

## BB 肥料

BB 肥料 (Bulk blending fertilizer) は、複合肥料の一種で、2 種以上の粒状肥料原料を使って、化学反応を伴わず、単純に物理的に混合した肥料である。粒状配合肥料 (granular blending fertilizer) ともよばれている。本邦の肥料取締法では指定配合肥料に該当し、登録された肥料のみが配合された場合は、基本的に届け出するだけで生産や輸入することができる。肥料登録等の煩雑な手続きが不要であるため、土壌や作物に合わせて作る銘柄が非常に多い。

通常の粒状化成肥料に比べ、BB 肥料は次の特徴がある。

- ① 化成肥料が各粉状の肥料原料を混合して造粒するなど化学反応を伴って造られる肥料に対して、BB 肥料は 2 種類以上の粒状肥料原料を物理的に混合しただけである。配合比率を変えるだけで同じ原料を使用して様々な養分バランスの肥料を製造することができる。
- ② 肥料の製造過程に於いて粉碎・造粒・乾燥・篩別の工程が不要であるため、製造コストが大幅に抑えられている。
- ③ 化成肥料工場が造粒・乾燥等の工程があり、少品種大量生産に向いているのに対して、BB 肥料は肥料原料を混合するだけなので、銘柄の切替が容易で、土壌分析に基づく地域銘柄の製造が可能である。
- ④ 配合比率の少ない原料が均一に混合することが困難である。微量元素など配合量が少ない原料では、製品に於ける分布のバラツキが大きい。但し、予め粘着材等と配合処理してから混合すれば、幾分軽減される。
- ⑤ 混合、輸送保管、施用に肥料粒子の二次分離が発生しやすい。

BB 肥料は 1940 年代後半にアメリカに発祥され、その特徴より瞬く普及されてきた。古いデータではあるが、1992 年現在、アメリカでは BB 肥料プラントが 7500 ヶ所以上、化学肥料販売量の 45.9%が BB 肥料であった。バルクブレンダーと呼ばれる業者が大農園向けにバラ原料の混合から施肥まで一貫して行なうところが多い。ただし、1990 年代から UAN (尿素硝安液肥) など液体肥料が次第に普及され、BB 肥料のシェアが減ってきた。

一方、本邦では BB 肥料は製造工程が簡単で、少量多銘柄の生産に適し、土壌診断結果に基づいて合理的な施肥要求を満たしやすく、設備の初期投資が少なく済むため、BB 肥料の製造は中小肥料業者に多く採用されるほか、JA 全農の各県本部または経済連に所有の肥料工場もほとんど BB 肥料工場である。不完全な統計ではあるが、北海道ホクレンが現在販売されている化成・BB 肥料は計 351 銘柄があるが、その 61%、215 銘柄が BB 肥料である。

### 一、 BB 肥料の基本

#### 1. BB 肥料の製造方法

BB 肥料の製造方法は図 1 に示す通りである。比較のために化成肥料の製造方法も併記す

る。

BB 肥料は粒状の尿素、硫酸、DAP、塩化加里などの原料を配合比率の通りに計量して混合機で混合するだけの非常に単純な製造工程である。それぞれの原料が粒状を保ったままランダムに混ぜているだけである。

