

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7013733号

(P7013733)

(45)発行日 令和4年2月15日(2022.2.15)

(24)登録日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(51)国際特許分類

F I

C 0 5 G 1/00 (2006.01)

C 0 5 G 1/00

P

C 0 5 D 1/02 (2006.01)

C 0 5 D 1/02

C 0 5 C 3/00 (2006.01)

C 0 5 C 3/00

C 0 5 G 5/00 (2020.01)

C 0 5 G 5/00

請求項の数 9 (全18頁)

(21)出願番号 特願2017-166845(P2017-166845)

(22)出願日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(65)公開番号 特開2019-43797(P2019-43797A)

(43)公開日 平成31年3月22日(2019.3.22)

審査請求日 令和2年7月22日(2020.7.22)

(73)特許権者 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号

(72)発明者 足立 平

愛知県名古屋市港区大江町9番地の1

東レ株式会社 名古屋事業場内

(72)発明者 高橋 佳丈

愛知県名古屋市港区大江町9番地の1

東レ株式会社 名古屋事業場内

(72)発明者 上村 哲郎

東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号

東レ株式会社 東京事業場内

審査官 岡田 三恵

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 粒状N K化成肥料および粒状N K化成肥料の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

硫酸アンモニウムから実質的になる粒子（粒子A）と、塩化カリウムから実質的になる粒子（粒子B）とによる二次粒子である粒状N K化成肥料であって、粒子Aは粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子A中70重量%以上を占め、粒子Bは粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子B中60重量%以上を占め、かつ、該肥料中に硫酸アンモニウムが50～80重量%、塩化カリウムが50～20重量%含まれており、二次粒子形成後の粒硬度が2kgf以上、かさ密度が0.91g/ml以上0.96g/ml以下であることを特徴とする粒状N K化成肥料。

【請求項2】

前記粒状N K化成肥料の長軸径と短軸径の比（長軸径／短軸径）が1.0以上1.4以下であることを特徴とする請求項1に記載の粒状N K化成肥料。

【請求項3】

前記粒状N K化成肥料の水分率が1.0重量%未満であることを特徴とする請求項1または2に記載の粒状N K化成肥料。

【請求項4】

硫酸アンモニウムから実質的になる粒子（粒子A）と、塩化カリウムから実質的になる粒子（粒子B）とを一体化せしめて二次粒子を形成する粒状N K化成肥料の製造方法であって、粒子Aはその粒径が0.25mmを超え、2mm以下であるものが粒子A中70重量%以上を占め、粒子Bはその粒径が0.25mmを超え、2mm以下であるものが粒子B

中60重量%以上を占めており、粒状NK化成肥料の全体重量に対して、粒子Aを50～80重量%、粒子Bを50～20重量%とを乾式混合して粒子混合物を得る工程、該粒子混合物を二次粒子形成後の粒硬度を2kgf以上となるように、かつ、かさ密度が0.91g/ml以上0.96g/ml以下となるように圧縮造粒して二次粒子を形成する工程を含むことを特徴とする粒状NK化成肥料の製造方法。

【請求項5】

前記粒状NK化成肥料の長軸径と短軸径の比が1.0以上1.4以下となるように成型することを特徴とする請求項4に記載の粒状NK化成肥料の製造方法。

【請求項6】

前記圧縮造粒は、一對のローラーを用いたブリケット方式で圧縮することを特徴とする請求項4または5に記載の粒状NK化成肥料の製造方法。

10

【請求項7】

前記圧縮造粒は、造粒圧力が8.0kN/cm以上であることを特徴とする請求項4～6のいずれかに記載の粒状NK化成肥料の製造方法。

【請求項8】

圧縮造粒して造粒物を得て、次いで整粒することを特徴とする請求項4～7のいずれかに記載の粒状NK化成肥料の製造方法。

【請求項9】

前記整粒は、回転式整粒方式であることを特徴とする請求項8に記載の粒状NK化成肥料の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主原料として硫酸アンモニウム等の窒素肥料原料と塩化カリウム等のカリウム肥料原料で構成される粒状の肥料およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

NK化成肥料は、植物の生育に必要な3つの主要元素である窒素、リンおよびカリウムのうち、主に窒素分とカリウム分の強化のために施肥する肥料として知られ、主原料として硫酸アンモニウム等の窒素肥料成分と塩化カリウム等のカリウム肥料成分で構成される。窒素肥料成分とカリウム肥料成分を含むため、それらが不足している土壌や水稻栽培の追肥用途として有用である。また、NK化成肥料は、散布方法に応じて粉状、粒状、ペレットなど様々な形状のものが知られているが、特に広大な農地での施肥においてはブロードキャスター等を用いた機械散布が主流であることから、到達飛距離が長くてかつ均一に施肥し易い点で粒状の肥料が求められている。

30

【0003】

その一方で、一般的に、NK化成肥料は粒状化が困難であり、かつ粒状化後の粒硬度が低くて保管時に粉化し易いため、バインダーを使用して粉状肥料を液架橋することで造粒化することが検討されている（特許文献1～4）。例えば、特許文献1では、硫酸アンモニウムスラリーに石膏とフッ化カルシウムを入れて混合し、続いてブランジャーにて塩化カリウム粉末と混合する粒状NK化成肥料の製造方法が提案されている。また、特許文献2では、硫酸アンモニウムと塩化カリウムの混合物にリグニン化塩を添加して高温条件下で混合して製造した化学肥料が提案されている。また、特許文献3では、硫酸アンモニウムと塩化カリウムの混合物にバインダーを添加してパン造粒機にて粒状化する湿式の顆粒製造法が提案されている。また、特許文献4では、硫酸アンモニウムと塩化カリウムを界面活性剤水溶液もしくは分散水に混合した混合物を圧縮造粒した粒状NK化成肥料が提案されている。一方、特許文献5では、高温条件下で硫酸アンモニウムと塩化カリウムの全部または一部を溶解し、造粒機にて粒状化する複合肥料顆粒の製造方法が提案されている。さらには、特許文献6では、窒素成分、リン成分、カリウム肥料成分を含んだ多孔性化成肥料粉末を圧縮造粒機で処理して製造した粒状多孔性化成肥料が提案されている。

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2000-095590号公報

特開平6-340483号公報

特表2002-512110号公報

特開平3-27512号公報

特表2002-519290号公報

特開2006-169064号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

機械散布に適した粒状NK化成肥料に求められる特性としては、散布の際に発塵や機械流路の詰まりを発生させないように粒状物の圧壊強度が高くて粉化しにくく、肥料の保管中に固結が発生しないことが求められる。また、散布の際に到達飛距離にばらつきが少なく、かつ水田等において着水後すぐに沈降して土壤に着地するよう密度が高いことも求められている。

