

土づくりと施肥技術

リン酸肥料の作り方別特性とメーカーこぼれ話

2021.12.18

小野田化学工業株式会社 東北支店
渡邊 明 (土壤医)

「土づくり」とは

土壤肥沃度（地力）の維持向上のために、
実施される土壤の性質の改良行為

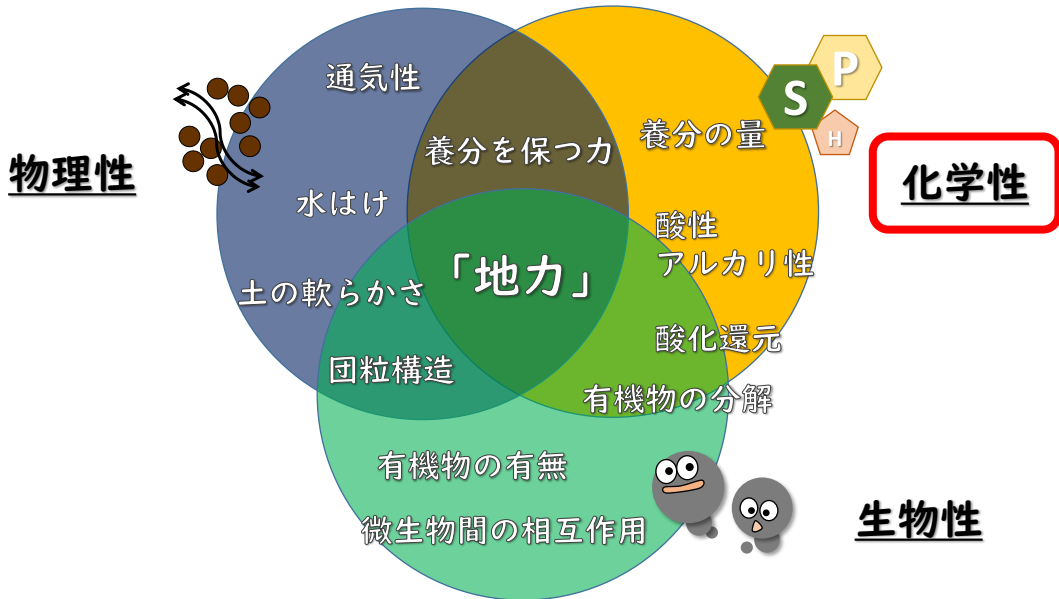
「農業技術辞典」抜粋



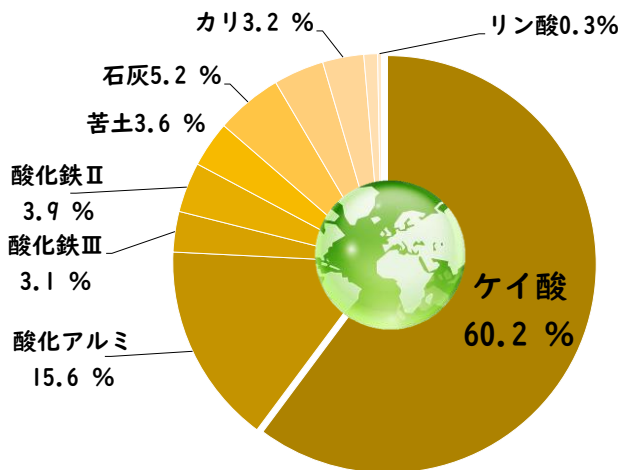
土に手を加えなければ、
人間の生活を支えるだけの作物は得られない。



三つの「土づくり」方法



地球規模の化学性



地殻の平均成分

地球の皮膚である地殻には、イネが好きなケイ酸の他、リン酸やカリ、石灰、苦土が含まれていますが・・・

- ①かたよって存在している。
- ②肥料としての効果がない。

リン鉱石の偏在性

リン鉱石の埋蔵量は偏っており、日本には埋蔵されていません。
海外の資源に頼りながら、リン酸の資源循環が肥料メーカーの課題なのです。



写真：「リン鉱石」

PHOSPHATE ROCK

World consumption of P₂O₅ contained in fertilizer and industrial uses was projected to increase to 49 million tons in 2024 from 47 million tons in 2020. Asia and South America are projected to be the leading regions of growth. U.S. consumption of contained P₂O₅ has remained steady at about 4 million tons per year over the past decade.

World Mine Production and Reserves: Reserves for Australia, Brazil, Israel, and Jordan were revised based on company or Government reports. Reserves for Egypt were revised based on information from an independent research organization.

	年間採掘量		経済埋蔵量 Reserves ⁴
	2019	2020 ^a	
United States	23,300	24,000	1,000,000
Algeria	1,300	1,300	2,200,000
Australia	2,700	2,700	⁵ 1,100,000
Brazil	4,700	5,500	1,600,000
China ⁶ 中国	95,000	90,000	3,200,000
Egypt	5,000	5,000	2,800,000
Finland	995	1,000	1,000,000
India	1,480	1,500	46,000
Israel	2,810	2,800	57,000
Jordan	9,220	9,200	800,000
Kazakhstan	1,500	1,500	260,000
Mexico	558	600	30,000
Morocco and Western Sahara モロッコ	35,500	37,000	50,000,000
Peru	4,000	4,000	210,000
Russia	13,100	13,000	600,000
Saudi Arabia	6,500	6,500	1,400,000
Senegal	3,420	3,500	50,000
South Africa 南アフリカ	2,100	2,100	1,400,000
Syria	2,000	360	1,800,000
Togo	800	800	30,000
Tunisia	4,110	4,000	100,000
Uzbekistan	900	900	100,000
Vietnam	4,650	4,700	30,000
Other countries	1,140	1,100	840,000
World total (rounded)	227,000	223,000	71,000,000

World Resources:⁴ Some world reserves were reported only in terms of ore tonnage and grade. Phosphate rock resources occur principally as sedimentary marine phosphorites. The largest sedimentary deposits are found in northern Africa, China, the Middle East, and the United States. Significant igneous occurrences are found in Brazil, Canada, Finland, Russia, and South Africa. Large phosphate resources have been identified on the continental shelves and on seamounts in the Atlantic Ocean and the Pacific Ocean. World resources of phosphate rock are more than 300 billion tons. There are no imminent shortages of phosphate rock.

