

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3439685号
(P3439685)

(45)発行日 平成15年 8 月25日 (2003. 8. 25)

(24)登録日 平成15年 6 月13日 (2003. 6. 13)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

C 0 5 D 3/04

C 0 5 D 3/04

C 0 5 B 13/02

1 0 1

C 0 5 B 13/02

1 0 1

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-77287

(22)出願日 平成11年 3 月23日 (1999. 3. 23)

(65)公開番号 特開2000-264768(P2000-264768A)

(43)公開日 平成12年 9 月26日 (2000. 9. 26)

審査請求日 平成11年 3 月23日 (1999. 3. 23)

(73)特許権者 391021765

日本電工株式会社

東京都中央区銀座 2 丁目11番 8 号

(73)特許権者 591190955

北海道

北海道札幌市中央区北 3 条西 6 丁目 1 番
地

(72)発明者 谷口 秀美

徳島県阿南市橘町幸野62番地 1 日本電
工株式会社研究所内

(72)発明者 前川 敬治

徳島県阿南市橘町幸野62番地 1 日本電
工株式会社研究所内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 5 名)

審査官 井上 千弥子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高度けい酸質肥料

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 製銑鉱さい、製鋼鉱さい、フェロアロイ
鉱さい、熔成りん肥の 1 種又は 2 種以上から選択され
る、7.5 μm 以下の粒度をもつ可溶性けい酸含有物に、
溶出促進剤を添加、反応させて、可給態けい酸を富化し
た、アルカリ性を示すことを特徴とする高度けい酸質肥
料。

【請求項 2】 前記溶出促進剤が、りん酸、硝酸、硫酸
の無機酸及びそれら無機強酸の酸性塩の 1 種又は 2 種以
上から選択されることを特徴とする請求項 1 記載の高度 10
けい酸質肥料。

【請求項 3】 前記溶出促進剤として濃度 50% 以上の
りん酸溶液を使用することを特徴とする請求項 1、2 い
ずれかが記載の高度けい酸質肥料。

【発明の詳細な説明】

2

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イネ科の作物の栽
培において必要不可欠な高度けい酸質肥料に関する。

【0002】

【従来の技術】けい酸質肥料は、イネ科植物においては
イネの珪化細胞を増殖し、耐病、耐虫性を増大するた
め、また、茎葉を丈夫にして倒伏を防止するため、わが
国における水稲栽培にとって不可欠の肥料となってい
る。とりわけ、寒冷地の水稲栽培においては、早期活着
と活着率の向上が水稲の健全な生育のために極めて重要
であり、「けい酸の初期吸収量増大が、初期生育向上に
極めて有効に働く」との研究報告が最近多数見受けら
れ、この目的に使用する安価な資材の早期開発が、切望
されている。更に最近の研究によると、けい酸吸収量の
増加が、米の食味を向上させるために重要であること

も、明らかになっている。

【0003】ところで、現在一般的に使用されているけい酸質肥料の大部分は、銑鉄、鋼等の生産時に発生する鉍さい類を粉末にした鉍さいけい酸質肥料(通称ケイカル)であるが、水稻の健全な生育を図るためには、ケイカルの施肥量は10a当たり200kg以上が望ましいといわれている。しかし、最近では農業従事者の高齢化により実際の施肥量は著しく減少しており、冷害年における障害の発生が懸念されている。そこで、有効成分の含有率が高く、施肥量が少なく済む肥料の開発が望まれている。しかし、先に述べたとおりケイカルは金属精錬の副産物である鉍さいを主原料としているので、けい酸含有率を高めることは原理的に不可能である。

【0004】また、けい酸質肥料の有効成分はいずれも遅効性であるため、寒冷地においては生育初期の作物による吸収性が不十分である、という問題があった。そこで、有効成分の含有率が高く、かつ植物による利用率が高く、施肥量を減量しうるけい酸質肥料が切望されている。しかし、現在流通しているけい酸質肥料では、いずれもこの様な要望に答えることが不可能であった。

【0005】ところで、従来、鉍さい等に酸を添加反応させて肥料を製造するという試みとしては、例えば下記のもの知られている。

【0006】(1)特開平5-201784号公報(従来技術1)は、低炭素フェロクロムスラグ水砕品とリン酸液とを混合反応させる燐酸肥料の製造法について開示している。この発明の目的は、従来結晶質の鉍さいを原料として使用する場合に、「燐酸との反応性向上のために必要であった、スラグを微粉碎しリン酸を加えながら造粒する」という工程を省略しようとするものであり、そのため原料を風化し易い低炭素フェロクロムスラグに限定している。なお、従来技術1では、微粉碎した鉍さいに高濃度の燐酸液を混合反応させたものは、珪酸が可溶性で存在することが知られていると記載している。