【0006】

しかしながら、特許文献1～4に記載される粒状NK化成肥料ではバインダーを添加するため、粒状化直後の粒硬度が低くて崩壊しやすく収率が低下したり、粒状NK化成肥料中の肥料成分含有量が低下したり、保管時に固結を生じる問題があった。粒硬度を上げたり、固結を防止するために水分率を下げようとするれば乾燥工程が必要となって経済性が悪化するし、必ずしも十分な性能が得られない。また、特許文献5に記載される粒状NK化成肥料では、硫酸アンモニウムと塩化カリウムの混合物を粒状化するために70℃以上の原料の加熱と200℃以上の熱空気が必要となって、製品の外観を損ねたりや粉化を生じる問題がある。また、特許文献6に記載される粒状NK化成肥料では、窒素成分、リン成分、カリウム肥料成分を含んだ多孔性化成肥料粉末を原料としているが、かさ密度が低くて流動性が悪く、造物時の収率が低下する。

【0007】

以上のように、公知の技術では機械散布に有利な粒状NK化成肥料としては十分なものは無かった。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、硫酸アンモニウムから実質的になる粒子（粒子A）と、塩化カリウムから実質的になる粒子（粒子B）とによる二次粒子である粒状NK化成肥料であって、粒子Aは粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子A中70重量%以上を占め、粒子Bは粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子B中60重量%以上を占め、かつ、該肥料中に硫酸アンモニウムが50～80重量%、塩化カリウムが50～20重量%含まれており、二次粒子形成後の粒硬度が2kgf以上、かさ密度が0.91g/ml以上0.96g/ml以下である粒状NK化成肥料とすることで、二次粒子形成直後の粒硬度が高くて製造後の肥料収率が高い粒状NK化成肥料を得ることができることを見出した。

【0009】

また加えて、好ましく肥料保管中にも粉化が生じにくく、かつ固結が発生しないといった種々の改良がされた粒状NK化成肥料の発明を創出するに到った。

【0010】

また、本発明の粒状NK化成肥料の製造方法は、硫酸アンモニウムから実質的になる粒子（粒子A）と、塩化カリウムから実質的になる粒子（粒子B）とを一体化せしめて二次粒子を形成する粒状NK化成肥料の製造方法であって、粒子Aはその粒径が0.25mmを超え、2mm以下である粒子が粒子A中70重量%以上を占め、粒子Bはその粒径が0.

10

20

30

40

50

2.5 mmを超え、2 mm以下である粒子が粒子B中60重量%以上を占めており、粒状NK化成肥料の全体重量に対して、粒子Aを50～80重量%、粒子Bを50～20重量%とを乾式混合して粒子混合物を得る工程、該粒子混合物を二次粒子形成後の粒硬度を2 kgf以上となるように、かつ、かさ密度が0.91 g/mL以上0.96 g/mL以下となるように圧縮造粒して二次粒子を形成する工程を含む粒状NK化成肥料の製造方法であることを本旨とし、また、その種々の改良された方法が本発明者らによって創出された。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、二次粒子形成直後の粒硬度が高く製造後の肥料収率が高く、好ましく肥料保管中にも粉化が生じにくく、かつ固結が発生しにくい粒状NK化成肥料を得ることができる。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

<硫酸アンモニウム>

硫酸アンモニウムは、例えば、コークス炉廃ガスを硫酸と接触させて得られる硫酸アンモニウム水溶液や、カプロラクタムの製造においてカプロラクタム硫酸塩にアンモニアを添加して得られるカプロラクタムと硫酸アンモニウム混液を得た後に、カプロラクタム水溶液と硫酸アンモニウム水溶液を分離して得られる硫酸アンモニウム水溶液から、晶析により硫酸アンモニウムを結晶化した細粒結晶硫酸アンモニウムなどが知られるところであり、本発明において硫酸アンモニウム成分として使用できる。

20

【0013】

本発明に好適な硫酸アンモニウム成分中のアンモニア性窒素の含有率は、単位重量あたりの窒素源としての肥料効果の面から、20.5重量%以上である。21.0重量%以上がさらに好ましい。なお、硫酸アンモニウム成分中のアンモニア性窒素の含有率は、公定肥料分析法に従いホルムアルデヒド法で測定した値である。

【0014】

本発明の粒状NK化成肥料の原料として用いるにおいて硫酸アンモニウム成分の水分率は、0.5重量%以下であることが好ましい。より好ましくは0.3重量%以下であり、さらに好ましくは0.1重量%以下であれば最も好ましい。なお、硫酸アンモニウム成分の水分率は、公定肥料分析法に従い加熱減量法で測定した値である。

30

【0015】

<粒子A>

本発明の粒状NK化成肥料は後述するとおり硫酸アンモニウムから実質的になる粒子（かかる粒子を「粒子A」ということがある）と塩化カリウムから実質的になる粒子（かかる粒子を「粒子B」ということがある）とが一体化して二次粒子を形成する。

【0016】

粒子Aは、硫酸アンモニウムから実質的になる粒子である。ここで、「実質的になる」とは、粒子A中の硫酸アンモニウム含有量が粒子A重量に対して平均して90重量%以上であることをいう。この粒子Aは、例えば、硫酸アンモニウム水溶液から晶析により結晶化させて得ることができ、この場合、硫酸アンモニウムに加えて水分等の硫酸アンモニウム水溶液母液由来の成分が含まれることがある。粒子A中に含有される硫酸アンモニウム水溶液母液由来の成分は、好ましくは0.3%未満であり、さらに好ましくは0.2%未満である。粒子Aと母液の分離は、公知の方式で行うことができる。例えば、遠心分離によって液体から分離した後、乾燥することで得られる。粒子Aは、晶析時に過飽和度が高すぎると結晶が急激に凝集して母液を取り込み、粒径が大きく、水分が高く、不純物が多くなるため、圧力10.1 kPa ABS以上の圧力として晶析することで、結晶配向した、結晶性の高い粒子Aを得ることができる。結晶性の高さは、二次元X線回折を行うことで測定することができ、測定結果から求められる配向度が0.995以上であることが好ましい。さらに好ましくは配向度が0.997以上であり、また、配向度が1.0であることが最も好ましい。また、粒子Aが硫酸アンモニウムを含む割合は、好ましくは95重量

40

50

%以上であり、98重量%以上であれば、結晶性の高い細粒結晶硫酸アンモニウムとなり、最も好ましい。なお、配向度とは、結晶の揃い具合を示す指標であり、二次元X線回折において、あおり角 χ (°) に応じて得られた配向性ピークの半値幅 (°) より下記式 (1) で示される。

【0017】

配向度 = (180 - 配向性ピーク半値幅) / 180 ... (1)

【0018】

本発明の粒状NK化成肥料の製造に用いる粒子Aは、その粒径が0.25mmを超え2mm以下の粒子が粒子A全体の70重量%以上であることが好ましい。より好ましくはその粒径が0.25mmを超え1.7mm以下の粒子が粒子A全体の70重量%以上であり、さらに好ましくはその粒径が0.25mmを超え1.4mm以下の粒子が粒子A全体の70重量%以上であることである。粒径が2mmを超えるものが多く含まれる場合は、造粒する際に粒子同士の接触面積が小さく造粒しにくくて造粒物中に占める硫酸アンモニウム成分の割合が少なくなるため粒硬度の低下を生じる。粒径が0.25mm以下のものが多く含まれる場合は、粒子Aのかさ密度が低下して造粒しにくく、原料の利用効率が低下する。粒子Aの粒径および量は、篩（例えば、目開き9メッシュ=2.0mm、目開き10メッシュ=1.7mm、12メッシュ=1.4mm、目開き60メッシュ=0.25mm）で分級して求めることができる。

