

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



- 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

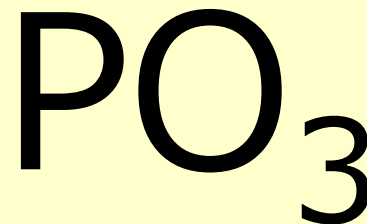
酸化型



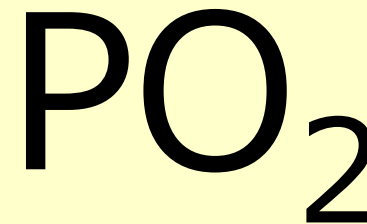
正リン酸

(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 PO_3/PO_2 が

Pasek et al. (2012, PNAS)

Redox chemistry in the phosphorus biogeochemical cycle

湖水には…

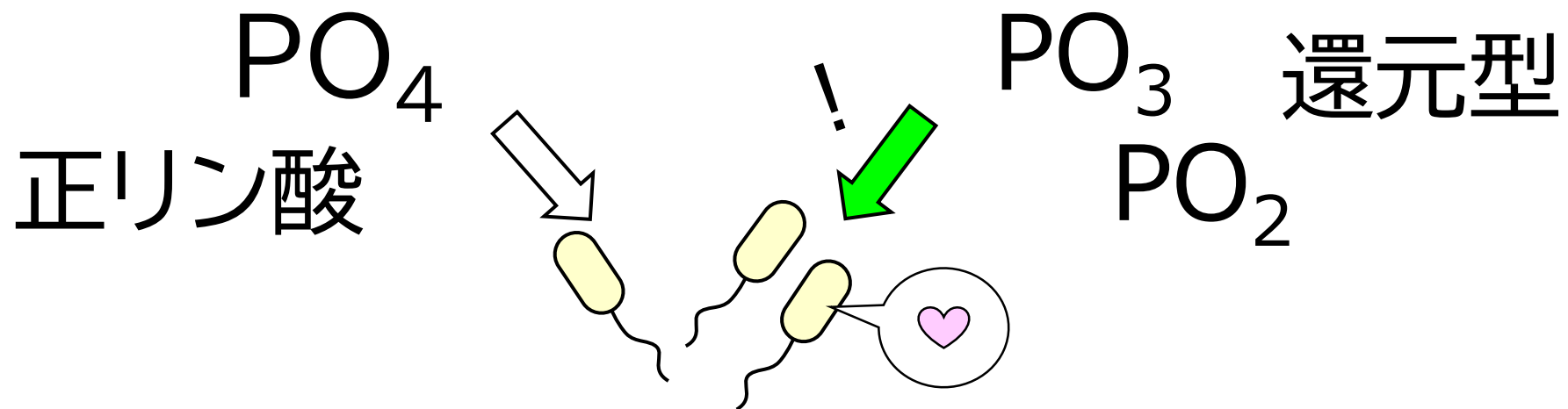
- PO_2 と PO_3 が溶存している
- しばしば PO_4 と同等量!!?

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

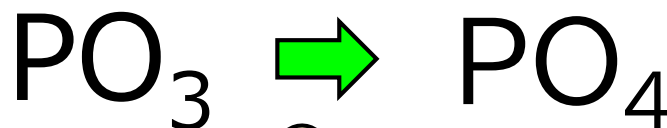


↑ 亜リン酸粒状肥料施用区(左)、慣行施肥区(右)。

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...