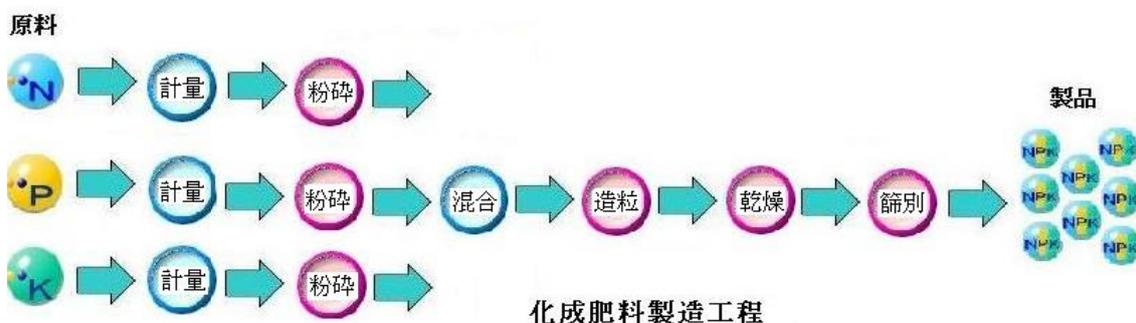
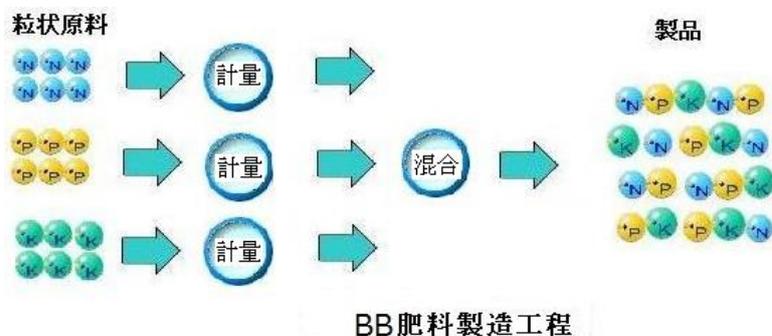


図 1. BB 肥料と化成肥料製造工程の違い

一方、化成肥料はまず、尿素、硫酸、MAP、過りん酸石灰、塩化加里などの原料を処方通りに計量してから粉碎、混合、造粒、乾燥、篩別等の複雑な製造工程を経て、できた個々の粒子に N、P、K 成分がほぼ均等に含まれている。

## 2. 肥料原料の配合可否

BB 肥料は、異なる肥料原料を混合して製造するものである。肥料種類により配合できるか否か、すなわち肥料間の相性が非常に重要である。間違っって混合したら、取り返せないことになる。

有機肥料も含め、すべての肥料は化学物質なので、混合により化学反応が発生することがある。場合により、肥料成分が揮散して、肥効が低下するとか、配合した肥料が固結しやすくなるとか色々理化学性質の問題を生じることがある。従って、各種肥料の配合の可否が把握しなければならない。

肥料の配合可否について、下記の原則を把握すれば、大体判断することができる。

### ① 酸性肥料はアルカリ性肥料とは混合してはいけない

酸性肥料はアルカリ性肥料と混合する場合は、中和反応が起き、成分が変化してしまう

恐れがある。

② アンモニア性窒素を含有する肥料はアルカリ性肥料とは混合してはいけない

アンモニア性窒素を有する硫安、塩安、硝安、MAP、DAP はアルカリ性肥料（熔燐、石灰窒素など）と接触して、化学反応が起き、アンモニア性窒素がアンモニアになって揮散する恐れがある。

③ 硝安は塩化加里、過りん酸石灰とは混合してはいけない

硝安は塩化加里、過りん酸石灰と混合した場合は、吸湿性の強い硝酸カルシウムを生成し、速く吸湿してべたべた状になる恐れがある。

④ 尿素は過りん酸石灰との混合に注意しなければならない

過りん酸石灰に含まれている遊離りん酸、りん酸一カルシウム 1 水塩は尿素と化合反応が起こり、結晶水が析出する。また、吸湿性が強まり、固結現象が発生する。配合してからすぐ施用するには問題がないが、保管期間が長い場合は避けるべきである。

⑤ 尿素は硝安、塩化加里等の吸湿性の強い肥料との混合に注意しなければならない

尿素が硝安、塩化加里等の吸湿性の強い肥料と混合した場合は、吸湿性が增強され、固結現象が発生する。配合してからすぐ施用するには問題がないが、保管期間が長い場合は避けるべきである。

