

第 5 章 近代化計画

第5章 近代化計画

5.1 近代化計画について

5.1.1 近代化計画の基本的考え方

人口の増加に伴う食料増産が耕地面積増大の限度に阻まれ、食糧不足が深刻な問題になると想定されている。他方一部先進国では食料の過剰現象があり、生産品の選別、生産の抑制と言った現象も現れている。

中国に於いてはその強力な人口抑制政策にも関わらず人口の増加は続いており、生活水準の向上から来る食生活の変化とも相まって、食糧増産は重要な課題の一つとなっている。

中国の農業生産状況を見ると、農業耕地が減少しているにもかかわらず、肥料特に窒素肥料の施肥量の絶対値が増加し、食料生産全体は増加している。即ち窒素施肥の増加により単位面積あたりの食料生産を増大させることで食糧確保を図る一方、必ずしも食料生産に適さない耕地での農業を中止してきていることが分かる。しかし単位面積あたりの窒素施肥量は米国並になっており、肥料増による増産が期待し難くなりつつある。

磷肥料については、中国は世界最大の消費国であり、その豊富な資源量にもかかわらず、また世界最大の輸入国でもある。磷資源が中国の比較的奥地に存在するため輸送能力及び費用がネックとなること、需要が種々の理由から磷安に集中しているが、原料磷酸の価格競争力が強いとは言えないことから来るものと思われる。

溶成磷肥もまた世界最大の生産を行っている。溶成磷肥の生産及び需要国は数少なく、国を超えた取引も非常に少量で、中国を含めほとんどが生産国で消費されている。中国内の磷肥料の需要は前述の如く磷安に集中しており、溶成磷肥は一定量の需要はあるが急激な需要の伸びは期待出来ない状況である。このため中国内は勿論、雲南省でも激しい企業競争があり淘汰現象が始まっている。

このような状況の中で本工場が生き残って行くために、増産を含めた競争力の強化、新製品開発による他工場との差別化が要請されている。

5.1.2 近代化計画の内容

調査団は以下に述べるような新製品の提案及び技術説明、新工場の概念設計等を提出した。

- (1) 微量要素入りBM溶成燐肥
- (2) 腐植燐
- (3) 煙草公司向け腐植入り肥料のテスト仕様
- (4) 飼料用燐化合物についての技術説明
- (5) 造粒工場の概念設計

5.2 微量元素入りBM溶成燐肥

生物が生育するのに必要な元素のうち、その必要量が微量でよいものを微量元素という。植物においては鉄Fe、マンガンMn、亜鉛Zn、銅Cu、モリブデンMo、塩素Cl、ホウ素Bが現在微量元素とされており、一般に含有量は1,000ppm以下である。高等植物の各微量元素の平均的な含有量はモリブデンが最も少なく、鉄や塩素が比較的多い。これら元素の含有量や必要量は植物の種類によって異なる。例えばホウ素はマメ科の植物やアブラナ科のものは含有量が大きく、イネ科のものは少ない。

このような微量の元素が植物にとって必須であることが判明したのは、鉄以外は20世紀に入って、不純物の少ない化学薬品や純水を用い、ほこりの少ない場所で植物を水耕培養できるようになってからである。

鉄はPHの高い土壌では水酸化鉄などの沈殿を形成し、植物に吸収されにくくなり、植物は鉄欠乏になる。鉄欠乏の植物は一般にクロロフィルの合成ができないため、とくに新しい葉が黄変する。

マンガンもPHの高い土壌で欠乏しやすく、やはり葉が黄白化する。

亜鉛の欠乏している土壌はあまり多くないが、やはりこの元素もpHの高い土壌やリン酸肥料を多く施用した土壌で欠乏が知られている。細胞分裂が阻害されるので萎縮して、葉と葉の間が短くなり叢状を呈したり、かんきつ類では葉が小さくなる。また、トウモロコシやイネで亜鉛欠乏の発生が知られている。

銅が不足するとムギ類などでは不稔のもみが増加する。酵素活性が衰え、アミノ酸が集積し、光合成も抑制される。腐植と呼ばれる有機物の多い土壌に発生しやすい。

モリブデンは酸性土壌で不足する元素で、硝酸還元や窒素固定が順調に進まなくなる。カリフラワーには欠乏症が現れやすく、鞭状葉といって葉の中央の白色の中肋の部分を残して、その周辺の緑色部分の生育が阻害され、細い異形の葉になる。

ホウ素はその植物体内での働きが不明の元素であるが、酸性土壌に石灰を加えて酸度を矯正するととくに現れやすく、日本では欠乏土壌は比較的多い。ダイコンなどはす入りやさめ肌になるし、アブラナなどでは不稔になる。

塩素の欠乏が実際の農地で発生したという例は知られていないが、光合成に関与したり、植物体内で陽イオンとのバランスをとっている元素である。

微量元素の欠乏は、土壌条件が不良で元素が水に溶解しにくくなって発生する場合が多いので、土壌条件を矯正してから養分を補給することが必要である。

この肥料は溶成燐肥に微量の成分を添加しただけであり、現設備でほとんど追加投資なしで製造出来る。又、溶成燐肥とは多少違った肥効を取り上げ、別の効果を持つ肥料として位置づけることにより、溶成燐肥より高い価格で、拡販出来る可能性が高い、現に他の企業よりこのような形で売出されており、早期の参入が望ましい。