Substitutes: There are no substitutes for phosphorus in agriculture.

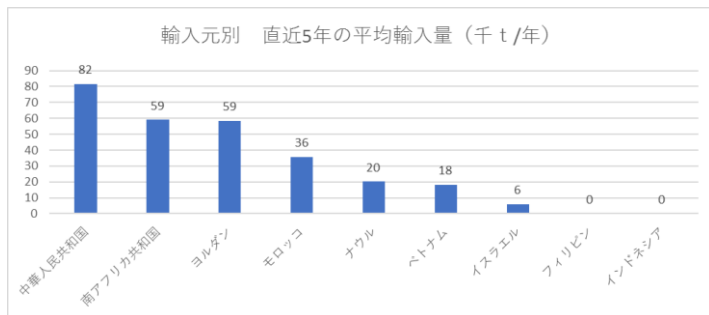
USGS (アメリカ地質調査所) 調べ 2021年度版

リン鉱石の偏在性 (日本)

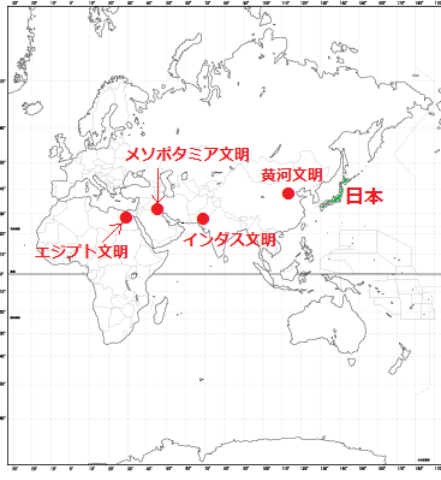
データが少し古いのですが、2016年度のリン鉱石輸入量は、24.4万tで、2016年の世界のリン鉱石採掘量2億6千万tの内、約0.1%のみ。

リン鉱石価格が高騰した2008年度を境に、リン鉱石の輸入量が大きく減少した。

2013～2017年の直近5年の国別輸入量は、中国、南ア、ヨルダン、モロッコ、ナウル、ベトナムの順。



四大文明を支えた土壌と農業



- 黄河文明 ⇒ 黄河
- メソポタミア文明 ⇒ チグリス・ユーフラテス川
- インダス文明 ⇒ インダス川
- エジプト文明 ⇒ ナイル川

河川（肥沃な土） ⇒ 農業 ⇒ 文明

「土づくり」の指針

目標をもって「土づくり」するためには、
今の土壌の状態を知らなければいけない。

一番最初にやることは、
「土壌診断」の一択！！



「土壌診断書」について (割愛)

分析項目	基準値	分析値	関連する肥料成分
p H	6.0~6.5		アルカリ分
C E C	20.0~		堆肥、腐植酸資材 * 保肥力、土の胃袋
E C	0.0~0.3		チッソ入り肥料
石灰 (mg/100g)			アルカリ分
苦土 (mg/100g)			苦土入り肥料
加里 (mg/100g)			加里入り肥料
有効態リン酸 (mg/100g)	20~30		リン酸入り肥料
硝酸態窒素 (mg/100g)	0.7~3.5		チッソ入り肥料
アンモニア態窒素 (mg/100g)	0.3~1.5		チッソ入り肥料
リン酸吸収係数			* リン酸肥料の効きやすさを数値化
腐植	3%以上		有機質肥料、堆肥、腐植酸資材
石灰苦土当量比	3~6		* 石灰と苦土のバランス
苦土加里当量比	2~4		* 苦土と加里のバランス
塩基飽和度	70~90		* CEC(土の胃袋)に占める石灰・苦土・加里
石灰飽和度	45~75		* CEC(土の胃袋)に占める石灰
苦土飽和度	10~25		* CEC(土の胃袋)に占める苦土
加里飽和度	3~6		* CEC(土の胃袋)に占める加里

「土壌診断」と施肥量

mg / 100g

← 土壌分析で使用される単位は
施肥量をイメージしにくい。



kg / 100トン

← 10a 当り、深さ15cmの土の重さは約100トン。

(黒ボク圃場の比重0.67)