【0019】

本発明の粒状NK化成肥料の製造に用いる粒子Aのかさ密度は、好ましくは0.90g/ml以上1.1g/ml以下である。搬送時の飛散を防止したり、造粒時の造粒収率を高くするために、かさ密度は0.93g/ml以上1.1g/ml以下であることがより好ましく、0.96g/ml以上1.1g/ml以下であることがさらに好ましい。なお、粒子Aのかさ密度は、「JIS R 1628:1997 ファインセラミックス粉末のかさ密度測定方法」に準じて測定する。

【0020】

<塩化カリウム>

塩化カリウムは、肥料三大栄養素であるカリウムの塩化物であり、例えばシルビンやカーナリット等の塩化カリウム鉱物に含まれる。塩化カリウム成分中のK₂O換算でのカリウム含有率は、単位重量あたりのカリウム源としての肥料効果の面から、60重量%以上が好ましく、62重量%以上がさらに好ましい。なお、塩化カリウム成分中のK₂O換算でのカリウム含有率は、公定肥料分析法に従い原子吸光測定法で測定した値である。

【0021】

本発明の粒状NK化成肥料の原料として用いるにおいて塩化カリウム成分の水分率は、0.5重量%以下であることが好ましい。より好ましくは0.3重量%以下であり、さらに好ましくは0.1重量%以下であれば最も好ましい。なお、塩化カリウム成分の水分率は、公定肥料分析法に従い加熱減量法で測定した値である。

【0022】

<粒子B>

粒子Bは、塩化カリウムから実質的になる粒子である。ここで、「実質的になる」とは、粒子B中の塩化カリウム含有量が粒子B重量に対して平均して90重量%以上であることをいう。粒子Bが塩化カリウムを含む割合は、95重量%以上が好ましく、さらに好ましくは98重量%以上であり、100重量%であれば最も好ましい。この粒子Bは、加里鉱脈を掘削して塩化カリウム鉱物を取得し、精製工場にて純度の高い塩化カリウム含有物を製造した後、解砕機にて任意の粒径分布をもつ粉粒体状にすることや肥料製造工場における篩機の篩下として採取して得ることができる。

【0023】

本発明の粒状NK化成肥料の製造に用いる粒子Bは、その粒径が0.25mmを超え2mm以下の粒子が粒子B全体の60重量%以上であることが好ましい。より好ましくはその粒径が0.25mmを超え1.4mm以下の粒子が粒子B全体の60重量%以上であり、

さらに好ましくはその粒径が0.25mmを超え1.0mm以下の粒子が粒子B全体の60重量%以上であることである。粒径が2mmを超えるものが多く含まれる場合は、造粒する際に粒子同士の接触面積が小さく造粒しにくくて粒硬度の低下を生じる。粒子Bの粒径が0.25mm以下のものが多く含まれる場合は、粒子Bのかさ密度が低下して造粒しにくく、原料の利用効率が低下する。粒子Bの粒径および量は、篩（例えば、目開き9メッシュ=2.0mm、目開き12メッシュ=1.4mm、16メッシュ=1.0mm、目開き60メッシュ=0.25mm）で分級して求めることができる。

【0024】

本発明の粒状NK化成肥料の製造に用いる粒子Bのかさ密度は、0.95g/ml以上1.10g/ml以下である。搬送時の飛散を防止したり、造粒時の造粒収率を高くするために、かさ密度は0.97g/ml以上1.10g/ml以下であることがより好ましく、0.99g/ml以上1.10g/ml以下であることがさらに好ましい。なお、粒子Bのかさ密度は、「JIS R 1628:1997 ファインセラミックス粉末のかさ密度測定方法」に準じて測定する。

【0025】

<粒状NK化成肥料>

本発明の粒状NK化成肥料は、硫酸アンモニウムから実質的になる粒子（粒子A）と、塩化カリウムから実質的になる粒子（粒子B）とが一体化して二次粒子を形成した粒状肥料である。すなわち、粒状肥料中には粒子Aの部分と粒子Bの部分とを観察することができる。このような粒状肥料を得るには、粒子Aと粒子Bとを混合し（混合したものを以下粉状NK混合肥料ともいう）を、成型（造粒ともいう）することで得られる。

【0026】

混合機で粒子Aと粒子Bを混合し、造粒、解砕、整粒、分級を順次行うことで肥料として好ましい硬度、かさ密度、および形状を有する粒状NK化成肥料を得ることができる。

【0027】

粒子Aと粒子Bの混合方法は、均一に混合できれば混合機の種類に特に制限はなく、水平円筒型、V型、ダブルコーン型等の容器回転型混合機や、リボン型、スクリー型、パドル型等の容器固定型の混合機を使用することができるが、連続処理が可能であることからパドル型混合機が好ましく用いられる。混合時間は、5分以上15分以下が好ましく、さらに好ましくは5分以上10分以下である。混合時間が5分より短くなると、混合物中で粒子Aと粒子Bが均一に分散せず、粒状化した際に各粒子の偏りが生じる。混合時間が15分を超えて長くなると、粉化を生じることがあり、肥料の連続製造においては混合機容量を大きくすることとなるため経済的に不利である。

【0028】

成型方法としては、公知の方法が取り得るが、圧縮造粒が好ましく、圧縮造粒装置は、タブレット方式、板状方式、ブリケット方式の何れを用いても問題ないが、タブレット方式では生産効率が低く粒状NK化成肥料の大量生産が困難であり、また板状方式では球形でバリの少ない粒状NK化成肥料を生産することが困難であるため、ブリケット方式を用いることが好ましい。ブリケット方式の圧縮造粒装置としては、例えばブリケッタ（登録商標）BSS型（新東工業製）などを好ましく用いることができる。

【0029】

混合された粒子Aと粒子Bとを圧縮造粒装置に供給する方法に特に制限はないが、例えば粉状NK混合肥料をホッパーに貯蔵し、ホッパーに付帯した搬送コンベアより造粒装置に直接供給、またはホッパー搬送コンベアからベルトコンベアやバケットコンベア等を経由して造粒装置へ供給することができる。

【0030】

造粒圧力とは、造粒原料の粉状NK混合肥料に加わる総荷重を有効幅で割った値（線圧）を示し、有効幅とは、造粒原料の粉状NK混合肥料に荷重が加わる部分における、圧縮機側の長径を示す。例えば、タブレット方式であれば有効幅はタブレット部分の長径であり、ローラーを用いたブリケット方式であれば、有効幅はローラーにて造粒原料の粉状NK

10

20

30

40

50

混合肥料が圧縮されている部分の長さである。造粒圧力は、 6.0 kN/cm 以上 30.0 kN/cm 以下の範囲内にあることが好ましい。より好ましくは 7.0 kN/cm 以上 30.0 kN/cm 以下であり、さらに好ましくは 8.0 kN/cm 以上 30.0 kN/cm 以下である。造粒圧力が 6.0 kN/cm 未満の場合、圧力不足のため、粉状NK混合肥料の造粒自体が起こらない。造粒圧力が 30.0 kN/cm を超えて高くなると、過剰な圧力により得られた造粒物に亀裂が生じたり、圧縮造粒機に必要な以上の荷重がかかるため、装置寿命が著しく低下する。