【0007】しかし、鉍さい中のけい酸の大部分が可溶性であることは等業者に公知のことであるから、これは単に公知事項を述べているにすぎず、リン酸添加による可給態けい酸量の増加については、何ら言及していない。因みに、市販のケイカル中の可溶性けい酸量の全けい酸量に対する割合は、通常90%を下回ることはないが、本願の実施例を見ると可溶性けい酸の全けい酸に占める割合は35~60%で、極めて低い水準である。

【0008】(2)特公平1-22239号公報(従来技術2)は、特定組成の鉍さいを使用することによって、リン酸液を出発原料として使用しながら主成分を縮合りん酸塩とし、もってりん酸肥料成分の利用率を高めることを目的とした縮合りん酸塩含有粒状肥料の製造法について開示されている。しかし、従来技術2には、けい酸分については何ら開示されていない。

【0009】(3)特公昭63-35598号公報(従

来技術3)は、鉍さいとりん酸又は酸性りん酸塩を出発原料として使用し、原料の配合モル比を一定の範囲に調節し反応させながら造粒することによって、強度が高く取扱い性に優れた粒状塩基性りん酸肥料を製造することを目的とした粒状塩基性燐酸肥料の製法について開示している。しかし、けい酸の肥効については、一切思慮の対象となっておらず、従ってその点については何も記載されていない。

【0010】以上詳細に述べたとおり、これまでに知られている鉍さいと酸を反応させる方法による肥料の製造方法は、いずれもりん酸または水溶性の酸性りん酸塩を原料として使用しながら、難水溶性りんを主成分とする肥料の製造法に関するものであり、本願の内容とはその技術内容を完全に異にしている。

【0011】(4)なお、特公平2-2837号公報(従来技術4)は、岩石をクエン酸溶液に投入すると気泡が発生して岩石が溶け、溶出したケイ酸分は分子構造が非常に小さく植物が吸収し易い状態になるとの知見(証明はされていない)に基づく、ケイ酸カリウム液体肥料及びその製造方法について開示している。しかし、従来技術4では、ケイ酸分を含有する原料としてケイ酸ナトリウム、カリウムの他各種ケイ酸含有スラグ等を挙げているが、ケイ酸カリウム以外の物質を出発原料とする場合は、一旦ケイ酸カリウムに変換してからクエン酸水溶液と反応させるとしており、これもまた本発明とは技術思想を異にしていることは言うまでもない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、こうした事情を考慮してなされたもので、可給態けい酸含有率が従来の鉍さいけい酸質肥料に比較して著しく高く、且つ水稻によるけい酸の吸収とりわけ生育初期の吸収量を著しく高め得る、高度けい酸質肥料を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、製銑鉍さい、製鋼鉍さい、フェロアロイ鉍さい、熔成りん肥の1種又は2種以上から選択される、75μm以下の粒度をもつ可溶性けい酸含有物に、溶出促進剤を添加、反応させて、可給態けい酸を富化した、アルカリ性を示すことを特徴とする高度けい酸質肥料(水田施肥用タイプ)である。

【0014】本発明において使用される可溶性けい酸含有物としては、製鉄、製鋼の際に生ずる高炉さい、転炉さい、フェロマンガ、シリコマンガ等の合金鉄その他の金属類を製造する際に発生する鉍さい類または熔成りん肥(以下、ようりんとして略称する)等が挙げられる。けい酸含有率は高いことが望ましいが、可溶性けい酸含有物であればその種類については、特に制限はない。

【0015】本発明において、前記溶出促進剤としては、りん酸、硝酸、硫酸等の無機酸及びそれら無機酸の

酸性塩、クエン酸の 1 種又は 2 種、あるいはりん酸、硝酸、硫酸、クエン酸のいずれか又はそれらの併用が挙げられる。このうち、りん酸は多くの原料物質について富化効果が一番大きく、またそのまま肥効成分として働くので、最も好適である。

【0016】

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を更に詳細に説明する。本発明は、既述した問題点を解決するため、高炉スラグ等の鉱さい（鉱滓）類、熔成りん肥等の可溶性けい酸含有物に、けい酸溶出促進剤としてりん酸、硫酸、硝酸、クエン酸及び／又はそれらの酸性塩の一種又は二種以上を添加・反応させる方法によって、可給態けい酸含量を著しく高め、作物のけい酸吸収とりわけ生育初期の吸収量を著しく高めうる、新規なけい酸質肥料を提供するものである。

【0018】（１）本田施肥用高度けい酸質肥料の開発
鉱さいけい酸質肥料の有効けい酸分として、現在の肥料公定規格では、可溶性けい酸（0.5 M の塩酸溶液可溶分）が定められている。しかし、この可溶性けい酸の含有量は、鉱さいの種類、その製造過程によってその値が異なっている。また、可溶性けい酸分は、現実にはその一部しか作物に有効に働かず、可溶性けい酸分の値が同じであっても稲の吸収量に差が生ずることのあることも知られている。