**石灰、苦土、加里の場合、
肥料成分で10kgふれば10mg上がる。**

*リン酸は、もうひとつ検討する事があるので注意。

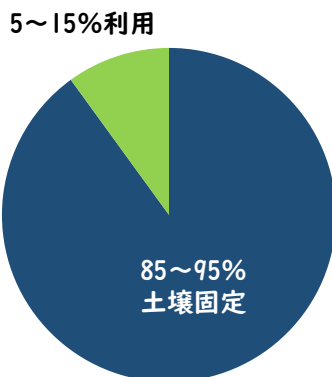
「リン酸の土壌固定」



土壌中のリン酸の形態

リン酸は溶出すると、土壌中の「鉄」や「アルミ」によって固定され、作物が吸収利用できなくなる。土壌がリン酸を固定する力を「リン酸吸収係数」という。

リン酸の利用率



土壌固定

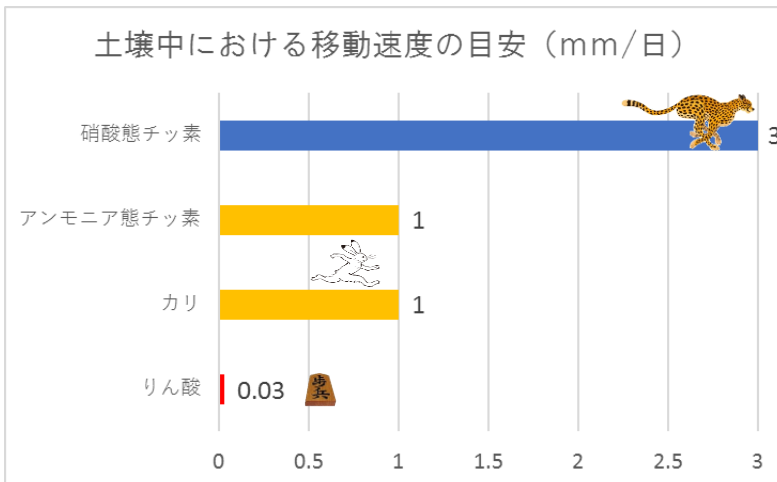
- ・アルミニウム型
- ・鉄型
- ・カルシウム型

施肥したリン酸成分の内、
作物が吸収利用できるのは、5~15%。

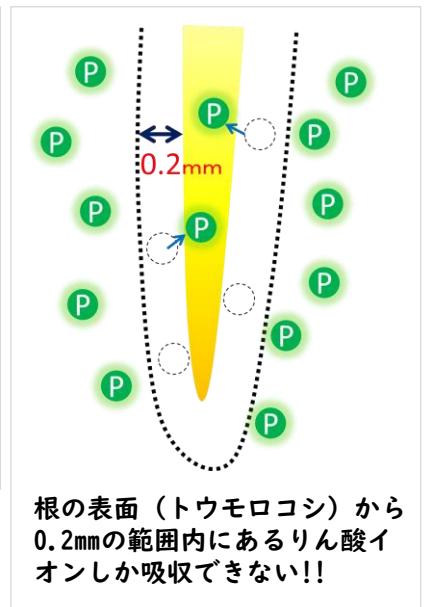
「リン酸吸収係数」

リン酸吸収係数	土壌診断の「有効態リン酸」 1mg上げるために必要な成分施肥量	主な土壌
2,000以上	12 kg/10a	腐植質火山灰土
2,000～1,500	8 kg/10a	火山灰土
1,500～700	6 kg/10a	洪積土
700以下	4 kg/10a	沖積土