【0031】

造粒ローラー回転数とは、ローラーを用いて圧縮造粒するブリケット方式および板状方式におけるローラーの回転速度であり、 40 rpm 以上が好ましい。より好ましくは 50 rpm 以上であり、さらに好ましくは 60 rpm 以上である。造粒ローラー回転数が 40 rpm 未満の場合、原料への造粒圧力が高くなって造粒物に亀裂が生じたり、生産量が低下する。

【0032】

圧縮造粒機のバリ厚みとは、造粒原料の粉状NK混合肥料に荷重が加わる部分における造粒原料の粉状NK混合肥料の最短径を示す。例えばタブレット方式であれば、バリ厚みはタブレット部分の短径であり、ローラーを用いたブリケット方式であれば、バリ厚みは造粒して得た造粒物の板状部分の厚みの長さである。バリ厚みは、 1.0 mm 以上 2.5 mm 以下の範囲内にあることが好ましく、 1.2 mm 以上 2.0 mm 以下の範囲内にあることがより好ましい。バリ厚みが 1.2 mm 未満であると、粒状NK化成肥料の圧壊強度・収量ともに低下する傾向にある。バリ厚みが 2.0 mm を超えて厚くなると、粒状NK化成肥料の形状が肥料散布に不適となることや、造粒した粒状NK化成肥料を、例えば解砕ボールを用いた振動篩で解砕し粒径を揃える場合、篩の目詰まりの原因となるため好ましくない。

【0033】

バリが少なく、圧壊強度が強く、粉塵の発生も少なく、固結が起こりにくい粒状NK化成肥料を得るために、圧縮造粒機を用いて原料を造粒し、解砕機を用いて圧縮造粒後の造粒物を解砕し、球形整粒機を用いて造粒物を整粒し、分級機を用いて整粒の粒状NK化成肥料を分級することが好ましい。各工程における粒状NK化成肥料の輸送方法に制限はないが、自然落下・コンベア輸送・風送などを用いることが可能であり、コンベア輸送で粉状NK混合肥料を造粒機に輸送した後、自然落下で解砕機・球形整粒機・分級機へ輸送する方法が好ましい。これら輸送機器を含めた機器の接粉部分については、粒状NK化成肥料に耐食性を持つ材質を用いることが好ましく、SUS316Lまたは樹脂を用いることが好ましい。

【0034】

圧縮造粒機で造粒した粒状NK化成肥料は、解砕、整粒、分級を行うことで肥料として好ましい硬度、かさ密度、および形状を有する粒状NK化成肥料を得ることができる。

【0035】

粒径の揃った粒状NK化成肥料を得るために、解砕機を用いて圧縮造粒後の粒状NK化成肥料を解砕することが好ましい。解砕機の種類に特に制限は無く、例えば、ジョークラッシャー・ロールクラッシャーなどの各種クラッシャーや、ローラーミル・カッティングミルなどの各種ミル、解砕メディアを添加した振動篩などが好ましく用いられる。また、これらの解砕機を組み合わせ用いることも可能である。

【0036】

球形でバリの少ない粒状NK化成肥料を得るために、整粒機を用いて整粒することが好ましい。整粒機の種類に特に制限はなく、例えば高速転動方法、オシレータ式、架砕方式、遠心回転方式などが好ましく用いられ、高速転動方式の球形整粒機であるマルメライザー（登録商標：ダルトン製）を用いて粒状NK化成肥料を整粒することがより好ましい。

【0037】

整粒機の処理時間は、 $0.2 \sim 5.0$ 分の範囲内にあることが好ましく、 $0.3 \sim 3.0$

10

20

30

40

50

分の範囲内であることがより好ましい。整粒機の処理時間が上記を超えて低くなると、粒状NK化成肥料のバリ除去が不十分となる。整粒機の処理時間が上記を超えて高くなると、バリ以外の部分が切削される量が増加し、粒状NK化成肥料の収量が低下する。さらに整粒処理に必要な時間が多くなるため、単位時間あたりの粒状NK化成肥料収量も低下する。

【0038】

整粒機の回転速度は、50～2000回転／分の範囲内にあることが好ましく、100～1500回転／分の範囲内にあることがより好ましい。整粒機の回転速度が上記の範囲より低くなると、粒状NK化成肥料のバリ除去が不十分となり、さらに整粒処理に必要な時間が多くなるため、単位時間あたりの粒状NK化成肥料収量も低下する。整粒機の回転速度が上記の範囲を超えて高くなると、騒音増加および機器寿命の低下といった問題が生ずる。

10

【0039】

所定の粒径以上の粒状NK化成肥料を得るために、分級機を用いて粒状NK化成肥料を分級することが望ましい。乾式分級が可能なものであれば、分級機の種類に特に制限はないが、振動篩を用いることが好ましい。篩の目開きは、所定の粒径を得られる大きさであれば特に制限はないが、1.8～2.2mm、および3.8～4.2mmの目開きであることが好ましく、これら目開きを有する篩を組み合わせると粒径2.0～4.0mmの粒状NK化成肥料を得る分級方法が好ましい。

【0040】

本発明の粒状NK化成肥料は、粒子Aは粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子A中70重量%以上を占め、粒子Bは粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子B中60重量%以上を占め、かつ、該肥料中に硫酸アンモニウムが50～80重量%、塩化カリウムが50～20重量%含まれている。

20

【0041】

この粒状NK化成肥料に含まれる硫酸アンモニウムと塩化カリウムの量は、硫酸アンモニウムが55～75重量%、塩化カリウム45～25重量%が含まれていることがより好ましく、硫酸アンモニウムが60～70重量%、塩化カリウム40～30重量%が含まれていることがさらに好ましい。硫酸アンモニウムが50重量%未満、塩化カリウムが50重量%超含まれている場合は、塩化カリウムの比率が多すぎて粒硬度が低下し、粉化しやすくなる。硫酸アンモニウムが80重量%超、塩化カリウムが20重量%未満含まれている場合は、粒状NK化成肥料中の窒素肥料成分とカリウム肥料成分の比率に偏りが生じ、作物の生育に支障が出る。粒状NK化成肥料中に含まれる硫酸アンモニウムと塩化カリウムの量は粒子Aおよび粒子Bの配合量を調整することによって所望の範囲とすることができる。

30

【0042】

また、本発明の粒状NK化成肥料において粒子Aは、好ましくは0.25mmを超え1.7mm以下が70重量%以上であり、さらに好ましくは0.25mmを超え1.4mm以下が70重量%以上である。粒子Aの粒径が2mmを超えるものが多い場合は、造粒する際に粒子同士の接触面積が小さく造粒しにくくて造粒物中に占める原料の割合が少ないため粒硬度の低下を生じる。粒子Aの粒径が0.25mm以下のものが多い場合は、粒子Aのかさ密度が低下して造粒しにくく、原料の損失量が増加する。粒子Aの粒径は、篩（目開き9メッシュ＝2.0mm、目開き10メッシュ＝1.7mm、12メッシュ＝1.4mm、目開き60メッシュ＝0.25mm）で分級して求めることができる。