【0019】以上述べたとおり、0.5 M の塩酸による抽出法で評価される鉱さいけい酸質肥料の可溶性けい酸量は、必ずしも水稻によるけい酸吸収量と一致しない。ところで、最近の研究結果によって、土壤中けい酸の中で中性溶液、あるいは水に対する溶解性けい酸の量が、水稻のけい酸吸収量との相関が大きいことが確認されている。従って、現今研究者の間では、鉱さいけい酸質肥料の有効けい酸含有量の指標として、湛水保温静置法（土壌環境分析法編集委員会編土壌環境分析法 274～276 頁（1997 年 6 月 17 日）博友社）により求めた水溶性けい酸含有量（以下単に可給態けい酸と記載）が採用される傾向にある。

【0020】従来、鉱さいけい酸質肥料の鉱物組成は、その組成と冷却過程によって一義的に定まるものであり、肥効は生成する鉱物組成に支配されるという考え方が、主流になっていた。ところで、鉱さいけい酸質肥料の組成と肥効の関係を論じた研究の多くは、一肥料は植物が分泌する有機酸によって徐々に溶解吸収されて肥効を発揮すると事実に基づき一結晶性合成鉱物の酸による溶解性を調べ、その結果から肥効の差を推定しようとするものである。しかし、水田土壌における溶解過程に関する研究結果によると、「このような強い酸性下における溶解性の差をもって、肥効を論ずることには問題がある」、ということが明らかになっている。

【0021】これまで、「水稻のけい酸吸収は生育中期

以降一減数分裂期から穂揃期にかけてもっとも極めて盛んになる。そして光合成を高めるための葉身の直立化や、いもち病に対する抵抗力の向上などのためには、この時期のけい酸吸収が最も重要である。しかし、生育の初期のけい酸吸収は少なく、その時期に水溶性のけい酸を施肥しても、浸透水と共に流出してしまうだけで施用効果は期待できない、また生育初期のけい酸欠乏は収量に大きな影響を及ぼさない」、というのが定説になっていた。

10 【0022】しかし、前述のとおり最近の研究によって、寒冷地のように水稻の初期生育の促進を図る必要性の大きいところでは、水稻の生育初期のけい酸吸収が極めて重要であることが、明らかになってきた。

【0023】本発明は、以上の様な事情を考慮してなされたものである。即ち、可溶性けい酸を含有する物質を特定の物質で処理することによって可給態けい酸の含有量を著しく増加させ、作物によるけい酸の生育初期吸収量を著しく高め、もって生育期全般の植物体中のけい酸レベルを高めて、健全な生育を図るものである。

20 【0024】本発明者は、けい酸質資材の作用効果に関する通説に疑問を抱き、可溶性けい酸含有物に各種の物質を作用させた場合に生ずる可給態けい酸含量の増加率、及び可給態けい酸施用量と水稻生育期毎のけい酸吸収の関係について、精緻な実験を実施した。その結果、可溶性けい酸含有物に溶出促進剤としてりん酸、硫酸等を作用させれば、可給態けい酸を著しく高めうること、及びそのようにして可給態けい酸を富化した資材を施用し、土壌中の可給態けい酸含有量を十分に高めるならば、水稻は初期の段階から積極的にけい酸を吸収することを見だし、本発明を完成するに至った。

30 【0025】本発明において使用される可溶性けい酸含有物の粉末の粒度は細かいほど溶出促進剤との反応速度が高まり、反応の均一性も向上するので、極力微細にすることが望ましい。但し、必要以上に粉碎すると動力コストがアップするので、通常は肥料分析法（農水省農業環境技術研究所、平成 4 年 12 月発行、1992 年版）において、ケイ酸質肥料等の分析試料粒度として規定した 212 μm 以下とすれば十分であるが、工業的に容易に到達可能な粒度である 75 μm 以下まで粉碎すれば、なお好適である。

40 【0026】けい酸の溶出促進剤としては、既述したように、りん酸、硫酸、硝酸、クエン酸等が挙げられるが、りん酸は多くの原料物質について富化効果が一番大きく、またそのまま肥効成分として働くので、最も好適である。りん酸の富化効果が高い理由は、可給態けい酸測定液中のカルシウム、マグネシウム等の濃度が他の溶出促進剤の場合に比較して著しく低いという事実から、大略以下のように推定される。

50 【0027】即ち、原料粉末と溶出促進剤が反応して、原料物質の構造の一部が破壊され、けい酸、カルシウ

ム、マグネシウム等の一部が水に溶解しやすい形態に変化するが、それらの多くはりん酸により捕捉、固定されて再び不溶化する。しかし、硫酸等の場合は水に対する溶解度が大きいので、水に溶解したままとなる。

【0028】ところで、溶液のカルシウム濃度が高まると、鉍さいからのけい酸溶出量が減少するという報告がある（例えば、加藤・尾和、日本土壤肥科学雑誌、67、626～632(1996)）。このことから想定して、水に溶解したカルシウム等がけい酸の溶解を抑制するものと思われる。