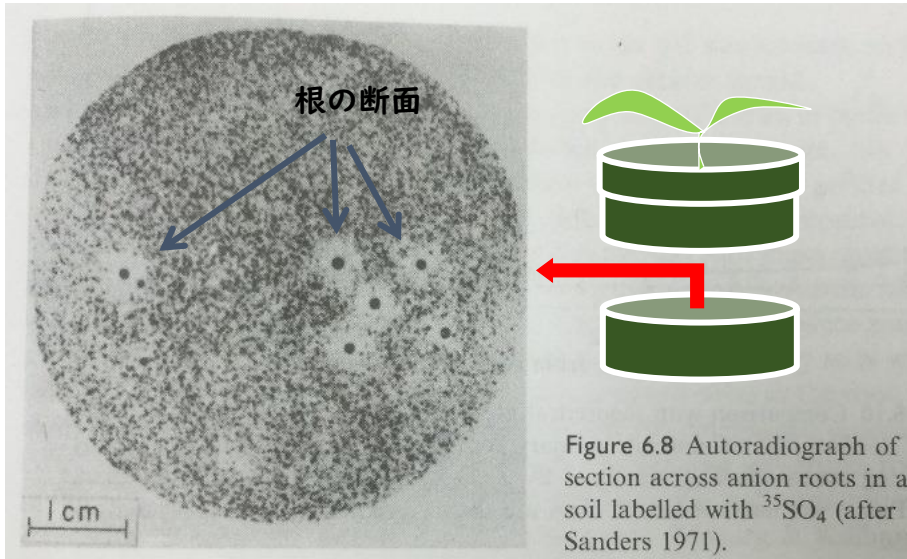
土壌中のリン酸



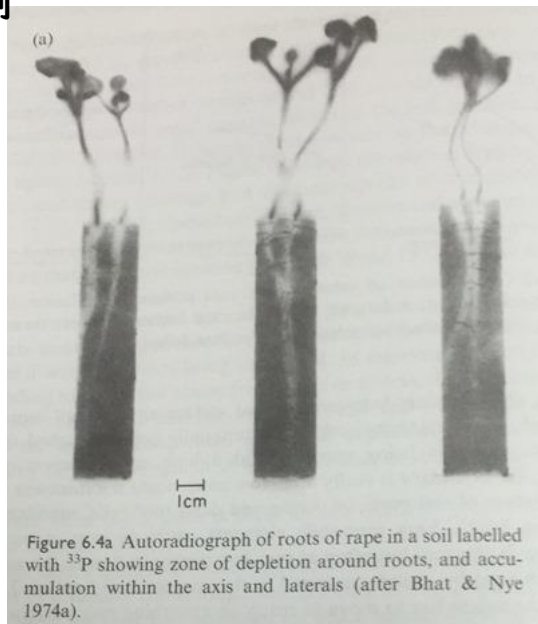
りん酸は土壌中では動けない。



土壤中での移動計測



土壤中での移動計測



リン酸と根張り

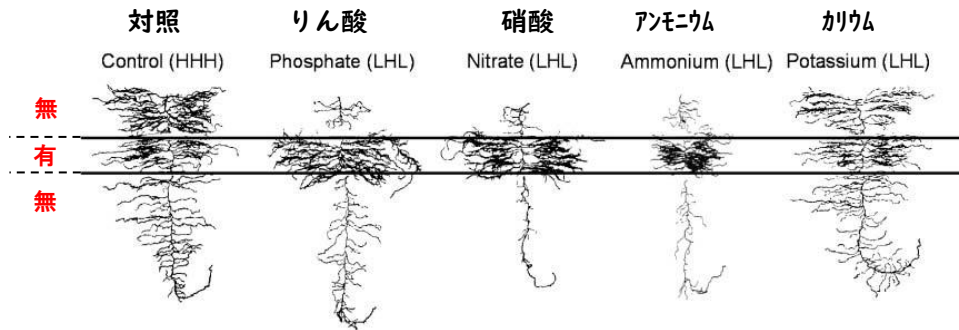
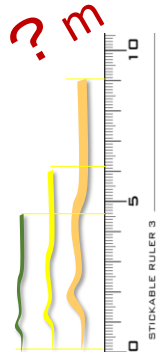


Fig. 1 Proliferation of primary and secondary laterals by barley (*Hordeum vulgare*) grown in solution culture with the middle root section exposed to a 100-fold greater concentration of phosphate, nitrate, ammonium or potassium ions compared with roots above or below (LHL). Controls were supplied with high concentration of nutrients in all zones (HHH). Abbreviations: H, high; L, low, referring to nutrient concentrations experienced by the top, middle and bottom sections of the root system. From Drew (1975) with kind permission from the trustees of the *New Phytologist*.

リン酸を求めて、根が伸びる！！

根の生態学

根 圏



健全な根の長さを測ると km オーダーで発達するが、土壤に占める根の割合は 1% 程度。どんなに密集しても 5% を超えることは稀。
この微小な空間では、多量養分の要求量を満たすことはできず、ほとんどの多量養分は土壤から根の表面まで移動する必要がある。

土壌から根の表面への肥料の移動方法

①拡散

(遅い)

成分が濃い → 薄い

濃 → 薄

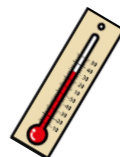
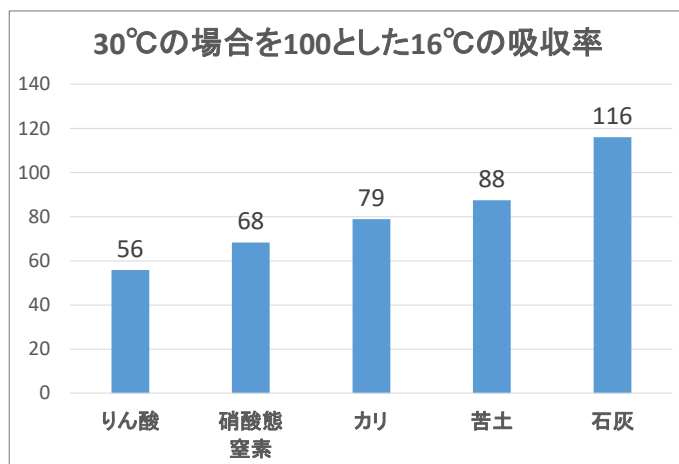
②マスフロー (速い)

蒸散を駆動力し、養分を吸い上げる



リン酸と温度

りん酸は低温の影響を受けやすい！



高橋治助 (1955)

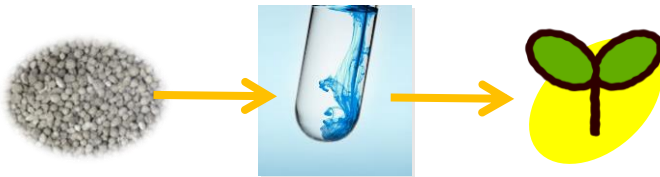
リン酸と作柄

リン酸不足は、窒素やカリの不足より作柄に影響する！

区分	精米重 (kg/10a)	穂数 (/㎡)	籾数 (/1穂)	千粒重 (g)	青米率 (%)
無施肥	98	164	41	23.5	60
N欠	311	225	60	25.0	7
P欠	141	184	49	24.0	59
K欠	424	351	60	24.8	9
N・P・K有	383	280	58	24.7	7

吉田ら (1982)

リン酸肥料の目利き



「何」に溶けるかで効き方が変わる！

作物は、液体と一緒に養分を吸収します。従い、肥料は液体（溶媒）に溶け出す必要があります。「何に溶けるか」で効果のタイミングは異なります。

「薄い酸」

く溶性りん酸 (CP)

可溶性りん酸 (SP)