第 1 表. 肥料原料の混合可否相関表

| 肥料種類    | 尿素 | 硫安<br>塩安 | 硝安 | 石灰<br>窒素 | 過石 | 重過<br>石 | DAP<br>MAP | 混合<br>りん<br>肥 | 熔り<br>ん | 塩化<br>加里 | 硫酸<br>加里 | 有機<br>肥料 |
|---------|----|----------|----|----------|----|---------|------------|---------------|---------|----------|----------|----------|
| 尿素      | △  | ○        | ▲  | △        | ○  | ○       | ○          | △             | △       | ○        | ○        | ▲        |
| 硫安・塩安   | ○  | ○        | △  | ×        | ○  | ○       | ○          | ○             | ▲       | ○        | ○        | ○        |
| 硝安      | ▲  | ○        | ○  | ×        | ○  | ○       | ○          | ○             | ×       | △        | ○        | ×        |
| 石灰窒素    | △  | ×        | ×  | ×        | ×  | ×       | ×          | ×             | ○       | ○        | ○        | ○        |
| 過石      | ○  | ○        | ○  | ×        | ○  | ○       | ○          | ○             | ▲       | ○        | ○        | ○        |
| 重過石     | ○  | ○        | ○  | ×        | ○  | ○       | ○          | ○             | ▲       | ○        | ○        | ○        |
| DAP・MAP | ○  | ○        | ○  | ×        | ○  | ○       | ○          | ○             | ×       | ○        | ○        | ○        |
| 混合りん肥   | △  | ○        | ○  | ×        | ○  | ○       | ○          | ○             | ▲       | ○        | ○        | ○        |
| 熔りん     | △  | ▲        | ×  | ○        | ▲  | ▲       | ×          | ▲             | ○       | ○        | ○        | ○        |
| 塩化加里    | ○  | ○        | △  | ○        | ○  | ○       | ○          | ○             | ○       | ○        | ○        | ○        |
| 硫酸加里    | ○  | ○        | ○  | ○        | ○  | ○       | ○          | ○             | ○       | ○        | ○        | ○        |
| 有機肥料    | ○  | ○        | ×  | ○        | ○  | ○       | ○          | ○             | ○       | ○        | ○        | ○        |

註：○は全く問題ない。△は注意が必要である。▲は悪影響が起きる可能性があり、避けてほしいまたは混合後すぐ施用。×は混合不可。

⑥ 尿素は植物油粕、その他の有機肥料との混合に注意しなければならない

植物油粕（大豆粕、菜種粕等）、有機肥料に生息している微生物（ウレアーゼ）が尿素をアンモニアに分解して、アンモニアガスとして揮散する恐れがある。但し、混合してすぐ施用する場合は問題が起きない。

⑦ 石灰窒素は吸湿性の強い肥料との混合に注意しなければならない

石灰窒素は吸湿性の強い肥料と混合して、有効成分のシアナミドが重合してジシアンジアミドになり、一部がアンモニアガスになって揮散する恐れがある。但し、配合してすぐ施用する場合は問題が起きない。

各肥料原料の混合可否に関する関係は表 1 に示す。

### 3. 肥料原料の粒径と比重

原料の粒径（粒度）と比重が BB 肥料の均一性を支配する重要な要素である。BB 肥料の製造、輸送保管、施用に次のような影響を及ぼす。

① 製造への影響

幾つかの原料を混合する際に、比重の重い原料粒子が下層に、粒径の小さい粒子が中央に、粒径の大きい、軽い原料粒子が上層に多く分布する傾向がある。製造後、場所により配合比率通りに均一になりかねない。

② 保管時の影響

輸送保管時の振動等により、粒径が小さく比重が重い粒子が次第に袋の下へ沈み、粒径が大きく、比重が軽い粒子がそのあおりを受けて袋の上層に押し上げられる傾向がある。長距離輸送の場合は、配合された肥料が粒径と比重により再び分離されるおそれがある。

③ 施用への影響

肥料の機械散布では、粒径の大きい、重い粒子は散布距離が長くなり、粒径の小さい、軽い粒子は散布距離が短くなる。粒子粒径のバラツキが大きくと、配合比率通りに均一に施用されない恐れがある。

原料粒子の粒径と比重の悪影響を最小限に抑えるため、粒度分布がやや広く、粒径の中間値と比重に近い原料を選択する必要がある。経験則では、各原料の粒径中間値の差が 10% 以内に、原料間の比重差も  $1.5\text{g/cm}^3$  以内に抑えられれば、BB 肥料が製造、輸送保管、施用に於いて二次分離がほとんど起きないと言われる。なお、粒状肥料の粒径範囲が施肥機械の構造や用途により異なる。本邦では 2~4mm に大部分が収まることが要求されるが、アメリカや中国では 2~5mm に設定されることが多い。