5.2.1 製造

BM溶成燐肥の主原料は、溶成燐肥と同様に燐鉱石、蛇紋岩、それに加えて硼素を含む鉱石（硼砂）並びにMn鉱石である。これらの鉱石を電気炉、平炉又は高炉で溶融し、水砕急冷して製造する。即ち、現状の溶成燐肥製造時、高炉装入原料とともに微量要素を投入することで製造し得る。

以下に主要な微量成分として需要のある、硼素とマンガンを含んだ肥料（BM溶成燐肥）について述べる。

BM溶成燐肥の主成分はりん酸苦土けい酸、アルカリ分（石圧苦土）であるが、このほか副成分として鉄をはじめ銅、コバルト、亜鉛等の微量要素も含み、かつMnO、B₂O₃を固溶体の形で含有されている。

5.2.2 製造配分設計

原料名称		P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	MnO	B ₂ O ₃	lg-loss	Base
燐鉱石	1000kg	30.70	45.40	-	9.58	-	-	7.5	925
蛇紋岩	607kg		-	36.00	37.00			15.0	516
Mn鉱石	63kg				30.00	35.8		20.0	50.4
硼砂	18kg						56.3		10.0
									1502.4
原単位		P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂	MnO	B ₂ O ₃		
燐鉱石	666kg	20.45	30.24		22.59				
蛇紋岩	404kg			14.54					
Mn鉱石	42kg					1.50			
硼砂	12kg						0.67		
設計成分		20.45	30.24	14.54	22.59	1.50	0.67		
保証成分		20.0	30.0	13.0	20.0	1.0	0.5		

5.2.3 溶成磷肥に及ぼすMn、BoronとK₂Oの影響

全磷分19~20%の溶成磷肥の場合、MgOの適量は14~16%であるが、MgOを12%程度まで減らしても、FeO MnOを補えば拘溶率に差がなく100%近いものがえられるが、MgOが9%程度以下になると幾分拘溶率の低下が見られる。又、溶成磷肥にMnO FeOを添加した場合、又はMgOをMnOで置換した場合に軟化熔融点が50~60℃低下する。

MnOは溶成磷肥の拘溶率をほとんど下げる事なしに3%程度まで含ませる事が出来る。ZnOの添加の実験も行ったが、揮発性のため思わしい結果が得られなかった。しかし、肥料成分として要望される程度の0.2%位は含ませる事が出来るようである。

一方、硼酸を2%程度添加した場合、溶成磷肥製造時の融点が低下すると共に、そのガラス化も容易となり、高い拘溶率の製品がえられている。この際、標準熔融温度1,420℃よりも20~60℃低い1,310~1,400℃でも十分に良好な製品が得られているので、融点低下の目的のためにも好適と考える。

これらの試験成績を基礎にして現在BM溶成磷肥 (C-B₂O₃ 0.5%、C-MgO 13.0%、C-MnO 1.0% C-P₂O₅ 20%)、又はB溶成磷肥 (C-B₂O₃ 0.6~1.0%、C-MgO 13.0%、C-P₂O₅ 20%) が製造されている。

なお、C-B₂O₃ 2%、C-MnO 4%、C-MgO 15.0%、C-P₂O₅ 20%の製造も可能といわれている。

他にカリ長石やカリ石英粗面岩を使用してカリ含有熔燐の製造も試みられた。しかし、これらの原料はK₂O約10%、SiO₂ 60~70%、Al₂O₃ 20%の組成となっているため、CaO+MgO/SiO₂のモル比が低くなりすぎ、製品の拘溶率が低くなりやすいため実用化されていない。即ち溶成磷肥の拘溶性を高く保つためには、更にドロマイト等の塩基性成分を加える必要がある。単に全磷分14%程度の熔成カリ磷肥を製造した場合、普通の苦土磷肥よりも融点が高いマグネサイトを使用できれば、融点は苦土磷肥と同等程度に保つことが出来ると思われる。しかし、いずれにしてもK₂O 10%程度のシリカアルミナの多いカリ鉍石を用いると、高拘溶率を保つためにはドロマイト等の塩基性成分を多く加える必要があつて、TP、TKとも

低下し有利ではない。

5.2.4 特性

BM溶成磷肥の特性

① 肥料の緩効性

化合物でも混合物でもなく、成分が均一に解け合って原子と酸素とが結びついた、独特な物質（固溶体）となっており、この物質は弱い酸に触れるとつながりが切れて、磷酸、石灰、苦土、珪酸等のイオンとなって溶解する。即ち、溶成磷肥は「拘溶性で水にとけない」からこそ遅効性である。しかし、土壤（粘土）そのものがイオン交換能を持っており、溶成磷肥と土壤との間でイオン交換をして（溶成磷肥の構造を壊して）溶成磷肥が溶解する。

② どの成分も弱い酸にとける

土壤の水が炭酸ガスを含むと酸性を示し、弱アルカリ性の溶成磷肥を溶解する。（炭酸水）

③ 塩類共存効果

土壤中に施される他の肥料から遊離する酸根 (SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、etc) により溶成磷肥が溶ける。特に $\text{KCl} \rightarrow \text{K}^+ + \text{Cl}^-$ の塩化カリの存在で溶成磷肥が溶けやすくなる現象も示す。