「水」

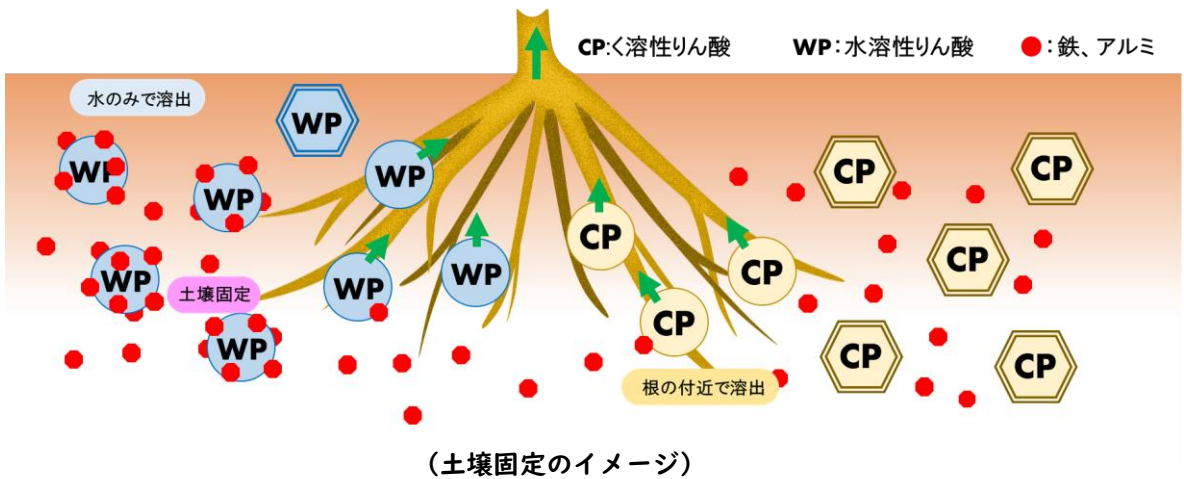
水溶性りん酸 (WP)

く溶性

水溶性

水に溶けるものは、酸にも溶ける。つまり水溶性はく溶性の内数です！

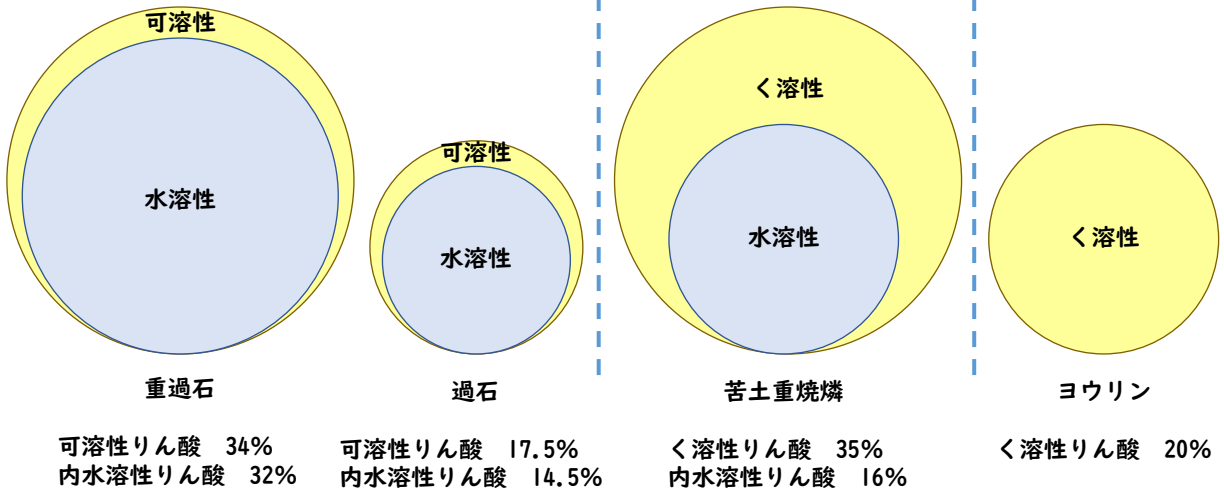
リン酸肥料の目利き



リン酸肥料の目利き

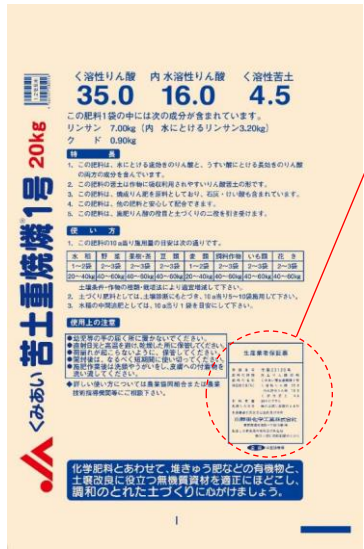
	く溶性リン酸 (土づくりリン酸)	水溶性リン酸 (施肥リン酸)
土 壌 固 定	されにくい	されやすい
効果のタイミング	生育中期～後期	生育初期
肥 料	ようりん (苦土重焼燐)	元肥・過石・重過石 (苦土重焼燐)