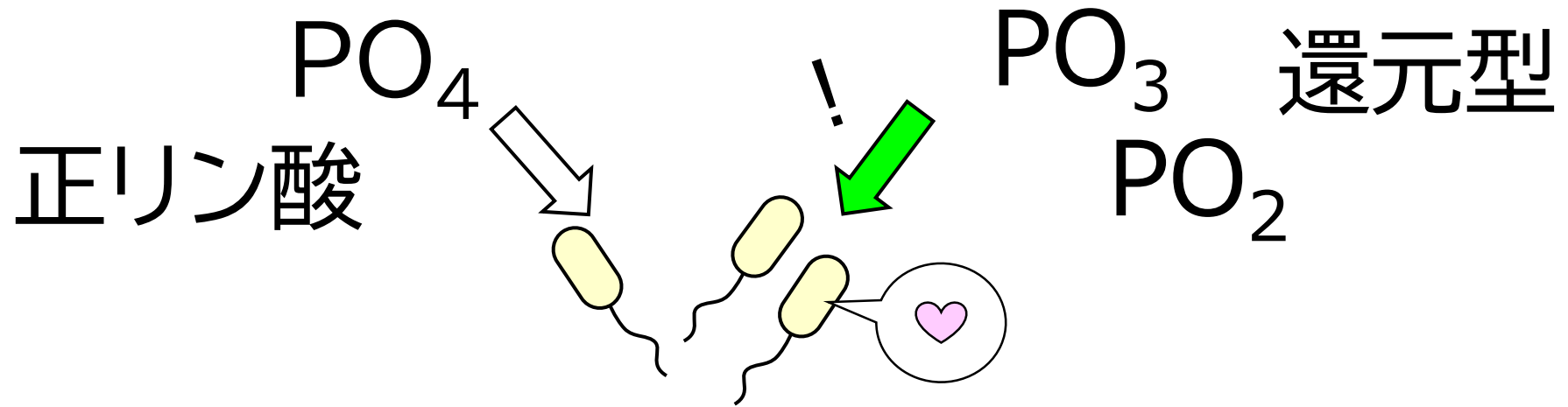


どんな微生物が
亜リン酸を酸化?

これから求められること

微生物による PO_3 利用,
それに伴う PO_3/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

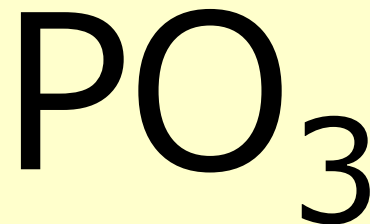


正リン酸

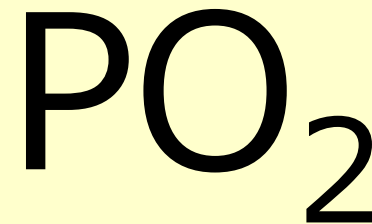
(あらゆる分野の一般常識)
リンといえばコレ!

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

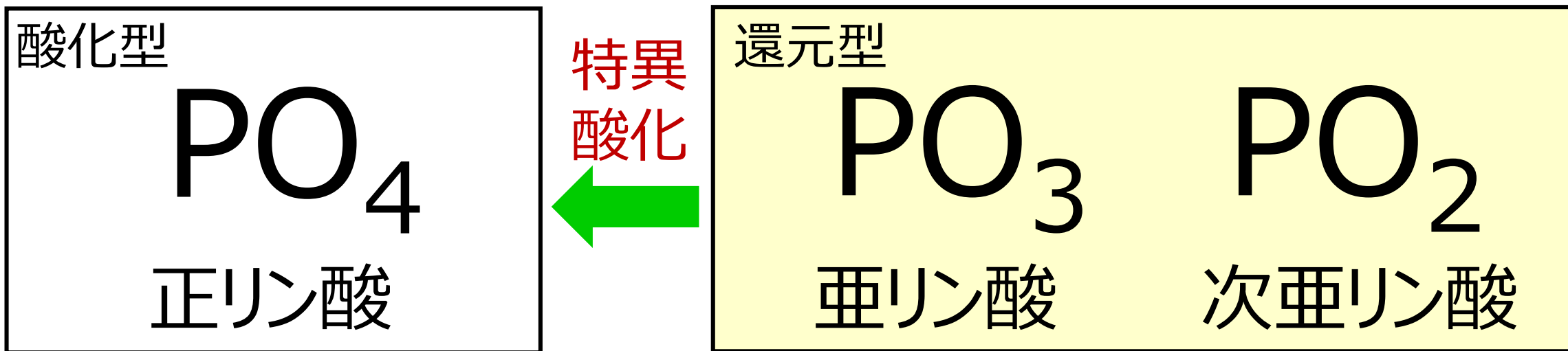
PO_4 ~~PO_3~~ ~~PO_2~~ 有機リン
正リン酸のみ測定可

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



広く活用されている普及技術の一部改良

PO_{2+3} を特異的に酸化して 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

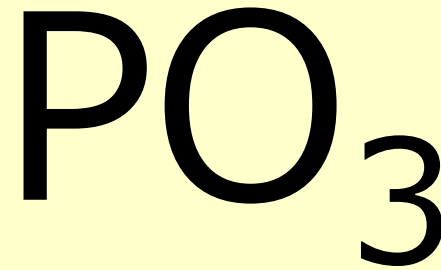
現在～これから

これまで

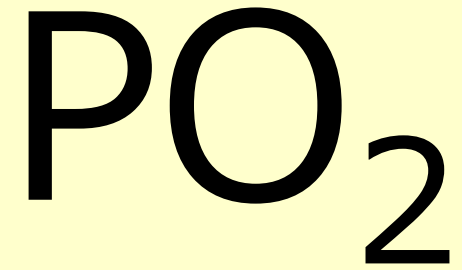


正リン酸

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 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

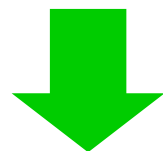
いよいよ注目あつまる還元型リン

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