### 4. 粒子の硬度和形状

原料粒子の硬度和形状が製造と輸送保管時に発生する粉化現象に強くかかわる。硬度の低い粒子が混合時の衝突により崩壊され、粉々になるいわゆる粉化現象が発生する確率が高くなる。また、鋭い角を有する粒子が輸送保管の過程に粒子間の摩擦等により角が削られ、粉が発生することもある。

通常、BB 混合機に耐えられる粒子の硬度は粒径 2.0~2.8mm のものについて、圧壊強度 1kgf 以上が必要である。但し、有機原料については、圧壊強度 0.5kgf 以上があれば、一応使用することができる。

粒子の形状については、できれば球状または球状に近い形状が望ましい。角形の粒子では角が円弧を呈する場合は粉化率が低く抑えられる。

## 5. 原料の水分

原料の水分は製造した BB 肥料の固結発生に関わる。原料水分が高くなると、製造された BB 肥料の水分も相応に高く、保管中に固結する可能性がある。また、水分の高い原料が配合後、他の原料との間に化学反応を起こす恐れもある。通常、製品の固結等理化学的品質に悪影響を及ぼさないために原料の水分 1.0% 以下が望ましいが、尿素の場合は 1.5% 以下、DAP の場合は 2.5% 以下、有機原料の場合は 3.0% 以下に制限される。

## 二、 BB 混合機

BB 肥料の製造工程は数種類の粒状肥料原料を計量して混合するだけである。その中で一番重要な設備は BB 混合機である。BB 混合機は主に下記の種類があり、それぞれの特徴を紹介する。

### 1. ブレード回転攪拌混合機

これは固定されている円柱状容器には攪拌用のブレードを付いている回転軸が設置され、回転軸を中心にそのブレードが回転し、攪拌力で粒子を混合させる混合機である。攪拌ブレードの形態によりリボン形、スクリュー形、パドル形の 3 種類がある。また、回転軸の設置方向により、縦型と横型の 2 種類がある。BB 肥料の初期によく使用されるが、生産効率が悪く、粉化率が高く、混合精度が低いなどの理由で、現在は一部の農家が自家使用を除き、ほぼ淘汰された。ブレード回転攪拌混合機の写真は図 2、図 3 に示す。



図 2. 縦型ブレード回転攪拌混合機



図 3. 横型ブレード回転攪拌混合機

**特徴：** コストが安い。小型で設置場所が取らない。操作が簡単。

**短所：** ブレード回転の衝撃で粒子が崩壊しやすく、粉化率が高い。混合精度が低い。生産効率が悪い。

## 2. ドラム式混合機

ドラム式混合機は円筒状の混合室（ドラム）、回転リング、台座、モーター、転動機構、投入口、排出口等から構成される。モーターが転動機構（ブリーまたは変速機）を通してドラムを回転させる。投入された原料粒子がドラムの回転により上昇・落下を繰り返し、次第に分散混合する。粒子の崩壊と粉化を抑えるため、ドラム内にスパイラル羽根のような固定ブレードを装着しない場合が多い。

ドラムの設置方向は水平のほか、一定角度を設け、ドラムを傾斜させることも可能である。

**特徴：** 構造が非常にシンプルで、胴体のサイズが豊富で、需要に合わせて選択余地が広い。価格が安く、広い設置場所が不要。混合に必要な時間が短く、回転混合時間が 2～5min だけである。生産効率が低い。混合精度が高い。粒子に与える衝撃が少なく、粉化率が低い。

**短所：** 胴体を回転させるため、電気消費量がやや多い。開口部があり、粉化しやすい原料では粉じんが立つ。

現在、アメリカや EU、中国などではドラム式混合機が多く採用される。特にアメリカやカナダでは移動式の小型 BB 肥料混合装置としてトラックに設置して、農地に出かけて混合後即施用のために多用される。