リン酸肥料の目利き



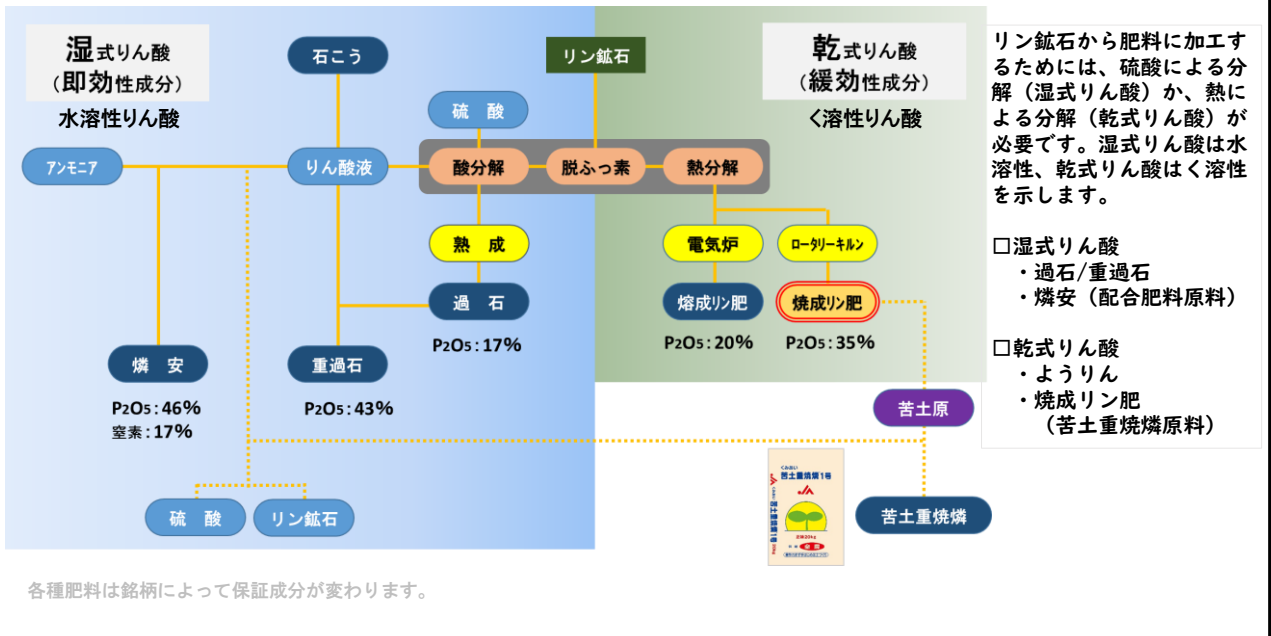
りん酸は銘柄によって、溶出の方法が異なる。

リン酸肥料の目利き



生産業者保証票							
登録番号	生第23120号						
肥料の種類	加工りん酸肥料						
肥料の名称	くみあい苦土重焼燐1号						
保証成分量 (%)	<table border="1"> <tr> <td>＜溶性りん酸</td> <td>35.0</td> </tr> <tr> <td>内水溶性りん酸</td> <td>16.0</td> </tr> <tr> <td>＜溶性苦土</td> <td>4.5</td> </tr> </table>	＜溶性りん酸	35.0	内水溶性りん酸	16.0	＜溶性苦土	4.5
＜溶性りん酸	35.0						
内水溶性りん酸	16.0						
＜溶性苦土	4.5						
正味重量	20キログラム						
生産した年月	0 年 0 月						
生産業者の氏名又は名称及び住所	小野田化学工業株式会社 東京都港区海岸一丁目15番1号						
生産した事業場の名称及び所在地	小野田化学工業株式会社新潟工場 新潟県新潟市北区太郎代1386番2						
番号							