④ 接触溶解吸収

作物の根から分泌される根酸 H^+ や有機酸、炭酸ガス等により溶成磷肥が溶解する。

更に堆肥、動植物遺体の分解による有機酸、腐植酸の生成により溶成磷肥は溶解し、土壤微生物の溶解物の利用等々の理由がからみ、溶成磷肥は土壤中で溶解しやすくなるため作物にも吸収利用されやすい。

B_2O_3 ； 硼素が欠乏すると一般に生長点の分裂が止まり、花粉の発育が害され、結実

不良になる。又、養分や水分の通路となる維管束や組織が壊され、それが黒化する等の症状が現れる。豆科植物では根粒菌の生育が悪く、又、各種の植物においては、植物体の萎縮が見られる。ナタネ、大麦、小麦の不稔をはじめ、リンゴ、ブドウ、桑、ホップ、大根、セロリ、亜麻、トウモロコシ、サツマイモ、カブ、大豆、トマト、白菜、カンラン、ビート、ブタンソウetcの生理障害は硼素欠乏によるものである事がよく知られている。

Mn； マンガンは葉緑素の構成成分ではないが、これを欠くと葉緑素の生育発育が不完全となり、葉に黄白色（クロロシス）を起こす。石灰の使用、その他の原因で土の反応性が高く、たとえばPH6.5になると植物にクロロシスを起こすが、これに葉緑素の生成と直接関係のある苦土鉄等を与えても回復しない場合には、マンガンを与えてやると健全状態に回復する事がある。

BM溶成磷肥は溶成磷肥の特性に加え、上記の役割をもつ硼素、マンガンを含有しているので野菜、果樹を中心とした畑作物にはより効果的といえる。しかも含有している成分が拘溶性なので、水溶性の硼素を使用する場合と異なり過剰症の心配はまずないため安心して使用出来る。

BM溶成磷肥は磷酸をはじめ、塩基（カルシウム、マグネシウム）と微量元素（Fe、Mo、Co、Zn、Cu）を含んでいる。更に硼素（B）、マンガン（MnO）をプラスしたものがBM溶成磷肥である。土づくりの資材の条件に最適といえる。

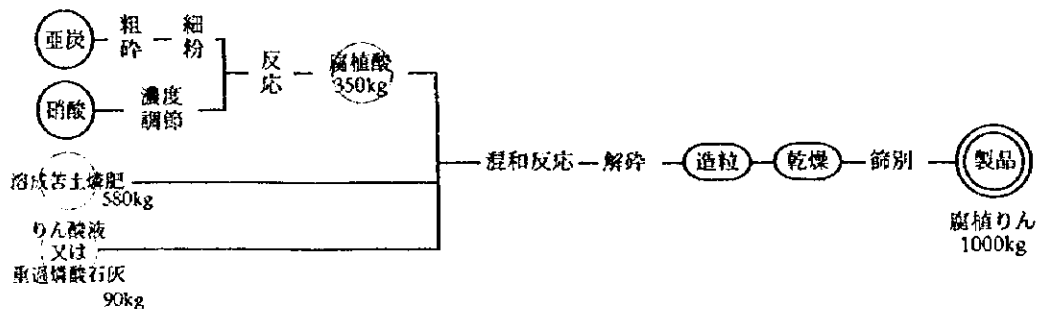
特に稲、わら等、腐熟していない有機物を磷肥と一緒に施すと、土中の微生物が増えて有機物は早く腐熟するので増収につながる特長を有している。

5.3 腐植磷

腐植磷は現在土地改良効果が大きく日本で注目されている肥料の一つである。特に煙草栽培に効果があり、中国に於いても有効な肥料であろうと考え提案した。しかし雲南省での調査の結果、腐植酸の効果については充分認識しているが、腐植酸肥料は現在の農作物の価格と比べ高価であり、ある程度以上の量を施肥する必要があると経済的に使用し難く、農民の購買意欲は弱い事が分かった。このため新製品の提案は後述の煙草用肥料とし、腐植磷については将来の問題として技術説明を行った。なお後述の新造粒工場は腐植磷を対象として設計を行ったものであり、この工場で作製する肥料である。

5.3.1 製造方法の概略

亜炭を硝酸で酸化分解して得られる腐植酸を溶成磷肥と混和し反応させる。これによって溶成磷肥のガラス構造に亀裂が入りもろくなり溶けやすくなる。この段階で新たに水溶性磷酸が生成してくるが、これに少量の重過磷酸石灰を加えて補強し、造粒乾燥した肥料が腐植磷である。



5.3.2 成分

腐植磷の成分

保証成分%			含有成分%		
均溶性磷酸	水溶性磷酸	均溶性苦土	腐植酸	可溶性石灰	可溶性珪酸 (PH6.5~7.0)
15	2	8	35	17	12

5.3.3 特性

- (1) “磷酸は堆肥にくるんで施せ”と昔から言われているが、この形を近代の化学肥料にしたのが腐植磷である。
- (2) 腐食磷は堆肥の主成分である腐植酸で溶成磷肥を包んでいるため、磷酸と土壌の接触が少なくなって磷酸の固定が弱まると共に腐植酸によって溶成磷肥を溶けやすくしている。このため作物に継続してよく吸収され高い肥効を発揮する。
- (3) 堆肥の主成分である、腐植分と磷酸、苦土等がバランスよく同時に供給出来ため土づくりの資材としても効果的である。
- (4) 共存する腐植酸が根の活力を高め根張りをよくする。
- (5) 粒状で蒔きやすい。