【0029】但し、ようりんについては、硫酸の可給態けい酸富化効果がりん酸の効果に近くなっており、この考え方は必ずしも当てはまらず、従ってそのメカニズムについては今のところ完全には解明されていない。

【0030】前記溶出促進剤は、通常原料粉末との混合及び反応の均一化を図るため水で溶解又は希釈して使用する。反応操作に使用する装置は、粉体と液体の混合が適当にされる形式であれば特に機種は限定されず、例えば攪拌機付きの縦型、横型又は回転ドラム型等のいずれでもよい。

【0031】細かく粉砕した原料粉末と溶出促進剤溶液を、例えばリボンミキサー、パドルミキサー等公知の混合装置に装入し反応させる。なお、混合装置への鉍さい、溶出促進剤溶液等の添加順序、速度等には特に制限事項はなく、用いる混合装置及び付帯設備の構造、機能に応じた適当な操作方法を選択できる。

【0032】但し、溶出促進剤としてりん酸を採用する場合は、その濃度が高いほど、とりわけ50%以上において、肥料分析法において定義される水溶性けい酸の値が大きくなる。従って、水溶性けい酸の含有量をより高めた資材を所望する場合は、濃度50%以上のりん酸を使用すればよい。この場合、固液比がかなり小さくなるから、少量の液体を粉体と均一に混合可能な装置を使用し、粉体をよく攪拌しながら溶出促進剤溶液を噴霧または滴下するなどの配慮が必要になる。

【0033】湛水保温静置法により求めた可給態けい酸の値は、水稻のけい酸吸収と高い相関のあることが判明しているから、水稻のけい酸吸収を高める資材を開発するためには、先ず第一に可給態けい酸を増加させ得るけい酸溶出促進剤を見いだすことが必要である。そこで、既存の知識を基に、湛水保温静置法による可給態けい酸の値を高めるために好適な資材とその必要添加量、反応方法等の大枠を把握する実験を行った。

【0034】そして、可給態けい酸の水準が異なる試作品を用いて、可給態けい酸量と植物のけい酸吸収量との関係を調査し、本発明を完成した。また、本発明により調製した資材の可給態けい酸の富化効果を水稻幼植物栽培によって確認し、更に実際のほ場に施肥して水稻を栽培し、稲体のけい酸含有率、増収効果等を評価し、本発明により得られる高度けい酸質肥料の肥効を確認した。

【0035】(2) 苗箱施肥用高度けい酸質肥料の開発次に、育苗培土添加用肥料の開発について説明する。近年、育苗に使用する土壤(育苗培土)にシリカゲルを添加して水稻苗を育成すると、育苗当初よりけい酸を十分に吸収した受光姿勢の良い、根量の多い耐病虫害性、耐環境性の強い健苗を育成出来ることが報告されている。

【0036】このことは、発明者が行った前述の肥効試験の結果に於いても、土壤の可給態けい酸を富化すると水稻は苗移植後の早期の段階からけい酸を積極的に吸収することが確認され、水稻苗を育苗する培土に我々の発明に係る高度けい酸質肥料を添加すると苗のけい酸含有量を高め得るであろうことが示唆されている。

【0037】ところで、既存のけい酸質肥料はいずれも強アルカリ性であるため、このような目的に使用する資材としては不適当であるから、研究にはアルカリ分を含まないシリカゲルを使用している。しかし、シリカゲルは非常に高価であり、研究目的の使用についてはさておき、実用化については極めて困難である。

【0038】我々の発明にかかる前記技術を更に発展させて、このような使用目的に合致した水稻苗箱施肥(育苗培土添加)用の高度けい酸質肥料を、調製することが出来る。育苗時の土壤適性pHは水田よりもその値が低くて、4.5～5.5に保持する必要があるといわれている。従って、我々の発明に係る前述の高度けい酸質肥料をそのまま育苗床土に施用することは出来ないから、苗箱施肥に適した資材の調製条件について、詳細に検討を行った。

【0039】育苗培土の適性pHは一般的には4.5～5.5であるといわれているが、寒冷地においては育苗中の土壤pHが5.2以上になると不定性立ち枯れ病にかかりやすくなるので、5.0以下に維持しなければならない。育苗用の土壤は、田植機械の普及と共に専門メーカーによって調製された育苗培土を使用するのが一般的になっているが、一部には水田土壤や山土も使用されている。このように、育苗に使用する土壤が異なると、当然のこととしてpHや添加物質に対する緩衝能が異なるから、同一の資材、量を添加しても育苗中のpHに差が生ずることになる。

【0040】従って、育苗培土添加用資材の目標pH値は一義的に定めることが出来ないが、一般的には2～5に調整したものを使用することで、目的を達成することが可能である。なお、使用に先立って、選定した培土に所要量の資材を添加して湛水培養後のpHを測定することによって、培土と資材とのマッチングを確認することができる。