40

【0043】

粒状NK化成肥料中の粒子Bの粒径は、0.25mmを超え2mm以下が60重量%以上であることが好ましい。より好ましくは0.25mmを超え1.4mm以下が60重量%以上であり、さらに好ましくは0.25mmを超え1.0mm以下が60重量%以上である。粒子Bの粒径が2mmを超えるものが多い場合は、造粒する際に粒子同士の接触面積が小さく造粒しにくくて粒硬度の低下を生じる。粒子Bの粒径が0.25mm以下のものが多い場合は、粒子Bのかさ密度が低下して造粒しにくく、原料の損失量が増加する。粒

50

粒子Bの粒径は、篩（目開き9メッシュ＝2.0mm、目開き12メッシュ＝1.4mm、16メッシュ＝1.0mm、目開き60メッシュ＝0.25mm）で分級して求めることができる。係る粒子Aおよび粒子Bの粒径の範囲および量の調整方法としては、成型前の粒子Aまたは粒子Bにおいて篩い分けを行って調整することにより所望の範囲とすることができる。なお、成型方法として先述の好ましい方法を用いた場合には成型の段階での粒子Aあるいは粒子Bの崩壊の影響を極小化することができ、すなわち、成型前の粒子Aあるいは粒子Bの粒度分布を維持した状態で粒状肥料とすることができる。従って、本発明の粒状NK化成肥料を得るにおいては、粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子A中70重量%以上を占める粒子Aと、粒径が0.25mmを超え、2mm以下の粒子が粒子B中60重量%以上を占める粒子Bの混合物を成型することが好ましく採用できる。

10

【0044】

粒状NK化成肥料の二次粒子形成直後の粒硬度は、2kgf以上であることが好ましい。粒硬度が2kgf未満であると、粒状NK化成肥料の製造工程における整粒の際にロスが大きくなり、分級においては粉化が発生しやすくなる。より好ましくは2.5kgf以上であり、さらに好ましくは3.0kgf以上である。なお、粒状NK化成肥料の二次粒子形成直後の粒硬度は木屋式硬度計で粒状NK化成肥料20粒の粒硬度を測定し、これら粒硬度の平均値を粒硬度とする。

【0045】

粒硬度は二次粒子形成から時間経過すると若干変動しうるが、使用時および運搬時を想定しての製品として流通される際の本発明の粒状NK化成肥料の粒硬度としては、2kgf以上5kgf以下であることが好ましい。粒硬度が2kgf未満であると、粒状NK化成肥料の保管中や運搬中にも粉化が発生しやすく、粉体を介しての粒状物どうしの固結の原因となる。また散布時には粒が崩壊して均一な施肥が困難となる。一方、粒硬度が5kgfを越える場合は、土壤中での粒状NK化成肥料の溶解性が悪く、肥効が低下する。より好ましくは3kgf以上5kgf以下であり、さらに好ましくは3.5kgf以上4.5kgf以下である。なお、粒状NK化成肥料の粒硬度は木屋式硬度計で粒状NK化成肥料20粒の粒硬度を測定し、これら粒硬度の平均値を粒硬度とする。

20

【0046】

圧縮造粒機を用いて原料を造粒し、解砕機を用いて圧縮造粒後の造粒物を解砕し、また球形整粒機を用いて造粒物を整粒し、分級機を用いて整粒後の粒状NK化成肥料を分級した際に得られる篩下の微粉は、原料中にリサイクルして混合し、原料として使用することができる。粒状NK化成肥料の収率は、造粒時および整粒時のNK化成肥料の廃棄量をできるだけ削減するため、あるいは廃棄せずに造粒工程へリサイクルするためには60%以上であることが好ましい。より好ましくは65%以上であり、さらに好ましくは70%以上であり、完全に回収できた場合100%が最も好ましい。なお、収率とは、造粒機に投入する肥料組成物の重量に対する造粒および整粒して得られた粒状NK化成肥料の重量割合であって、下記式(2)で示される。

30

【0047】

収率＝（粒状NK化成肥料の重量）／（造粒機に投入する粉状NK混合肥料の重量）
×100（%）・・・（2）

40

【0048】

粒状NK化成肥料の形状は、機械施肥をした場合に作物の葉などに付着せず土壤に落下するよう、粒状NK化成肥料の長軸径と短軸径の比（長軸径／短軸径）が1.0以上1.4以下であることが好ましく、1.0以上1.3以下であることがより好ましく、1.0以上1.2以下であることがさらに好ましい。球形状ではない、例えば平らな形状の圧片肥料であると、葉に付着して落下せず葉やけを生じたり、土への栄養分供給が乏しくなることがある。

【0049】

粒状NK化成肥料の粒径は、機械施肥において、肥料を均一に散布するため、2mm以上

50

4 mm以下が90%以上が好ましい。より好ましくは2.5 mm以上3.5 mm以下が90%以上である。所定の粒径の粒状NK化成肥料は、分級機を用いて分級することができ、乾式分級が好ましく採用できる。乾式分級機の種類には特に制限はないが、振動篩を用いることが好ましい。篩の目開きは、所定の粒径を得られる大きさであれば特に制限はないが、1.8～2.2 mm、および3.8～4.2 mmの目開きであることが好ましく、これら目開きを有する篩を組み合わせで粒径2.0～4.0 mmの粒状NK化成肥料を得る分級方法が好ましい。篩（目開き5メッシュ＝4.0 mm、6メッシュ＝3.5 mm、8メッシュ＝2.5 mm、9メッシュ＝2.0 mm）で分級して求めることができる。

【0050】

粒状NK化成肥料のかさ密度は、機械施肥において均一散布できかつ水田等において着水後すぐに沈降して土壌に着地するよう0.91 g/ml以上0.96 g/ml以下であることが好ましく、0.93 g/ml以上0.96 g/ml以下であることがより好ましく、0.95 g/ml以上0.96 g/ml以下であることがさらに好ましい。なお、粒状NK化成肥料のかさ密度は、「JIS R 1628：1997 ファインセラミックス粉末のかさ密度測定方法」に準じて測定する。

【0051】

粒状NK化成肥料の水分率は、長期保管中の粒状NK化成肥料どうしの固結を防止する観点で1.0重量%未満であることが好ましい。より好ましくは0.5重量%以下であり、さらに好ましくは0.3重量%以下である。粒状NK化成肥料の水分率は、公定肥料分析法に従い加熱減量法で測定した値である。

【0052】

固結とは、粒どうしが接触部分で架橋して塊になる現象であり、機械散布する際に塊により散布がしにくかったり、できなかつたりして施肥効率が低下するだけでなく、均一に散布できなかった場合には作物の生育にも悪影響を与える。粒状NK化成肥料の固結率は、取り扱いを容易にするため20%以下であることが好ましい。固結率が20%を超えるとホッパーからの流動性が低下し、機械施肥が困難になることがある。より好ましくは15%以下であり、さらに好ましくは10%以下であり、全く固結がない0%が最も好ましい。なお、固結率はポリ製小袋に充填した粒状NK化成肥料750 gを上部と下部にダミーの肥料袋1袋（1袋あたり750 g）ずつ置き、その上部に木製板を置いて堆積し、60 kgの錘で一ヶ月荷重後の粒状NK化成肥料のうち固結部分重量の割合（%）であり、下記式（3）で示される。