リン酸肥料の作り方



リン鉱石から肥料に加工するためには、硫酸による分解（湿式リン酸）か、熱による分解（乾式リン酸）が必要です。湿式リン酸は水溶性、乾式リン酸はく溶性を示します。

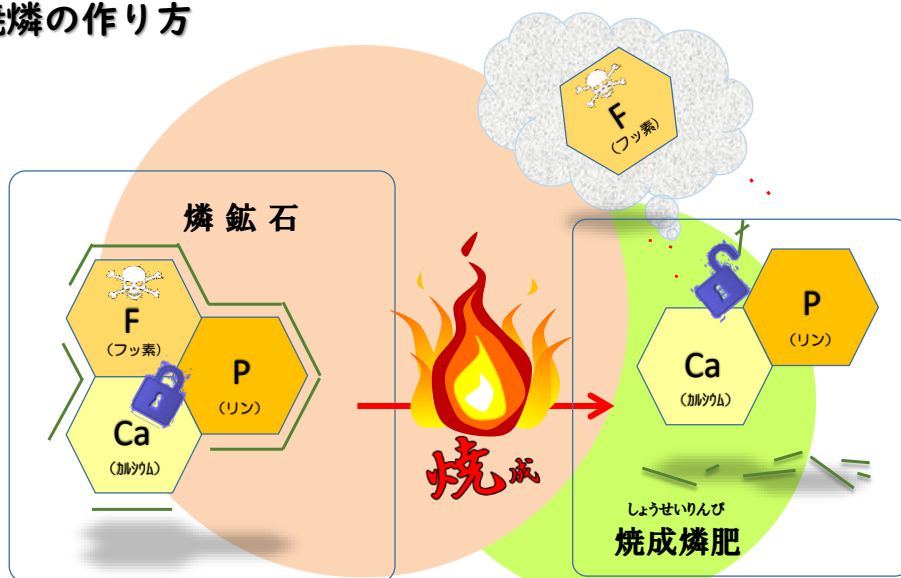
□湿式リン酸

- ・過石/重過石
- ・燐安（配合肥料原料）

□乾式リン酸

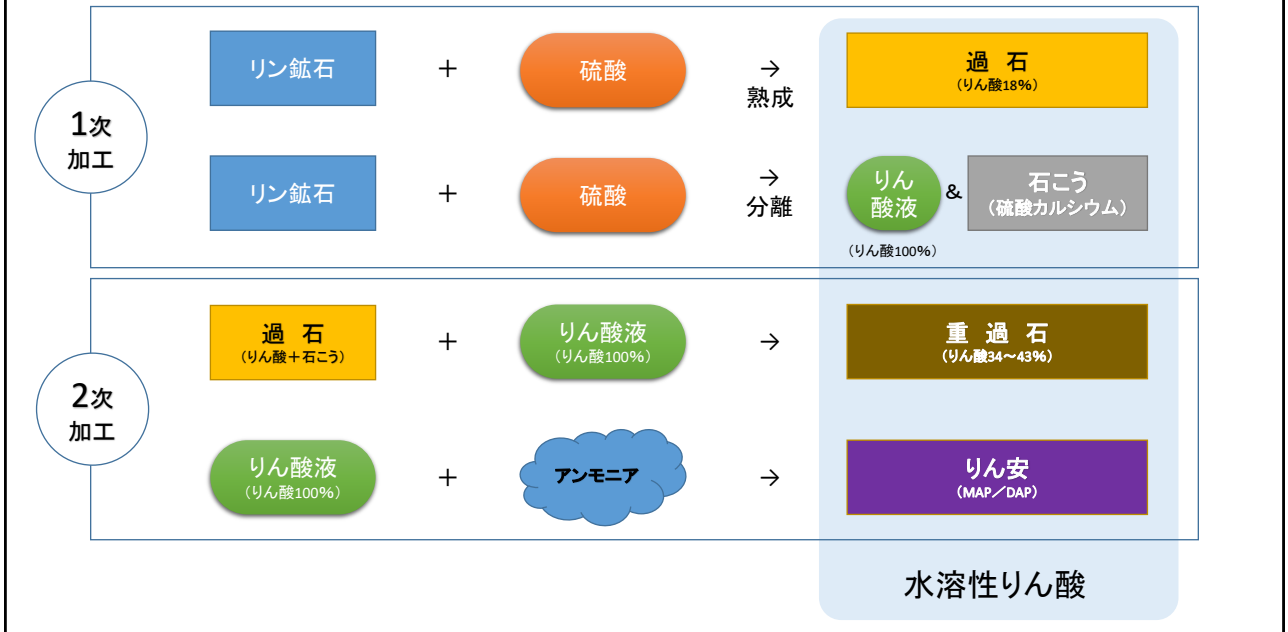
- ・ようりん
- ・焼成リン肥（苦土重焼燐原料）

苦土重焼燐の作り方

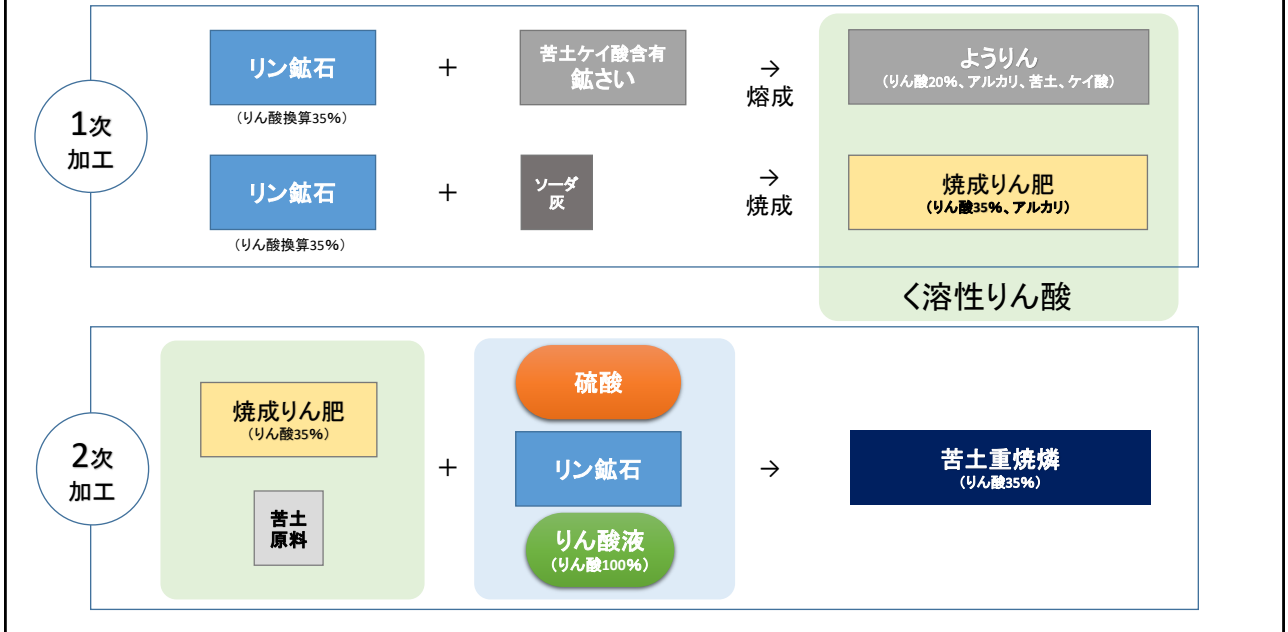


ピュアで肥効が高く、安全！！
 焼成することで不純物のフッ素を除去！！

りん酸の分類① 湿式りん酸



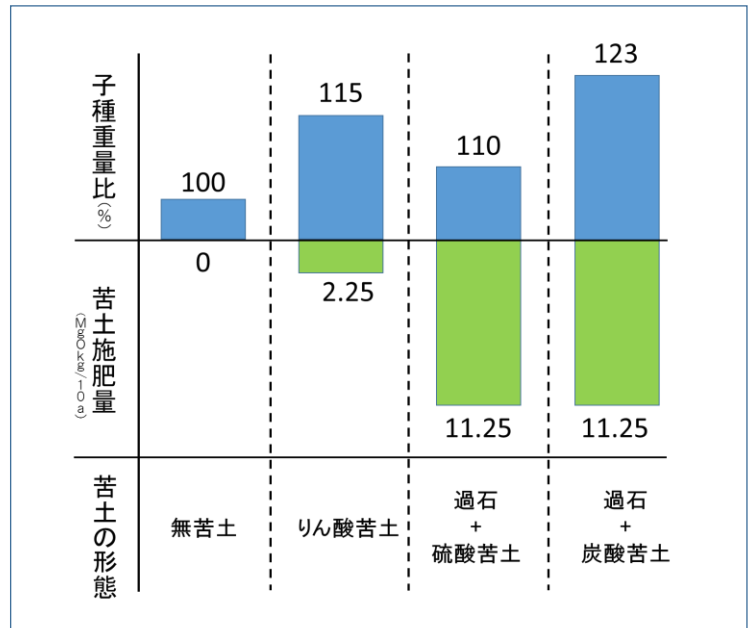
りん酸の分類② 乾式りん酸



りん酸苦土

りん酸と苦土が化学的に結びついりん酸苦土（りん酸一苦土）、りん酸と苦土を個別に施肥するよりも利用率が高い。

*苦土重焼燐のりん酸の内、40%程度を占める。



小麦に対する苦土の肥効（農林省東近農試1963年）

りん酸肥料の目利き

(5) 有効態リン酸

表1-33 黒ボク土にク溶性、水溶性リン酸施用した場合のスイカ、レタスの収量比（4ヶ年平均）

区分	施用方法	スイカ収量比%	レタス収量比%
ク溶性リン酸 (熔リン)	初年目に一括施用	100	100