5.3.4 施用方法

(1) 適用

- (a) 水稻、麦類をはじめ野菜、果樹、豆類、いも類、工芸作物、花き等全ての作物に適している。
- (b) 腐植の働きで初期生育を促し、異常気象に強い作物を育てるので、良質作物の育成や、寒高冷地及び晩秋、早春の栽培等には特に効果的である。
- (c) あらゆる土壌に適しているが、磷酸の効きが悪い、火山灰土壌や閉墾造成地又は老朽化水田等では特に効果的である。
- (d) 緩衝能があるので、PHが高くなった土壌や、施設栽培等で塩類が集積した土壌でもよい効果が期待可能である。

(2) 使い方

- (a) 一般の磷酸資材に準じ元肥として使用、水溶性磷酸を含み、しかも拘溶性成分も次第に水溶化して溶け出すので、追肥としての表層散布も効果的である。

- (b) 粒状のため蒔きやすく機械散布にも適している。全面全層散布でも溝蒔きでも対応している。
- (c) 稲わらなど粗大有機物や他の肥料との併用は一層効果的である。

(3) 標準施用量

10a当り

水稲	麦	野菜	果樹	茶煙草、桑	いもビート	豆類
30～40kg	30～40kg	40～60kg	40～60kg	40～60kg	40～60kg	30～40kg

5.4 腐植酸（ニトロフミン酸）及び腐植酸マグネシウム・の製造

肥効を考える場合、肥科学に依れば無機質のみならず有機質の存在即ち、腐植、土壤細菌、植物ホルモン等を考えねばならない事が次第に判明し、生物学及び土壌学の分野の新たな知識を加味した肥料、即ち有機無機混合肥料は、無機質と有機質との共存により、肥効が増進する事についての話題が最近の土壌肥科学界を賑わしている。

この問題を提供している有機質とは主として腐植の事で、昔から作物を培う大きな要因が腐植であり、地力の高い肥効の優れた土壌とは、年々莫大な労力をかけて極めて多量の堆厩肥を施用されてきた土壌である事、篤農家がそれをよく熟知して利用してきた事はよく知られている。

この腐植の役割の重要性に着目し、天然の腐植より高い含有量で活性度の優れた腐植を人工的に製造し、これと無機質肥料成分とを結合させて土壌改良剤の作用を兼ねたものが人工フミン酸である。

今回の新製品の提案である、煙草用肥料のテスト仕様の特徴は本工場の製品である溶成磷肥と腐植酸を効果的に配合したことにある。実際には腐植酸は近辺の工場から購入する事となるが、担当者の理解を深めるため腐植酸の作用、製造方法等について記述した。製品の製造、説明、原料としての腐植酸購入時に役立つことを希望している。

5.4.1 ニトロフミン酸について

堆厩肥を構成するフミン酸物質を多く含有する亜炭を原料とし、酸化剤として硝酸を使用すれば90%以上のニトロフミン酸を得る事が出来る。これに他の肥料を混入して肥効試験及び土壌試験を行ったところ、好成績を得る事が出来た。

この腐植にアルカリを作用させると溶解し、この溶解液に酸を加えると沈殿するのがフミン酸で、沈殿せずに残るのがフルボ酸である。またこれらの作用で溶解しないものがヒューミンである。

フミン酸は甚だ漠然とした有機化合物であるが、土壌の物理的・化学的性質を、農作物の生育に向くように改良する作用がある事は経験的に判っていたので、莫大な労力を費やして堆厩肥が施用されてきた。

従って堆厩肥よりも更に多量のフミン酸系物質を含有し、而も活性度が高く、農家が使用し易い形で供給できる人工フミン酸の製造は、農業生産上大きな意義

を持っている。

5.4.2 製造法

極めて有効に働く堆肥の天然フミン酸に匹敵する、活性な形のフミン酸系物質を亜炭類から抽出するか、または天然物自体を手際よくフミン酸系物質に変化させれば、その使用量が堆肥の数十分の一で充分地力増進の目的を果し得る。

この種のフミン酸製造法を概略すると

① 抽出法（アルカリ）

泥炭又は亜炭中のフミン酸及び類似物質をアルカリ（NaOH）で抽出、HClにて沈殿させる。

② 乾式酸化法

石炭又は亜炭に空気、又は水、亜硝酸ガス等の助剤を添加した空気、で加熱反応せしめて酸化する方法

③ 湿式酸化法

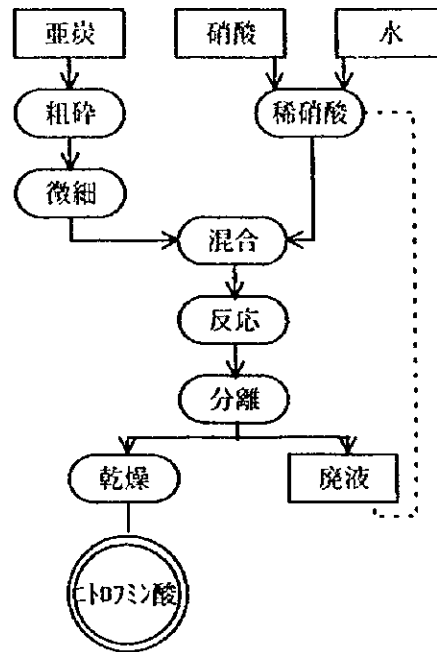
亜炭類を硝酸（HNO₃）の溶液で酸化し、フミン酸系物質の段階で止める方法

④ 合成法

糖類等より高純度フミン酸系物質を合成する薬品工業的製造法

中国雲南省の工場では②の乾式法を採用していたが、日本ではこの中で経済的にも装置的にも工業化の可能性が高く、化学肥料の原料としても適当であると考えられる方法として、③の湿式酸化法を採用している。