【0053】

固結率＝（一ヶ月間荷重後の固結部分重量）／750×100・・・（3）。

【0054】

粒状NK化成肥料の固結強度は、1 kg/cm²以下であることが好ましい。1 kg/cm²以上であると、例えば固結部分がフレコンから流れ出にくいため、ホッパーに投入することが容易ではない、あるいは機械施肥において生育させる植物まで粒状NK化成肥料を均一に散布できないなど、取り扱い性に劣る。より好ましくは固結強度が0.5 kg/cm²以下であり、さらに好ましくは0.2 kg/cm²以下である。なお、固結強度は、山中式土壤硬度計を使用して針部を肥料上面に対して垂直に圧入して測定した値である。

【0055】

粒状NK化成肥料の粉化率は、保管時の固結を防ぐため1.0%以下であることが好ましい。粉化率が1.0%を越えると粉化した粉体を介して保管時に固結しやすく、さらには機械施肥において生育させる植物まで粒状NK化成肥料をまくことができないなど、取り扱い性に劣る。より好ましくは0.5%以下であり、さらに好ましくは0.3%以下であり、全く粉化がない0%が最も好ましい。なお、粉化率は粒状NK化成肥料750 gに対して60 kgの錘で一ヶ月荷重後の粒状NK化成肥料のうち、目開き2 mmの篩を使用して得た粒径が2 mm以下のものの割合（%）であり、下記式（4）で示される。

【0056】

粉化率 = (粒径 2 mm 以下の重量) / 750×100 . . . (4)。

【0057】

造粒、解砕、整粒、および分級して粒状 N K 化成肥料を製造した後、粒状 N K 化成肥料に、固結防止材としてタルク、クレー、カオリン、ベントナイト、ポリエチレングリコール、ステアリン酸金属塩、ラウリル硫酸金属塩、炭酸カルシウム、酸化ケイ素、テレフタル酸カルシウム、酸化アルミニウム、酸化チタン、リン酸カルシウム、およびフッ化リチウムから選ばれる少なくとも一種を粒状 N K 化成肥料表面に被覆して粒状 N K 化成肥料とすることができる。被覆する方法としては、粉状 N K 混合肥料を含む原料を造粒および整粒し、分級機で分級した後に均一に被覆されていれば、分級機出口で添加してもよいし、ミキサーを用いて混合し被覆してもよいし、ベルトコンベア上で吹き付けを行って被覆してもよい。

10

【0058】

粒状 N K 化成肥料に対する固結防止材の添加量は、粒状 N K 化成肥料 100 重量%に対して 0.05 ~ 3.0 重量%が好ましく、装置への付着によるロスや、単位重量当たりの肥料成分含有量への影響がなく、肥料として溶解性がよい肥料を得るためには粒状 N K 化成肥料組成物 100 重量%に対して 0.1 ~ 0.3 重量%がより好ましい。装置への付着ロスをより少なくするためには、粒状 N K 化成肥料 100 重量%に対して 0.15 ~ 0.25 重量%がさらに好ましい。

【0059】

本発明の粒状 N K 化成肥料を用いるにおいては、単肥、あるいは他の粒状肥料をドライブレンドして得られるバルクブレンド肥料のいずれとしても良い。この混合肥料は任意の割合でブレンドできるため、作物毎に対応したブレンドを行うことができる。

20

【実施例】

【0060】

本発明を更に詳しく実施例を用いて以下に説明するが、本発明は以下の実施例に限定して解釈されるものではない。

【0061】

特記しないかぎり、%表記は重量%を示す。物性等の測定方法は以下のとおりである。

(1) 粒子 A と粒子 B の成型前での粒径

粒子 A と粒子 B の成型前段階での粒径は、目開き 9 メッシュ = 2.0 mm、および目開き 60 メッシュ = 0.25 mm の篩を使用して、下記式により 0.25 mm を超え 2 mm 以下の粒径の割合を算出した。

30

$0.25 \text{ mm を超え } 2 \text{ mm 以下の粒径割合 (\%)} = (\text{粒径 } 0.25 \text{ mm を超え } 2 \text{ mm 以下の重量}) / (\text{篩分け前の粒子の重量}) \times 100$

(2) 粒子 A と粒子 B の粒状 N K 化成肥料成型後の粒径

粒子 A と粒子 B の粒状 N K 化成肥料内での粒径は、断面を光学顕微鏡観察にて解析し、白色物を粒子 A、赤色物を粒子 B と識別してランダムに 100 粒の粒径を測定した。

(3) 粒子 A と粒子 B の成型前でのかさ密度

粒子 A と粒子 B の成型前段階でのかさ密度は、「JIS R 1628 : 1997 ファインセラミックス粉末のかさ密度測定方法」に準じて測定した。

40

(4) 粒状 N K 化成肥料の二次粒子形成直後の粒硬度

粒状 N K 化成肥料の二次粒子形成直後 (成型直後) の粒硬度は、木屋式硬度計で造粒物 20 粒の粒硬度を測定し、これら粒硬度の平均を求めたものである。

(5) 粒状 N K 化成肥料の収率

粒状 N K 化成肥料の収率は、造粒機に投入する粉状 N K 混合肥料の重量に対する造粒および整粒して得られた粒状 N K 化成肥料の重量であって、下記式により算出した。

$\text{粒状 N K 化成肥料の収率 (\%)} = (\text{粒状 N K 化成肥料の重量}) / (\text{造粒機に投入する粉状 N K 混合肥料の重量}) \times 100$

(6) 粒状 N K 化成肥料の粒径

粒状 N K 化成肥料の粒径は、目開き 9 メッシュ = 2.0 mm および 5 メッシュ = 4.0 mm

50

mの篩を使用して、下記式により2 mm以上4 mm以下の粒径の割合を算出した。

粒状NK化成肥料の2 mm以上4 mm以下の粒径割合(%) = (粒径2 mm以上4 mm以下の重量) / (篩分け前の粒状NK化成肥料の重量) × 100

(7) 硫酸アンモニウムと塩化カリウムの粒状NK化成肥料成形後の含有量

硫酸アンモニウムと塩化カリウムの粒状NK化成肥料内での含有量は、成型前の粒子A、成型前の粒子B、および粒状NK化成肥料を公定肥料分析法により成分分析して、ホルムアルデヒド法によりアンモニア性窒素の含有量を、原子吸光法によりK₂O換算でのカリウム含有量を測定し、下記式により硫酸アンモニウムと塩化カリウムの粒状NK化成肥料内での含有量を算出した。

硫酸アンモニウムの粒状NK化成肥料成形後の含有量(%) = (粒状NK化成肥料のアンモニア性窒素の含有量) / (粒子Aの成型前のアンモニア性窒素の含有量) × 100