小型ドラム式混合機は図 4、移動式ドラム混合機は図 5、ドラム式混合機を使用する小型 BB 肥料工場の写真は図 6 に示す。



図 4. 小型ドラム式混合機



図 5. 移動式ドラム混合機



図 6. 小型 BB 肥料工場の写真

### 3. 累積配合式混合機

数種類の肥料原料をそれぞれに小さな層にして、幾重にも積み重ねることにより混ぜ合わされた状態に近づく混合機である。その構造とメカニズムは図 7 に示す。

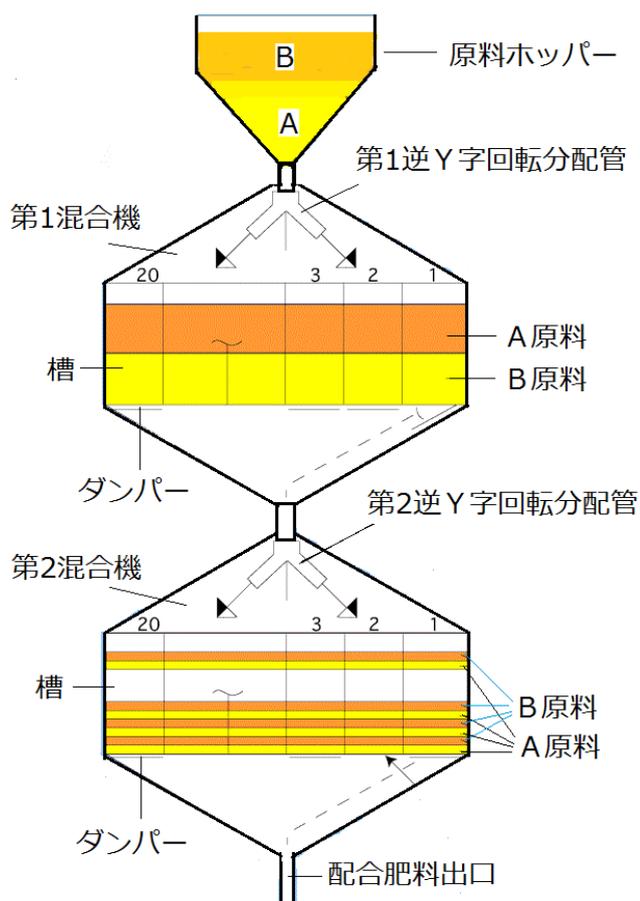


図 7. 累積配合式混合機の構造とメカニズム

累積配合式混合機は図 7 に示すように上下に設置されている 2 台配分混合機から構成される。配分混合機は円柱形または角形の胴体に逆 Y 字形回転分配管、10~24 に分割されている貯槽とダンパー（開閉装置）から構成される。

20 槽の配分混合機を用いて、A、B の 2 種類原料を使う BB 肥料を配合する例で説明する。

まず、肥料原料 A、B が計算された配合比率で順次に計量され、ベルトコンベアまたはバケットエレベーターで引き揚げて、配分混合機上部に設置されている原料ホッパーに貯える。原料ホッパーから A、B 原料が第 1 配分混合機に投入され、回転する逆 Y 字形回転分配管によって円周に沿って分割された 20 個の貯槽に均等に振り分ける。A 原料が配分混合機の貯槽の底に、その上に B 原料を重ねて溜める。第 1 配分混合機に 1 つの槽には全体の 1/20 の A 原料と 1/20 の B 原料が入っていることになる。

次いで、第 1 配分混合機の 1 つの貯槽のダンパーを開放して、貯槽に溜めている A、B 原料を第 2 配分混合機に投入し、回転する逆 Y 字形回転分配管によって、さらに 20 の貯槽に分割して溜める。次いで第 1 配分混合機のもう一つの貯槽のダンパーを開放して、その内容物も 20 槽に分割して前の原料の上に重ねて溜める。20 槽が順次に動作して、A、B 原料がさらにそれぞれ  $1/20 \times 1/20 = 1/400$  に細かく分割され、第 2 配分混合機の貯槽に溜めて、互いに積み重ねることになっている。見かけ上に混合している状態となる。