次項のフローシートに示すものは、原料に亜炭を用い、酸としては稀硝酸を使用する二トロフミン酸の製造方法である。

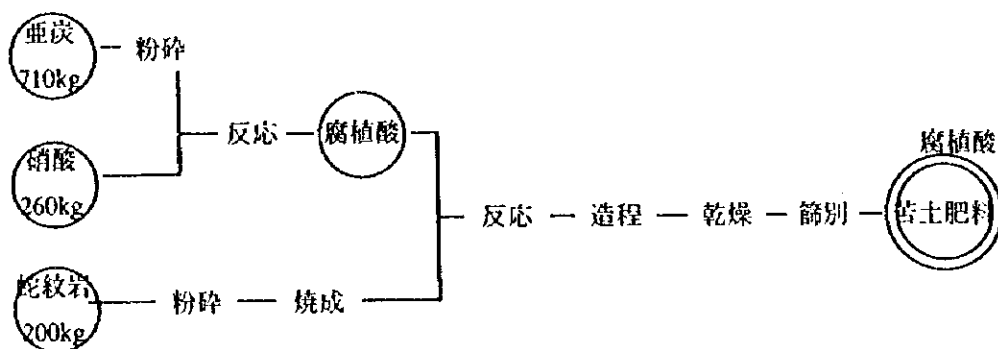


先ず原料亜炭を適当な粒度に粉碎（60～120Mesh）して微粉状とし、それに6～8%程度の稀硝酸を硝酸／亜炭比0.30で作用させ、80℃に加熱すれば亜炭は酸化分解を受け、いわゆる両生ニトロフミン酸を主成分とする黒褐色不溶性物質を生成する。

これを溶液と分離し乾燥工程を経て製品とし、溶液の廃液は硝酸分を再調整して再び循環使用する。廃液中の硝酸分を再び亜炭に作用させて脱色脱硝酸を行い、硝酸の使用効率を上げるが、処理液の使用回数は硝酸分が亜炭中の灰分Fe、Al₂O₃の三価及びMgO、CaOの二価金属により消費低減されるので三回くらいが適当である。他に有機酸の回収も必要で、廃液の種類によってその操作方法が非常に異なるので、工業的にはかなり難しいと考えられる。このため廃液を蛇紋岩等により反応中和させる腐植酸苦土肥料が生れた。（中和材料としてMg(OH)₂又はMgCO₃を使用する場合もある）

5.4.3 腐植酸苦土肥料

(1) 製造工程図



亜炭を硝酸で酸化分解して腐植酸をつくり、それ焼成した蛇紋岩等の苦土を反応させ、造粒乾燥した肥料が腐植酸苦土肥料である。

成分 %

腐植酸	C-Mgo	W-Mgo	T-N	SiO ₂	Fe
50~60	10	3	3	4	2

(2) 特性

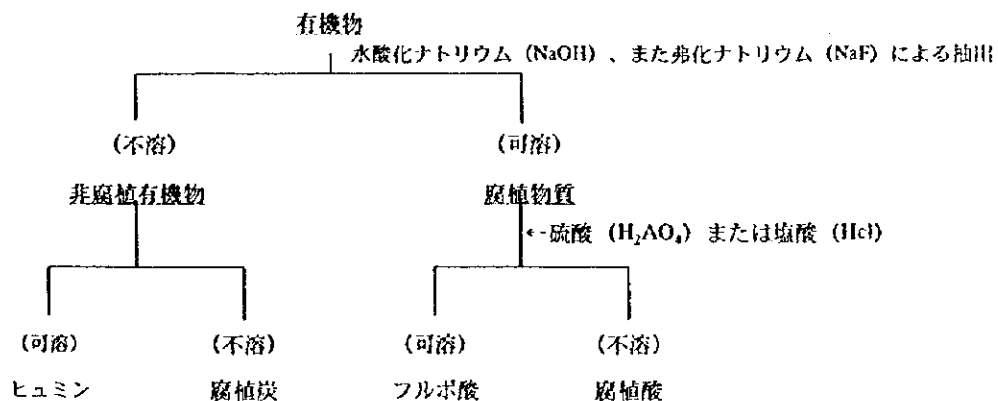
- 肥効を高める効果や土壌の保肥力を高める効果、又土壌の緩衝能を高めpHの急激な変化をおさえたり、塩類濃度障害を軽減する等、いわゆる土の理化学性を改良する効果が顕著である。
- 腐植酸の働きで根の活力が高まり、根張りがよくなり養分吸収をうながすと同時に葉中の葉緑素含量を高め、光合成を促進し炭水化物や糖含量を高める事に役立つ。その結果野菜の日持ちが良く、果樹では糖度が高まる、着色が早まるなどの効果が期待される。
- 果樹・茶・煙草等の園地土壌では、ごく表層にしか散布できないため、通常下層土の酸性矯正は極めて困難であるが、腐植酸はキレート作用によって、同時に施用された石灰類の土壌中での分散浸透を助け、園地の下層土壌の酸性改良を促進する効果がある。従って土壌の酸性改良に役立つ。