塩化カリウムの粒状NK化成肥料成形後の含有量(%) = (粒状NK化成肥料のK₂Oの含有量) / (粒子Bの成型前のK₂Oの含有量) × 100

(8) 粒状NK化成肥料の長軸径と短軸径の比(長軸径/短軸径)

粒状NK化成肥料の長軸径と短軸径の比は、粒状NK化成肥料の写真撮影画像を使用して画像解析式の粒径測定装置により長軸径と短軸径を測定し、長軸径を短軸径で割ることで算出した。

(9) 粒状NK化成肥料のかさ密度

粒状NK化成肥料のかさ密度は、「JIS R 1628:1997 ファインセラミックス粉末のかさ密度測定方法」に準じて測定した。

(10) 粒状NK化成肥料の水分率

粒状NK化成肥料の水分率は、加熱前の粒状NK化成肥料を130℃で3時間加熱後に重量測定を行った際の加熱減量により求めた値であり、下記式で算出した。

粒状NK化成肥料の水分率(重量%) = ((加熱前の粒状NK化成肥料重量) - (加熱後の粒状NK化成肥料重量)) / (加熱前の粒状NK化成肥料重量) × 100

(11) 粒状NK化成肥料の固結率

粒状NK化成肥料の固結率は、ポリ製小袋に充填した粒状NK化成肥料750gを上部と下部にダミーの肥料袋1袋ずつ置き、その上部に木製板を置いて堆積し、60kgの錘で一ヶ月間荷重後の粒状NK化成肥料のうち固結部分重量の割合であり、下記式で算出した。

粒状NK化成肥料の固結率(%) = (一ヶ月間荷重後の固結部分重量) / 750 × 100

(12) 粒状NK化成肥料の固結強度

粒状NK化成肥料の固結強度は、山中式土壤硬度計を使用して針部を肥料上面に対して垂直に圧入して測定した値である。

(13) 粒状NK化成肥料の粉化率

粒状NK化成肥料の粉化率は、粒状NK化成肥料750gに対して60kgの錘で一ヶ月間荷重後の粒状NK化成肥料組成物のうち、目開き2mmの篩を使用して得た粒径が2mm以下のものの割合であり、下記式で算出した。

粒状NK化成肥料の粉化率(%) = (粒径2mm以下の重量) / 750 × 100

実施例1～5、参考例1、比較例1～4においては、表1に示す硫酸アンモニウムから実質的になる粒子(表中では粒子Aと表記)と塩化カリウムから実質的になる粒子(表中では粒子Bと表記)を成形して粒状NK化成肥料を製造した。なお、粒子Aはカプロラクタム製造の副生物である配向度0.997の晶析品を使用した。また、粒子BはBB肥料製造工場の分級工程で得られる篩下品を使用した。

【0062】

(実施例1)

粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が73重量%の硫酸アンモニウム粒子(粒子A)80重量%と粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が61重量%の塩化カリウム粒子(粒子B)20重量%とを、混合機としてダウ・ミキサー(株式会社新日南製)に供給して10分間混合した。次いで、該混合物を造粒機としてブリケッタ(登録商標)BS S-I V型(新東工業製)に供給し、ロール有効幅を185mm、ロール圧力を8.3kN

10

20

30

40

50

／cm、バリ厚みを1.70mm、ポケットサイズを $\phi 3.9\text{mm} \times 0.94\text{mm}$ 、ローラー回転数50rpmで造粒を行い、粗砕機にて破碎した後、目開き6.7mm、5.2mm、2.2mmの篩いを有する3段解砕篩機（興和工業所製）に投入し、解砕メディア（ナイロン硬球ボール上段200個、下段200個）で解砕した。続いて、該造粒物をマルメライザー（ダルトン製）に篩上解砕品を投入し、回転数225rpmで20秒間整粒処理を行った後に、目開き2mmの篩を有する円形振動篩機（ダルトン製）に供給して分級を行い、目開き2mmの篩上品を粒状NK化成肥料として回収した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は2.8kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は79%、2mm以上4mm以下粒径の割合は95%で、長軸径は3.9mm、短軸径は3.55mmであって、長軸径と短軸径の比（長軸径／短軸径）は1.10、粒状NK化成肥料中の粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Aは71%、粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Bは61%、硫酸アンモニウム含有量は79重量%、塩化カリウム含有量は20重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.96g/ml、水分率は0.31重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は0%、固結強度は0kg/cm²、粉化率は0.03%であった。

【0063】

（実施例2）

粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が75重量%の粒子A70重量%と粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が68%の粒子B30重量%とした以外は実施例1と同様の方法で混合、造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は2.6kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は75%、2mm以上4mm以下粒径の割合は95%で、長軸径は3.9mm、短軸径は3.55mmであって、長軸径と短軸径の比（長軸径／短軸径）は1.10、粒状NK化成肥料中の粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Aは74%、粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Bは67%、硫酸アンモニウム含有量は69重量%、塩化カリウム含有量は29重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.95g/ml、水分率は0.28重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は0%、固結強度は0kg/cm²、粉化率は0.06%であった。

【0064】

（実施例3）

粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が71%の粒子A60重量%と粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が64%の粒子B40重量%とした以外は実施例1と同様の方法で混合、造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は2.3kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は71%、2mm以上4mm以下粒径の割合は95%で、長軸径は3.9mm、短軸径は3.50mmであって、長軸径と短軸径の比（長軸径／短軸径）は1.11、粒状NK化成肥料中の粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Aは70%、粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Bは64%、硫酸アンモニウム含有量は60重量%、塩化カリウム含有量は40重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.94g/ml、水分率は0.22重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は0%、固結強度は0kg/cm²、粉化率は0.08%であった。

【0065】

（実施例4）

粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が77%の粒子A50重量%と粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が63%の粒子B50重量%とした以外は実施例1と同様の方法で混合、造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は2.1kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は68%、2mm以上4mm以下粒径の割合は95%で、長軸径は3.8mm、短軸径は3.45mmであって、長軸径と短軸径の比（長軸径／短軸径）は1.10、粒状NK化成肥料中の粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Aは74%、粒径0.25mmを超え2mm以

下の粒子Bは63%、硫酸アンモニウム含有量は50重量%、塩化カリウム含有量は49重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.91 g/ml、水分率は0.24重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は0%、固結強度は0 kg/cm²、粉化率は0.09%であった。

【0066】

(実施例5)

粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子が75%の粒子A 70重量%と粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子が68%の粒子B 30重量%を、混合機としてダウ・ミキサー（株式会社新日南製）に供給して10分間混合した。次いで、該混合物を造粒機としてブリケッタ（登録商標）BSS-IV型（新東工業製）に供給し、ロール有効幅を185 mm、ロール圧力を8.3 kN/cm、バリ厚みを1.70 mm、ポケットサイズをφ3.9 mm×0.50 mm、ローラー回転数50 rpmで造粒を行い、粗砕機にて破碎した後、目開き6.7 mm、5.2 mm、2.2 mmの篩いを有する3段解砕篩機（興和工業所製）に投入し、解砕メディア（ナイロン硬球ボール上段200個、下段200個）で解砕した。続いて、該造粒物をマルメライザー（ダルトン製）に篩上解砕品を投入し、回転数225 rpmで20秒間整粒処理を行った後に、目開き2 mmの篩を有する円形振動篩機（ダルトン製）に供給して分級を行い、目開き2 mmの篩上品を粒状NK化成肥料として回収した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は2.7 kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は74%、2 mm以上4 mm以下粒径の割合は95%で、長軸径は3.9 mm、短軸径は2.7 mmであって、長軸径と短軸径の比（長軸径/短軸径）は1.44、粒状NK化成肥料中の粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子Aは73%、粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子Bは67%、硫酸アンモニウム含有量は70重量%、塩化カリウム含有量は29重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.91 g/ml、水分率は0.25重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は8.4%、固結強度は2.1 kg/cm²、粉化率は0.4%であった。

