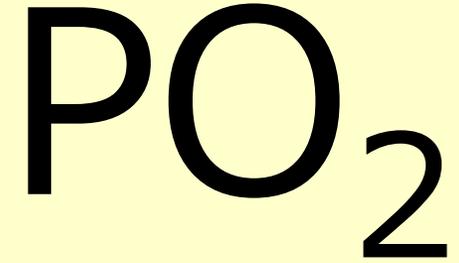


正リン酸

リンといえばコレ!



亜リン酸



次亜リン酸

あちこちに分布、かなり重要!?

新技術なら誰もが定量的に検出できる!!

## 展望

重要な元素「リン」の一角を $\text{PO}_{2+3}$ が占める!  
= 定量ニーズは確実に高まりつつある

- ・ 農業分野: 土壌における変動・残留性をみたい
- ・ 水質管理: 富栄養化の原因物質として測りたい
- ・ 各種研究: いろいろ知りたい(生物利用性など)

新しいニーズに応えることができる新技術

## 想定される用途

誰もが測れる! 測れるようにするために!

1. 研究・試験で使う

ノウハウ提供 → 野心的テーマへの挑戦

2. キット開発

$PO_{2+3+4}$ の網羅定量キット

3. 現行のリン酸測定機器への導入

普及技術の部分改良: 受け入れられやすい

## 実用化に向けての課題

### 1. 研究・試験で使う

どのようにして使いやすくするか, 改良余地は?

### 2. キット開発

どのようなキット構成にすべきか!?

### 3. 現行のリン酸測定機器への導入

どのようなモジュールを構成すべきか!?

ニーズの掘り起こしと, ニーズへの応えかたを詰める

## 企業への期待

いよいよ注目あつまる還元型リン

$PO_2$  次亜リン酸

$PO_3$  亜リン酸

- ・還元型リンの簡易定量手法
- ・計測を可能とする機器やソフトの開発

関心があれば**より詳しい情報**を提供さしあげたい  
(秘密保持契約を結んで)



さらに…

**特許ライセンスや共同研究の可能性について協議！**

## 今回の新技術についての紹介概要

### 1. 新技術が生まれた経緯

自然環境に還元型リンが!  
農作物の生育に効く!!?

### 2. 新技術の特徴

従来技術の問題点は何か？ 何が優れている？

### 3. 今後の展望

- ・想定される用途、実用化に向けた課題
- ・企業への期待

簡易性、波及性、  
特異性、コスト面  
で優位

### 4. その他

知的財産権、産学連携の経歴、問い合わせ先

種々の試験で使ってほしい  
そのためのキット化

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 還元型無機リン酸の選択的酸化方法  
及び測定方法
- 出願番号 : 特願2021-103797
- 出願人 : 高知大学
- 発明者 : 山口晴生、浦田真平

## 産学連携の経歴（山口晴生）

---

2016年-2021年

高知県海洋深層水研究所と共同研究実施

## 問い合わせ先

---

**高知大学 次世代地域創造センター  
地域イノベーション部門**

**知財担当 恒川 典之  
山下 奉海**

**TEL 088-844-8418**

**FAX 088-844-8556**

**e-mail [kt05@kochi-u.ac.jp](mailto:kt05@kochi-u.ac.jp)**