配合完了後、第 2 配分混合機の 20 個の貯槽のダンパーを順次に開放し、互いに積み重ねる A、B 原料が落下して、包装ラインに送る。



図 8. 累積配合式混合機



図 9. 杉原式肥料累積配合機の写真

**特徴：** 混合精度が高い。生産効率が低い。電気消費量が少ない。振動が少ない。開口部がなく、粉じんの漏洩がない。粒子に与える衝撃が少なく、粉化率が一番低い。

**短所：** 構造が複雑で、価格が高い。設置場所が嵩む。

本邦では、累積配合式混合機が主流で（図 8）、特に杉原エンジニアリング社が開発した杉原式肥料累積配合プラントが市場をほぼ独占している（図 9）。

#### 4. 付属設備

BB 肥料製造ラインは混合機のほか、原料を収容する原料ヤード、原料および製品を輸送するベルトコンベアやバケットエレベーター等の輸送機械、原料に混ざっている異物や大きな塊を除去する篩、原料を計量する秤、製品を包装する機械等の付属設備が必要である。これらの付属設備が混合機の種類、生産能力、製品の包装有無により異なり、必要に応じて適宜に設置する。

### 三、 BB 肥料製造ライン

BB 肥料生産ラインは生産規模、品質要求、工場敷地により混合機の種類と付属設備を選択して特注設計の場合が多い。これという既成ものがない。

図 10 はドラム式混合機を使用する小型 BB 肥料製造ラインの概略図である。

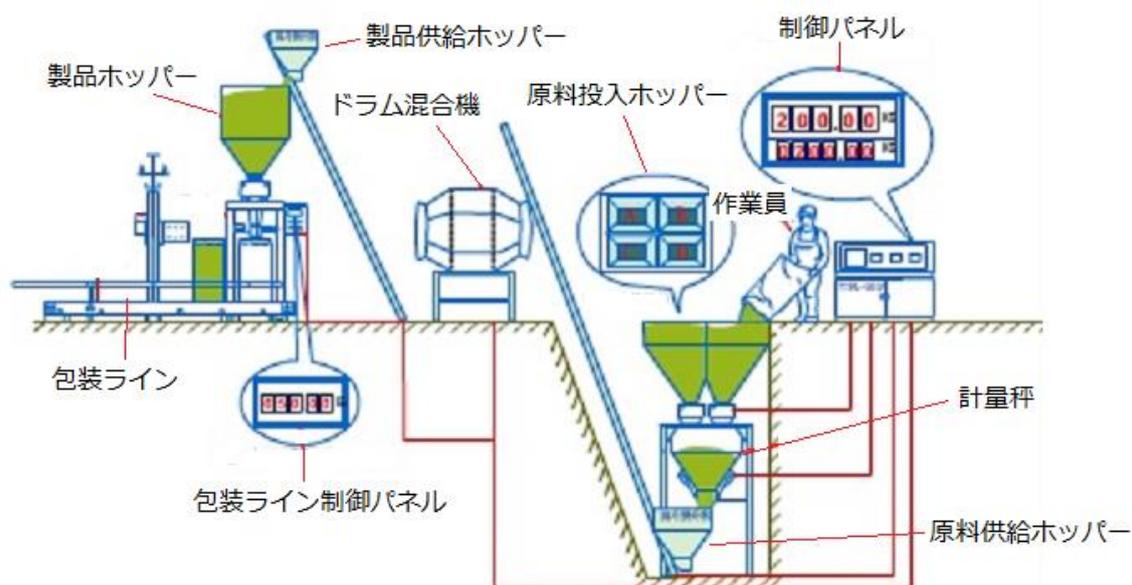


図 10. 小型 BB 肥料製造ライン概略図

作業員がフォークリフトや手押し車を使って肥料原料を運び、それぞれの原料投入ホッパーに投入する。投入された肥料原料は計量されてから、原料供給ホッパーに載せて、ウインチにより揚げられ、ドラム混合機に投入される。

すべての肥料原料を投入してからドラムを回転させて、混合させる。混合時間が 2~5min の場合が多い。混合した BB 肥料が製品供給ホッパーに移され、ウインチにより引揚げ、製品ホッパーに投入される。計量、袋詰め、シールなどを経て、出荷される。