【0067】

(参考例1)

ロール圧力を4.0 kN/cmとした以外は実施例2と同様の方法で混合、造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は1.2 kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は58%、2 mm以上4 mm以下粒径の割合は94%で、長軸径は3.9 mm、短軸径は3.4 mmであって、長軸径と短軸径の比（長軸径/短軸径）は1.15、粒状NK化成肥料中の粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子Aは73%、粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子Bは68%、硫酸アンモニウム含有量は68重量%、塩化カリウム含有量は30重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.89 g/ml、水分率は0.25重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は10.1%、固結強度は4.7 kg/cm²、粉化率は1.5%であった。

【0068】

(比較例1)

粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子が77%の粒子A 45重量%と粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子が63%の粒子B 55重量%とした以外は実施例1と同様の方法で混合、造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は1.5 kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は56%、2 mm以上4 mm以下粒径の割合は94%で、長軸径は3.8 mm、短軸径は3.4 mmであって、長軸径と短軸径の比（長軸径/短軸径）は1.12、粒状NK化成肥料中の粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子Aは73%、粒径0.25 mmを超え2 mm以下の粒子Bは63%、硫酸アンモニウム含有量は45重量%、塩化カリウム含有量は54重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.92 g/ml、水分率は0.22重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は20.4%、固結強度は6.9 kg/cm²、粉化率は1.7%であった。

【0069】

(比較例2)

粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が55%の粒子A70重量%と粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が48%の粒子B30重量%とした以外は実施例1と同様の方法で混合、造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒状NK化成肥料の粒硬度は1.1kgfであった。また、粒状NK化成肥料の収率は44%、2mm以上4mm以下粒径の割合は94%で、長軸径は3.8mm、短軸径は3.45mmであって、長軸径と短軸径の比(長軸径/短軸径)は1.10、粒状NK化成肥料中の粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Aは53%、粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Bは47%、硫酸アンモニウム含有量は69重量%、塩化カリウム含有量は29重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.88g/ml、水分率は0.26重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は15.3%、固結強度は5.7kg/cm²、粉化率は1.3%であった。

10

【0070】

(比較例3)

粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が74%の粒子A100重量%とした以外は実施例1と同様の方法で造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒子の粒硬度は1.4kgfであった。また、該粒子の収率は60%、2mm以上4mm以下粒径の割合は95%で、長軸径は3.9mm、短軸径は3.55mmであって、長軸径と短軸径の比(長軸径/短軸径)は1.10、粒状NK化成肥料中の粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Aは71%、硫酸アンモニウム含有量は100重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.95g/ml、水分率は0.34重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は8.8%、固結強度は3.1kg/cm²、粉化率は1.0%であった。

20

【0071】

(比較例4)

粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子が65%の粒子B100重量%とした以外は実施例1と同様の方法で造粒、解砕、整粒、分級して粒状NK化成肥料を製造した。造粒直後の粒子の粒状NK化成肥料の粒硬度は0.8kgfであった。また、該粒子の収率は22%、2mm以上4mm以下粒径の割合は94%で、長軸径は3.8mm、短軸径は3.4mmであって、長軸径と短軸径の比(長軸径/短軸径)は1.12、粒状NK化成肥料中の粒径0.25mmを超え2mm以下の粒子Bは61%、塩化カリウム含有量は99重量%であった。また、粒状NK化成肥料のかさ密度は0.90g/ml、水分率は0.24重量%、固結テスト1ヶ月後の固結率は4.8%、固結強度は1.5kg/cm²、粉化率は9.4%であった。

30

【0072】

結果を表1に示す。

【0073】

40

50

【表 1】

【表 1】	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
肥料成分	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子A	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	73 0.98 80	75 0.97 70	71 0.97 60	77 0.98 50	75 0.97 70	75 0.97 70
	二次粒子形成直後の造粒物特性	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子B	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30
		二次粒子形成直後の造粒物特性	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	2.8 2.6 79	2.3 2.1 71	2.3 2.1 71	2.1 2.1 68	2.3 2.1 71	2.3 2.1 71
		二次粒子形成直後の造粒物特性	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30
粒状肥料組成物特性	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子A	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	73 0.98 80	75 0.97 70	71 0.97 60	77 0.98 50	75 0.97 70	75 0.97 70
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子B	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子C	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	73 0.98 80	75 0.97 70	71 0.97 60	77 0.98 50	75 0.97 70	75 0.97 70
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子D	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子E	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	73 0.98 80	75 0.97 70	71 0.97 60	77 0.98 50	75 0.97 70	75 0.97 70
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子F	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子G	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	73 0.98 80	75 0.97 70	71 0.97 60	77 0.98 50	75 0.97 70	75 0.97 70
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子H	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子I	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	73 0.98 80	75 0.97 70	71 0.97 60	77 0.98 50	75 0.97 70	75 0.97 70
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子J	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子K	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	73 0.98 80	75 0.97 70	71 0.97 60	77 0.98 50	75 0.97 70	75 0.97 70
	硫酸アンモニウムから実質的になる粒子L	粒径分布 (0.25mmを超え2mm以下) かさ密度 量	% g/mL 重量%	61 1.07 20	68 1.05 30	64 1.06 40	63 1.07 50	68 1.05 30	68 1.05 30

【0074】

以上に説明されるとおり、原料である硫酸アンモニウムから実質的なる粒子（粒子A）と塩化カリウムから実質的なる粒子（粒子B）の粒径分布と、粒子Aと粒子Bの量的割合を所定の範囲とすることで、粒硬度が高くて製造後の肥料収率が高く、また、球状であって肥料保管中にも粉化が生じにくく、かつ固結が発生しない粒状NK化成肥料を得ることができるが判る。

【産業上の利用可能性】

【0075】

本発明による粒状NK化成肥料は、保管時に粉化し固結して流動性が低下することがなく

、小規模農場での人の手による施肥のみならず、大規模農場での機械散布を行うことができる。また、用途・目的に応じて粒状N K化成肥料を他の粒状肥料と任意の割合でドライブレンドしたバルクブレンド肥料にできるため、米、野菜、果物等の生育に使用することができる。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2017-149626 (JP, A)
特開 2017-132659 (JP, A)
特開 2013-177287 (JP, A)
特開昭 52-030659 (JP, A)
特開 2000-095590 (JP, A)
特開昭 61-122179 (JP, A)
特開平 06-340483 (JP, A)
米国特許第 05114458 (US, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C05G 1/00
C05D 1/02
C05C 3/00
C05G 5/00