【0041】育苗培土添加用高度けい酸質肥料は、後述する実施例に示すとおり、苗のけい酸含有率をほぼ2倍に高めうるということが認められ、極めて有効な資材であることが明らかとなった。

【0042】

【実施例】次に、本発明の実施例に基づき、本発明の内容を更に具体的に説明する。

(実施例 1) 下記表 1 に記載した原料を、下記表 2 に記載した溶出促進剤と反応させて、可給態けい酸の富化効果を確認した。溶出促進剤の種類、添加率(溶出促進剤添加量の原料使用量に対する重量百分率、以下同様)と可給態けい酸の富化効果の関係は、下記表 3 に示すとおりである。

【0043】可給態けい酸の富化反応は、300ml のトルビーカーに100ml の純水で溶解又は希釈した*10

* 溶出促進剤溶液を入れ、75μm の篩を全通するように粉碎した原料粉末30g を添加して、30分攪拌を継続し反応を完了させた。なお、反応温度については、トルビーカーを沸騰水中に保持して反応した場合と室温において反応した場合とについて、可給態けい酸の値に差が生じないことを、予備実験で確認した。また、反応時間については、10分と60分で差が認められなかったが、本実験は完全を期す意味で30分とした。

【0044】

【表 1】

表 1 原料

(単位%)

原 料	全けい酸	可溶性 けい酸	アルカリ	苦土	マンガン	リン
シリコマンガ 鉱さい	41.9	37.4	45.1	6.0	10.2	—
高炉さい徐冷	31.6	28.4	49.7	3.3	0.3	—
高炉さい水砕	33.2	33.1	48.0	5.9	0.5	—
転炉さい	10.2	10.0	49.4	2.3	1.2	—
電気炉さい	25.2	24.7	38.5	5.5	0.3	—
ようりん	25.2	24.8	51.2	14.2	0.1	21.0
ケイカル	35.7	33.5	38.7	3.8	7.3	—

【0045】

【表 2】

表 2 溶出促進剤

名称	純度 %
りん酸	85 (H ₃ PO ₄ として)
硫酸	95 (H ₂ SO ₄ として)
硝酸	61 (HNO ₃ として)
クエン酸	100 (C ₆ H ₈ O ₇ ・H ₂ Oとして)
酢酸	99 (CH ₃ COOHとして)
第一りん酸ソーダ	99 (NaH ₂ PO ₄ ・2H ₂ Oとして)
第一りん酸アンモン	99 (NH ₄ H ₂ PO ₄ として)

※いずれも和光純薬(株)製の試薬1級を使用した。

【0046】

【表 3】

表 3 結果 (数値は可給態けい酸 単位 mg/100g)

原 料	溶出促進剤添加率 %									
	りん酸		硫酸		硝酸	クエン酸		第一りん酸 ソーダ	第一りん酸 アンモン	無処理
	5	10	5	10	10	5	10	10	10	
シリコマンガ 鉱さい	1,860	2,320	860	1,020	760	940	960	1,740	2,000	600
高炉さい徐冷	640	860	420	420	700	700	720	—	—	280
高炉さい水砕	760	1,000	220	280	240	340	420	—	—	200
電気炉さい	840	1,230	260	280	240	440	540	—	—	220
転炉さい	180	180	80	140	140	60	80	—	—	40
ようりん	1,540	2,060	1,520	2,020	1,620	1,120	1,300	—	—	280

【0047】(実施例 2) 上記実施例 1 において調製した資材の水稲幼植栽培試験を、下記に示す条件で実施し

た(幼植栽培試験(1))。

- ・試験規模：ワグネルポット(1a/5, 000 乾土3.0kg)×2反復
- ・供試土壌：細粒灰色低地土
- ・供試品種：きらら397

- ・栽培方法：20日苗5株植、栽培日数59日
- ・施肥量：試験資材 50g/ポット
化成肥料 窒素、りん酸、カリ 各1g/ポット

幼値栽培試験(1)の成績は、下記表4に示すとうりで *【0048】

ある。 * 【表4】

表4 幼植栽培試験成績(1)

供試資材		乾物SiO ₂	
原 料	酸添加率 %	含有率 %	吸収量 g
シリコマンガン鉱さい	りん酸 5	6.0	1.50
	りん酸 10	6.8	1.77
	硝酸 5	5.8	1.39
	硫酸 5	5.4	1.25
	クエン酸 5	5.9	1.48
高炉さい徐冷	りん酸 5	6.1	1.74
	りん酸 10	6.7	2.00
高炉さい水砕	りん酸 5	6.3	1.83
	りん酸 10	6.6	1.99
転炉さい	りん酸 5	4.7	1.00
	りん酸 10	5.0	1.15
ケイカル	—	4.9	1.26
無施用	—	4.5	1.26