この製造ラインはドラム混合機の有効容量が 500~600kg であるため、生産能力が 4~5 トン/時間である。

図 11 は累積配合式混合機を使用する BB 肥料製造ラインの概略図である。

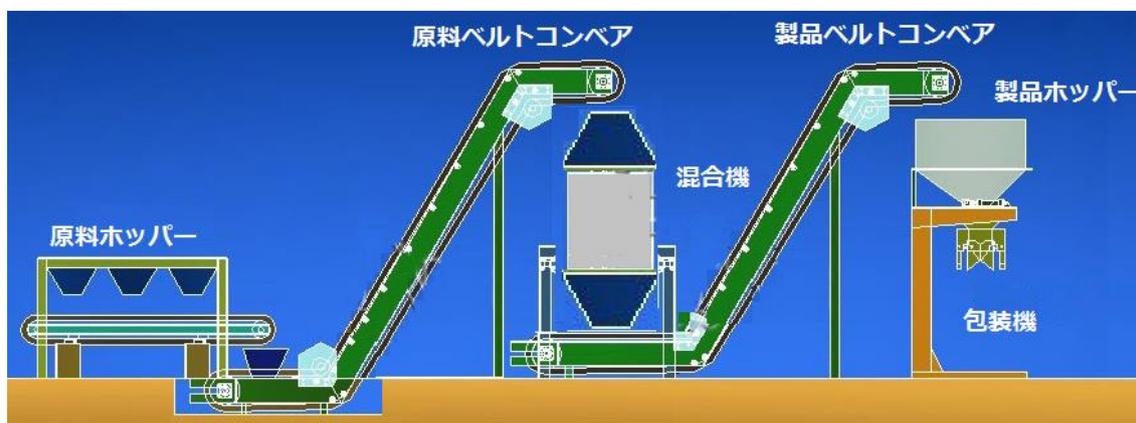


図 11. 累積配合式混合機を使用する BB 肥料製造ライン概略図

肥料原料がショベルローター等を使ってそれぞれの原料ホッパーに投入する。投入された肥料原料は計量されてから、原料供給ベルトコンベアまたはバケットエレベーターにより揚げられ、累積配合式混合機に投入される。

混合された BB 肥料製品は製品ベルトコンベアにより、製品ホッパーに運ばれ、計量、袋詰め、シールなどを経て、出荷される。

この製造ラインは生産能力 6~10 トン/時間である。

#### 四、 注意事項

##### 1. 使用できない原料

登録された肥料であれば、原則的に使用することができるが、次の肥料は登録されても BB 肥料の原料とすることが肥料取締法に禁じられている。注意が必要である。

- ① 廃棄物を原料とする肥料。下水汚泥肥料、し尿汚泥肥料、工業汚泥肥料、混合汚泥肥料、焼成汚泥肥料、汚泥発酵肥料、水産副産物発酵肥料である。
- ② 硫黄及びその化合物
- ③ 特定普通肥料
- ④ 事故肥料。例えば、天災、吸湿、風化、火災、雨もり、生産設備の故障、または袋が破れて肥料以外のものが混入したことにより、変質又は登録証に記載されている規格に適合しなくなった肥料である。
- ⑤ 肥料の品質を低下させるような異物が混入された肥料。例えば、農薬、硝酸化成抑制材などが入っている肥料である。
- ⑥ 液状の肥料

⑦ 石灰質肥料やけい酸質肥料（シリカゲルを除く）。但し、アルカリ分を保証する BB 肥料の場合のみ使用可能である。

詳細は、(独) 農林水産消費安全技術センター (FAMIC) の HP に掲載されている。

## 2. 固結防止

尿素、硝安を原料とする BB 肥料は、別の原料との組み合わせにより吸湿性が一層高まり、固結現象が発生しやすい。製造後すぐ施用する場合を除き、固結防止対策が必要である。

BB 肥料に使用できる固結防止材は、法令によりシリカゲル、滑石粉末、クレー、けい石粉末、けいそう土、シリカヒューム、パーライト及び潤滑油に限られる。また、固結防止材の添加量が、シリカゲル粉末 6%以下、その他の粉末は 3%以下、潤滑油は滑石粉末、クレー、けいそう土又はパーライトと併用されたものであって、0.3%以下に限られる。

各固結防止材の性能と特徴を把握して、適切に使用することが BB 肥料に限らず、すべての肥料の固結を防止するには重要である。