- (d) 三要素肥料との混合施肥は磷酸の固定を防止し、アンモニアやカリの流亡を防ぐなど各成分の肥効を高めると共に、根の活力が高まることによってより一層吸収効果を助ける。従って配合肥料や化学肥料に腐植酸を10~20%程度混合する事により、その肥効が高まることはもちろんであるが、同時に吸湿や固結を防止するなど土壤自体の物性改良にも役立つ。

5.4.4 土壤腐植の化学的分類法（腐植酸カリについて）

昔から地力が高い土壤は色が黒いといわれているが、この土壤の中の黒い成分が腐植である。また堆肥の絞り汁も黒い色をしているが同様腐植である。腐植は有機物が主として微生物の作用により分解生成したもので、その構造は非常に複雑な形をしているといわれている。

腐植の分類は種々の方法はあるが、化学的な分類法としてアルカリ性に可溶で酸に不溶の腐植酸、いづれにも溶けるフルボ酸、アルカリ不溶のヒューミンに分ける方法が一般的に行われている。



腐植は土壤物理性（通気性、保水性など）、化学性（緩衝作用、陽イオン交換容量など）、生物性（微生物活性など）に大きな影響を及ぼす事から肥効を高める効果、保肥力（陽イオン交換容量は300Mc程度で粘土鉱物の数倍）、塩類濃度障害を軽減する等の土の理化学性を改良すると共に、土壤微生物のエネルギー源となる、土壤団粒の形成に役立つなど土壤改良効果が大きい。

参考までに腐植酸カリについて製法成分について簡単に記述すると、亜炭を硝酸で酸化して生成したフミン酸に重炭酸カリ、水酸化カリ及び水酸化マグネシウムを反応させた黒褐色の粒状肥料である。カリは水に溶解易く流亡などによって失われやすい成分である反面、その一部が土の乾湿の繰返しによって土に固定され、不可給態になる性質をもっているため、これらの欠点をニトロフミン酸を加えて補っている。

フミン酸75%程度カリ8%苦土2%程度の成分を含有する腐植酸カリも製造されている。

5.5 煙草産業公司向け腐植入り肥料について

中国は一般的に赤色土地区で有機質堆肥の施用が主要な改良措置であると、中国の李氏が記述している。(李慶達 紅壤開利用一過程中肥力演變及び施肥問題 中国紅壤 P259)

更に祥雲県土壤分析表を見ても

	厚度 cm	pH	有機質	海拔 m	有効性N mg/100g	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	陽イオン 交換量 Me/100g
紅壤性土壤	0~18	6.5	2.15	1,900~ 2,250	8	3.2	9.02	15.65
酸性紫色度	0~14	5.5	9.64	2,400	6	0.5	14.66	9.11
石灰岩紅壤	0~20	6.5	5.62	1,900~ 2,400	22	4.7	16.75	10.28
健全土壤	~15	6.5~7.5	-	-	5~15	30-100	15~20	15~20

健全土壤と比較して見ると、有効態磷酸30mg/100gr土壤、陽イオン交換量15-20Me/100grの健全値より低い土壤がかなり多く、肥料保持力の低い地帯が見受けられる。

上記分析表から考えると、適量の溶成磷肥及び腐植肥料を加える事により、肥料や水の保持力が高まり、且つ土壤中の腐植を多くする事によって土の団粒性が良くなり、作物の根や葉の伸長を促す事が確信される。又土の緩衝能も腐植酸の効果により高まり、肥料濃度の調整が図れる。

しかし、雲南省石油化学工業庁微肥腐植酸辦公室の高孔亮主任に教えられた、雲南省現地の土壤実態では、上記の表とは様子が異なり土壤中の有効性磷酸は高く、窒素が低いとの事であった。

又、煙草は多量のカリ (K₂O) を要求する作物の一つであり、植物生理学的にも、更に煙草の品質の向上のためにも重要な要素であるが、土壤中の有効性カリは少なくカリ欠乏対策を考慮する必要ありとの説明であった。

5.5.1 日本における煙草栽培の現状

煙草植物（以下煙草と略語）の中にはC、H、O、N、P、S、K、Ca、Mg、Mn、Fe、Cu、Zn、B、等の約40種の元素が確認されている。特にN、P、S、K、Ca、Mg等は多量に含まれている。

又含量は比較的少ないがFe、Zn、B、Mn、Cu、Mo等の微量元素は、急速な成長と旺盛な代謝に関係する酵素群と関連しているため、重要である事が分かっている。煙草は他作物に較べ、これ等の欠乏に比較的敏感に反応し、容易にその欠乏症状を出現するので、その欠乏症については特に注意を必要とする。

特にこれ等の栄養素の欠乏の微候や症状は、生育に影響する他の因子によってかなり影響される。特に他の要素との量的関係からくる植物体の栄養条件の不均衡に由来する場合が多いので、単一の要素の欠乏と他の要素の相対的過剰の影響を明確に区別しにくい場合が多い。

従来煙草栽培に於ける要素欠乏症については、外国においてはN、P、K、Ca、Mg、B、Cu、Mn、Zn、Fe、等の欠乏が報告されているが、日本では近年まで、煙草に堆肥、菜種油粕、草木灰等が多施されていた関係から、微量元素の欠乏症はほとんど確認されていない。