【0049】(実施例3)上記実施例1において調製した(幼植栽培試験(2))。

た資材の水稻幼植栽培試験を、下記に示す条件で実施し

- ・試験規模：ワグネルポット(1a/10, 000乾土1.0kg)×4反復
- ・供試土壌：中粗粒褐色低地土
- ・供試品種：キヌヒカリ
- ・栽培方法：36日苗1株3本植、栽培日数35日
- ・施肥量：試験資材 全けい酸として1.0g/ポット
化成肥料 マップ264(N12, P16, K14)
0.4g/ポット

幼植栽培試験(2)の成績は、下記表5に示すとうりで *【0050】

ある。 * 【表5】

表 5 幼植栽培試験成績 (2)

供試資材		乾物 S i O ₂	
原 料	酸添加率 %	含有率 %	吸収量 g
シリコマンガニ鉱さい	無処理	6.0	0.15
	りん酸 5	7.7	0.22
	りん酸 10	8.0	0.28
	硝酸 5	7.0	0.19
	硝酸 10	7.3	0.20
	硫酸 5	7.3	0.19
	硫酸 10	7.5	0.24
	クエン酸 5	6.8	0.18
高炉さい徐冷	無処理	5.5	0.16
	りん酸 5	6.4	0.18
	りん酸 10	6.8	0.20
高炉さい水砕	無処理	5.5	0.15
	りん酸 5	5.9	0.15
	りん酸 10	6.3	0.16
転炉さい	無処理	5.5	0.09
	りん酸 5	6.1	0.12
	りん酸 10	6.2	0.13
電気炉さい	無処理	5.6	0.15
	りん酸 5	6.0	0.15
	りん酸 10	6.2	0.16
ケイカル	—	5.6	0.17
無施用	—	5.0	0.10

【0051】(実施例4) 上記実施例3と同様の条件で * 績(3)を示す。

水稻幼植栽培試験を実施した(幼植栽培試験(3))。 【0052】

但し、供試品種はコシヒカリで25日苗を1株3本移植 30 【表6】

して、48日間栽培した。下記表6は、幼植栽培試験成 *

表 6 幼植栽培試験成績 (3)

供試資材		乾物 S i O ₂	
原 料	酸添加率 %	含有率 %	吸収量 g
シリコマンガニ鉱さい	りん酸 5	9.9	0.33
	りん酸 10	10.0	0.35
	硫酸 5	9.8	0.30
	硫酸 10	10.2	0.32
高炉さい徐冷	りん酸 5	9.2	0.30
	りん酸 10	9.7	0.31
	硫酸 5	8.8	0.31
	硫酸 10	9.1	0.32
ようりん	りん酸 5	10.2	0.33
	りん酸 10	10.7	0.35
	硫酸 5	10.2	0.31
無施用	—	11.0	0.34
	—	6.4	0.19

【0053】(実施例5)

75 μm以下に粉碎した、上記表1記載のシリコマンガ 50

ン鉱さい粉末7.5kgを品川式万能混合機に装入し、
攪拌しながら溶出促進剤を純水1.25リットルで希釈

した溶液を滴下・添加し、添加終了後 30 分間混合を継続して反応を完了させた。次に、100 の熱風乾燥機中で乾燥した後、0.5 mm 以下に解砕した（ほ場試験に供する資材の調整）。

*【0054】下記表 7 は、肥効試験供試資材の組成を示す。

【0055】

【表 7】

表 7 肥効試験供試資材

酸添加率 %	可給態けい酸(単位:mg/100g)
りん酸 5	1,780
りん酸 10	2,200
りん酸 20	2,300
硝酸 10	740
硫酸 10	1,020
無処理	600
ケイカル	360

【0056】（実施例 6）上記実施例 5 において得られた高度けい酸質肥料を本田に施肥して水稻を栽培し、既存のケイカルと肥効を比較した（ほ場試験）。資材は粉

末のままほ場に施用し、作土と均一に混合した。肥効試験の条件は、以下のとおりである。

【0057】

- ・試験場所：北海道岩内郡共和町
- ・供試土壌：低位泥炭土
- ・供試品種：きらら 397
- ・栽培方法：40 日苗 4 本植、33 × 14 cm (21.7 株 / 1 m²)
- ・試験規模：1区 8 m² × 2 反復
- ・施肥量：試験資材 200 kg / 10 a
- スーパーブレンド 404 50
- 有機ペレット 260 20