	4年8作分割施用	99	110
ク溶性リン酸+水溶性リン酸 (苦土重焼燐)	初年目に一括施用	113	113
	4年8作分割施用	108	114
水溶性リン酸 (過リン酸石灰)	初年目に一括施用	98	107
	4年8作分割施用	101	118

資料：熊本県農試のリン酸施肥試験結果 1983をもとに作表

土壤医検定1級対応テキスト
「土壤診断と対策」(日本土壤協会) 抜粋



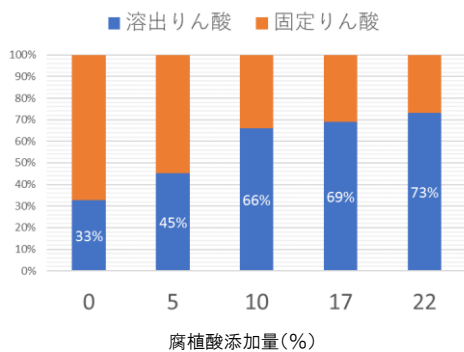
・・・略

黒ボク土のようなリン酸吸収係数の高い土壤でリン酸を施肥する場合にはク溶性リン酸と水溶性リン酸の双方を合わせ施用するのが作物の生育の面からは効果的である。



ご清聴ありがとうございました。

腐植酸の効果



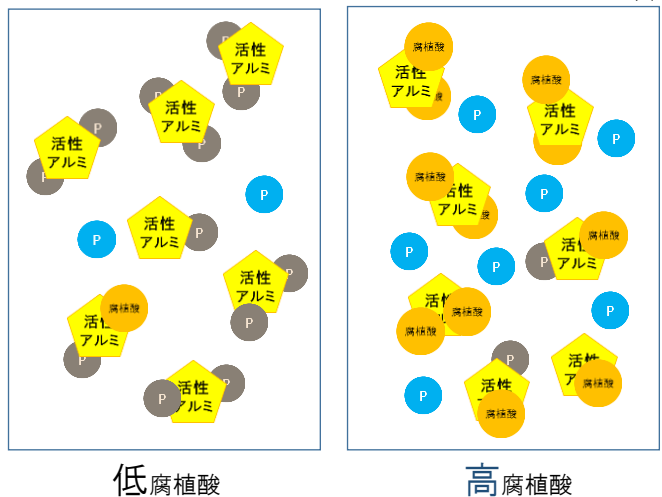
当社調べ

腐植酸+重焼燐(りん酸46mg)と水15mlを黒ボク土2gに加えて室温で1時間振とうし、上澄み液中のりん酸量を測定。

*** 腐植酸10~20%添加で概ね最大効果**

②りん酸固定力の抑制

イメージ図



腐植酸が土壌中の活性アルミと結合し、りん酸の固定が抑制される。

りん酸の吸収と生長

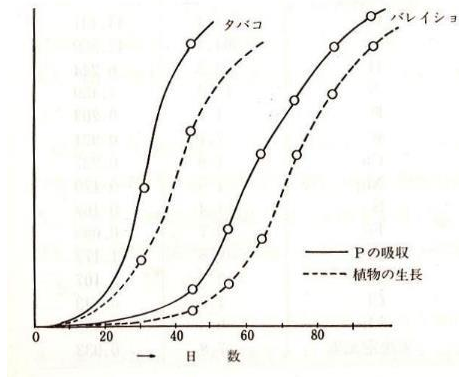


図 I-4
植物による磷の吸収と
乾物量との関係

りん酸は作物の生長と分化のいずれの作用にも関係しているので、生長と分化に先立って確保される。