しかし最近、開墾地、砂丘地等の酸性が強く、肥料要素保持力の低い地帯にまで産地が展開した事や、堆厩肥、有機肥料等の施用減、又は異常な多雨気象に災いされた原因が累積して、顕著な苦土欠乏症が各地に続発する様になった。

又、潜在的なマンガン鉄欠乏と思われる症状が各地で散見される様になった。要素欠乏に由来する症状は、各々の要素の欠乏に原因する症状の発展と程度、ならびに正常な作物の生育の姿を十分に認識する事が肝要である。時には湛水や過湿による、根の生理的障害や病虫害による影響と混同する場合もあるので、その原因をよく究めて対策を立てる事が肝要である。

土壌中にある肥料要素が高いと、それを多く吸収し作物体内の含量が高くなるのが普通である。しかし作物では、ある肥料要素の吸収が他の要素の吸収、あるいは作物体内の生理作用を、抑制または促進すると言った成分相互間の作用がある。前者を拮抗作用、後者を相乗作用と言う。

例えば、土壌に苦土が十分存在しているのに、カリ肥料を増施したため作物に苦土欠乏が発生している実例が各地で見られる。これは拮抗作用である。

作物の安定多収のためには、均衡のとれた施肥によって効率よく肥料成分を吸収させる事が重要である。

5.5.2 肥料の吸収

煙草の根は硝酸態窒素を好み、硝酸態窒素とアンモニア態窒素の混合物を与えると、前者の方をより多く摂取する。肥料の吸収は移植後35日目頃から芯止めまでの最大成長期間が最も旺盛で、この時期に施されたN、 P_2O_5 、 K_2O の大部分を吸収する。

煙草は多量の配分を吸収する肥料を播いておき、移植数日前畦立を行って基肥を施す。10a当たりの全施肥量は N_2 8~12kg、 P_2O_5 15~20kg、 K_2O 20~30kgが標準である。増収を図るため追肥を施す。

煙草は多量のカリを要求する作物の一つであり、植物生理学的にも又煙草の商品としての品質向上のためにも重要な要素である。

一般に有効性カリ含量の少ない(60mg/100gr)以下の土壌では、カリ肥料を施用しないと生育収量が減退し、激しいカリ欠乏症を呈する。

5.5.3 カリ欠乏の徴候と対策

欠乏症状の現れた葉中のカリ含有量は通常0.5%以下で、症状の軽いものは2.0%程度と言われている。

日本における煙草産地で広く観察されるカリ欠乏症は単純な欠乏症状でなく、大部分は窒素肥料の過用、特にアンモニア性肥料の多施並びに晩期追肥の結果に基づくものが多い。

中位葉以上の葉の先端にカリ欠乏症状を呈し、クロロシスを経て褐変し、葉組織は脱落し成熟が遅れる。この様に下位葉に現れないで中位葉以上に出現する現象はカリの絶対量の不足よりむしろカリに対する窒素の過剰吸収によるアンモニア同化の不円滑に基づくものである。カリ欠乏症の進行している葉は葉中 N_2 量3.75%以上でN/ K_2O 比1.5以上を示している。

前述の様に日本におけるカリ欠乏症の要因は窒素過用、特にアンモニア性窒素の蓄積吸収と吸収カリとの不均衡にあるので、過度の窒素施肥を控え、また施用窒素の硝酸化が順調に進行する様な土壌条件を与えること(土壌の団粒性、排水のよい状態、土寄を十分にすること)、未熟な厩肥、酸性肥料の多施等は避ける事が望ましい訳であり、又カリ肥料の有効な施用法について考慮する必要がある。

窒素施用量の多い場合には、カリ欠乏症防止の立場からは基肥に重点をおく施肥法が望ましい。

即ちカリを基肥に十分に施して、生育前期にカリを十分に貧乏吸収させておく事が望ましい訳であるが、基肥にカリ濃度が高すぎると、しばしば初期生育が抑えられる傾向があるので、現行の施用量であれば基肥5割、追肥5割の方法が望ましい。

カリ欠乏の乾燥葉煙草は形が小さく、葉質は瘦薄でポロポロの感を与え、組織はもろく弾力に乏しい。又色調もそのタイプの特徴を表す色、光沢を与えない。又、外観的にカリ欠乏症を呈しない煙草でも、乾燥葉の肉量、弾力、香喫味等が劣り、特に適度の吸湿性を欠き継続性が貧弱になる。

5.5.4 煙草の品質、用途

一般に砂質土壌の煙草は葉肉が薄く鮮麗で裏抜けが良好であるが、粘土質土壌の煙草は葉が重厚で内容成分が豊富であり、火山灰質土壌のものは含窒成分が多く色沢がおり裏抜けも不十分である。また一般の土壌でも硝酸態窒素や油粕等を与えると色沢がよく糖や樹脂に富んだ良質の葉が得られ、アンモニア態窒素を与えると蛋白質、ニコチン、細胞膜物質に富んだ品質不良の葉となる。又多量のカリを与えた葉煙草は燃焼性が増加し、塩素を与えた物は火付きが低下する。

葉煙草は用途によって香喫味料、緩和料及び膨嵩料（補充原料用）の3種に区分される。

香喫味料は製品煙草の主体原料に供されるもので、ニコチン樹脂等の香喫味成分に富んでいる。

緩和料は紙巻煙草におけるニコチンの喫味を緩和して豊満な味を作り出すためのもので、色沢があり弾力が強く糖の含量が高い。

又膨嵩料は紙巻煙草の吸引抵抗を減し、特異な香りや味がなく主体原料の香喫味を損なわない事が重要な条件である。

当然の事であるが、葉煙草の位置によって土中本天の4種に区分されるが、葉位が高まる程厚肉となり香喫味が強まり、下位葉は薄肉で香喫味が弱い、中位葉は色沢がよく弾力に富み悪臭がない。