栽培試験の結果を下記表 8 ~ 10 に示す。

【表 8】

【0058】

表 8 生育調査成績

供試資材			幼穂形成期		出穂期		成熟期		褐色米の
No.	原 料	酸添加率 %	草丈平均	茎数平均	草丈平均	茎数平均	穂長平均	穂数平均	発生量
1	シリコマンガ	りん酸 5	31.2 (108)	15.5 (124)	75.0 (107)	29.0 (121)	66.3 (84)	28.5 (114)	—
2	鉱さい	りん酸 10	32.8 (113)	15.2 (122)	76.4 (109)	31.6 (132)	81.3 (102)	30.7 (123)	—
3		りん酸 20	32.0 (110)	16.6 (133)	76.8 (110)	32.5 (135)	82.5 (104)	32.8 (132)	—
4		硝酸 10	30.4 (105)	13.9 (111)	74.2 (106)	28.6 (119)	76.5 (96)	26.2 (105)	+
5		硫酸 10	30.3 (104)	13.6 (109)	72.5 (104)	27.9 (116)	77.3 (97)	27.5 (110)	—
6		無処理	30.1 (104)	12.6 (101)	71.9 (103)	25.3 (105)	79.1 (100)	25.8 (104)	+
7	ケイカル	無処理	29.0 (100)	12.5 (100)	70.0 (100)	24.0 (100)	79.4 (100)	24.9 (100)	++
8	無施肥	—	28.0 (97)	12.0 (96)	68.0 (97)	23.5 (98)	78.1 (98)	24.8 (100)	+++

注) + 認められる 5 %
 ++ やや多い 10 %
 +++ 多い 20 %
 — なし 0 %

【0059】

【表 9】

17
表 9 収穫量調査

18

供試資材			収穫量 kg/10a	
No.	原 料	酸添加率 %	精玄米収量	籾重量換算値
1	シリコマンガン鉱さい	りん酸 5	497.0 (110)	606.2 (110)
2		りん酸 10	513.4 (114)	630.9 (114)
3		りん酸 20	523.8 (116)	639.3 (116)
4		硝酸 10	470.8 (104)	574.6 (104)
5		硫酸 10	466.4 (103)	572.9 (104)
6		無処理	455.8 (101)	561.3 (102)
7	ケイカル	無処理	450.7 (100)	551.3 (100)
8	無施肥	—	440.6 (98)	538.5 (98)

【 0 0 6 0 】

【表 1 0】

表 10 けい酸吸収調査

No.	供試資材		けい酸含有率 %				けい酸吸収量 kg/10a			
	原 料	酸添加率 %	幼穂期 稲体	出穂期 稲体	成熟期 稲体	もみ	稲体	もみ	総吸収量	資材 由来量
1	シリコマンガ ン 鉾さい	りん酸 5	6.5	5.9	10.7	3.7	47.7	19.1	66.8	19.8
2		りん酸 10	6.6	6.0	11.0	3.8	48.8	19.7	68.5	21.5
3		りん酸 20	7.0	6.2	11.6	4.0	51.5	21.4	72.9	25.9
4	シリコマンガ ン 鉾さい	硝酸 10	6.3	5.7	10.2	3.5	43.1	15.8	58.9	11.9
5		硫酸 10	6.2	5.8	10.5	3.6	44.2	17.3	61.4	14.4
6		無処理	5.5	5.6	9.6	3.4	42.4	14.9	57.3	10.3
7	ケイカル	無処理	5.7	5.0	9.2	3.3	41.0	16.7	57.7	10.7
8	無施肥	—	5.4	4.2	9.0	3.2	32.7	14.3	47.0	—

【0061】以上の肥効試験結果から明かなように、本発明の高度けい酸質肥料を使用した試験区は、いずれもケイカル区に比較してけい酸の吸収、玄米収量が多く、また褐変粒の発生量が減少した。なお、りん酸が溶出促進剤として、とりわけ優れていることが、再確認された。

【0062】（実施例 7）

75 μm 以下に粉碎した、上記表 1 記載のシリコマンガ

ン 鉾さい粉末 1.0 kg を品川式小型万能混合機に装入し、攪拌しながら純水で所定濃度に希釈したりん酸溶液の所定量を滴下・添加し、添加終了後 60 分間混合を継続して反応を完了させた。次に、100 の熱風乾燥機中で乾燥した後 0.5 mm 以下に解砕し、水溶性けい酸含有量を測定した（りん酸濃度と水溶性けい酸含有量の関係）。

【0063】下記表 11 は、りん酸濃度による水溶性け

い酸の変化を示す。また、表 1 1 に基づいてりん酸濃度 (%) と水溶性けい酸 (%) の関係をグラフ化すると図 1 となり、りん酸濃度 5 0 % 以上で水溶性けい酸の値が急増することが明確に示されている。

【 0 0 6 4 】

【表 1 1】

表 1 1 りん酸濃度による水溶性けい酸の変化

りん酸濃度 %	りん酸添加率 10%	りん酸添加率 20%
	水溶性けい酸 %	
2 0	0. 35	0. 46
3 0	0. 34	0. 47
4 0	0. 36	0. 45
5 0	0. 44	0. 52
5 5	0. 51	0. 64
6 0	0. 63	0. 72
7 0	0. 85	1. 06
8 0	1. 15	1. 32
8 5	1. 34	1. 42

【 0 0 6 5 】 (実施例 8)

上記表 1 記載のシリコマンガニ粉末の pH を 3 に調製するに必要な酸の量を、予め予備実験で求めた。酸の必要量は、りん酸のみ使用の場合 (資材名称 A) 2 0 0 % (原料粉末重量に対する酸原液の重量を百分率で表示、以下同様)、りん酸と硫酸を等量ずつ使用する場合 (B) は各々 6 7 %、硫酸単独使用の場合 (C) は 9 3 % であった。

【 0 0 6 6 】 栽培試験に供する資材は、次に示す方法で *

表 1 2 資材添加量と苗のけい酸吸収成績

資材		苗のけい酸吸収	
名称	添加量 g	乾物含有率 %	吸収量 g
A	5 (1.4)	7.7	0.19
	9 (2.6)	7.7	0.17
	13 (3.7)	8.2	0.17
	17 (4.9)	8.3	0.17
B	5 (1.4)	6.0	0.13
	9 (2.6)	7.2	0.16
	13 (3.7)	7.2	0.17
	17 (4.9)	7.9	0.17
C	5 (1.4)	5.9	0.14
	9 (2.6)	6.4	0.14
	13 (3.7)	6.3	0.12
	17 (4.9)	6.5	0.11
無施肥	—	4.6	0.11

注) 添加量のかっこ内数値は、培土に対する重量百分率

【 0 0 7 0 】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、可給態けい酸含有率が従来の鉱さいけい酸質肥料に比較して著しく高く、且つ水稻によるけい酸の吸収とりわけ生育所期の吸収量を著しく高め得る、高度けい酸質肥料を

* 調製した、所定量のりん酸及び/又は硫酸をイオン交換水 1 , 5 0 0 g で希釈してピーカーに入れ、攪拌しながら 7 5 μ m 以下に粉碎した上記表 1 に示したシリコマンガニ粉末 3 0 0 g を添加しスラリー化した。ひきつき、1 8 0 分間混合を続けて反応を完結させた後、水分を蒸発、乾固して、全量が 0 . 5 mm の篩を通過するように解砕した。この資材の pH はいずれも 2 . 9 であった。この後、得られた資材 0 . 5 g を市販の育苗用培土 (商品名 : パールマット、片倉チッカリン (株) 製) 1 5 g と混合して 1 0 0 m l の広口ポリエチレン瓶に入れ、イオン交換水 7 5 m l を加えて 1 2 日間 4 0 に湛水保持した。次に、インキュベーターから取り出して 3 0 秒振とうし、2 0 分静置した後 pH を測定して、4 . 6 ~ 4 . 7 になっていることを確認した後、以下の栽培試験に供した (苗箱施肥用肥料の調製) 。

【 0 0 6 7 】 (実施例 9) 上記により調製した資材の所定量をパールマット 3 5 0 g に添加混合し、直径 1 3 0 φ のプラスチック容器 (底に直径 5 mm の穴 8 個設置) に充填し、定法により催芽した籾 (品種コシヒカリ) 7 . 4 g を播種して 2 週間育苗し、乾燥、灰化してけい酸を分析して、下記表 1 2 に示す結果を得た。なお、育苗後の培土の pH は 4 . 3 ~ 5 . 0 で所定の範囲に納まっていた (肥効の確認試験) 。

【 0 0 6 8 】 下記表 1 2 は、資材添加量と苗のけい酸吸収成績を示す。

【 0 0 6 9 】

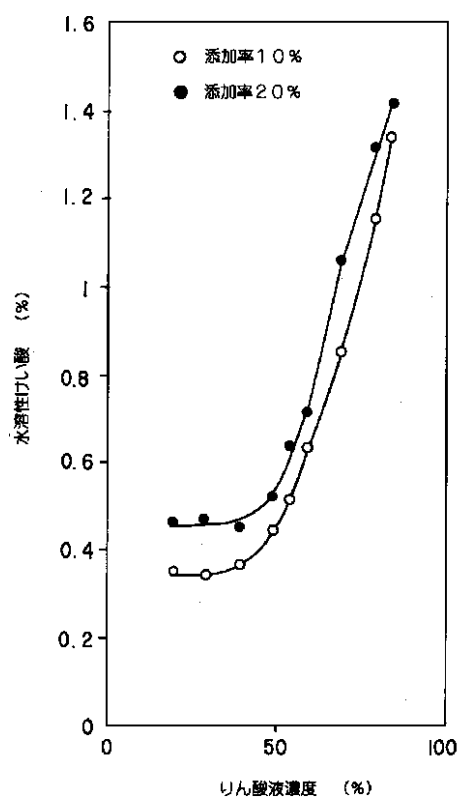
【表 1 2】

提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、りん酸添加率が 1 0 %、2 0 % の場合のりん酸濃度と水溶性けい酸との関係を示す特性図を示す。

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 稲津 脩
 北海道岩内郡共和町宮丘261番地 北海
 道原子力環境センター内

(56)参考文献 特開 昭54 - 111464 (J P , A)
 特開 昭59 - 141479 (J P , A)
 特公 平 2 - 2837 (J P , B 2)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

C05B 1/00 - C05G 5/00