5.5.5 元肥（基肥）腐植質燐肥と煙草栽培肥料について

煙草は葉が収穫の対象となるが、葉質は土壌、肥料、気候等の影響を受けやすい。このため特定の限られた範囲の地域に古来からの独自の銘葉産地が分布することになる。これらの栽培条件が煙草の葉にどの様に関連しているかについては充分には判明しておらず、適切な肥料の仕様を見いだすためには、数種の仕様について試行錯誤による試験を行わざるを得ない。今回は化学工業庁の高主任の意見を参考にし、腐植質肥料の次の4種を栽培テスト仕様として提出した。

尚このテスト仕様は日本に於ける経験をもとに作成したものである。当然ながら中国においては煙草の性状、品質、栽培等も土壌の成因も異なり、日本と異なる面が多いと思われるので、日本に於ける経験を生かしながらも中国各専門家の意見を充分取り入れ、今後の栽培の現状に適合できるよう努力する必要がある。

又この肥料は後述の造粒工場で製造可能であるが、当面のテスト時は粉状の各成分を人力で混合して製造することがすすめられる。勿論需要の少ない間、人力混合による製品を販売し、販売量が増加した段階で工場で造粒することも検討する必要がある。

a) 腐植質肥料

成分	(A)	(B)	(C)	(D)
腐植酸	350	150	150	150
腐植酸原料用亜炭	-	200	200	200
溶成燐肥	380	270	170	170
TSP	90	200	200	200
K ₂ SO ₄	200	200	300	300
B ₂ O ₃	10	10	10	10
ZnSO ₄	-	-	20	-
MnSO ₄	-	-	-	21

腐植酸肥料は土壌による固定を防止し、その肥効を高める効果や土壌の保肥力、緩衝能を高めpHの急激な変化を抑える、塩類濃度障害を軽減し作物根の活

力を増進する等の効果がある。結果として葉緑素含量を高め、光合成を促し、炭水化物や糖含量を高める事に役立つ。

施肥量としては、10a当り40～60kgを標準とする。

(b) 煙草の栽培肥料について

煙草に対して養分吸収と葉種油粕の分解過程と硫酸カリを使用し、調和的に根の活力を高め養分吸収を促す。

煙草肥料

原料名	配合量 kg	原料中成分%			製品1,000kg中成分%		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
葉種油粕	350	5	2	1	1.75	0.70	0.35
尿素	50	46			2.30		
DAP	180	17	46		3.06	8.28	
TSP	70		45			3.15	
K ₂ SO ₄	350			50			17.5
計 (製品)	1,000				7.11	12.13	17.85

本方法により、煙草作には草木灰堆肥（腐植酸）等を元肥とし、更に葉種油粕等を施肥し、かつ溶成磷肥中の微量要素の補給によりバランス良く供給出来るので、高い肥効の発揮が望める。

特に異常な多雨気象に災いされた原因が累積して顕著な苦土欠乏、潜在的なMn、Zn、B₂O₃、等の地域分の相乗効果の作用はBM溶成磷肥の併用により、充分な効果を挙げられる事が出来る。

従って、溶成磷肥混入の腐植酸を基肥とし、更に煙草肥料10a当たり全施肥料は10～13kg、P₂O₅15～20kg、K₂Oは20～30kgを標準として施肥する。但し、有機質肥料（葉種油粕）をN₂肥料として補いK₂Oは硫酸カリを使用する。

即ち10a当り(a)の腐植酸肥料50kgをまいておき、移植数日前、畦立てを行って、(b)の煙草肥料を100～120kg、又は畦立てを行って(a)(b)混合したものを施すのいずれかの方法を採用する。

5.6 煙草栽培について

調査団は煙草中のカリ成分を増加させる肥料について4種類の仕様の提案を行った。しかしこれらのテストには煙草栽培の基本的な理論の理解が必要であり、現地調査の結果を踏まえ理論的な諸問題について解説した。

5.6.1 煙草栽培の品質改善に関する考察

栽培管理の目標は病虫害の発生を排除し、定植後の初期成長を促進し、最大の成長を確保し、葉の成熟を順調に進ませる事である。そのためには土壌の管理と施肥のやり方などが中心課題となる。この他煙草の環境に対する敏感性も考慮の必要がある。(気温、気温較差、日照、降水量、風etcの自然条件に左右される)従って一般的に温暖多照な気候と排水のよい砂壤土がよいといわれている。自然条件のそなわった所が優れた適地ともいえる。従って気象や土壌等の環境条件によって大幅に変化するので適地の選択、施肥のやり方を常に考慮してゆく必要がある。

(1) 土壌の条件

一般的に粒子の粗い土質で栽培された煙草は組織が柔らかく、弾力の少ない葉になり易い。又一方粒子のこまかな比較的軽質な土質の煙草では質の緻密な内容成分の豊富な葉になる傾向が見られる。従って葉煙草の用途によってそれぞれ適した土壌がある訳で、緩和な味と弾力のある葉を上品とする在末種では砂壤土がよく、香喫味に富み葉肉の厚いものを望む黄色種では比較的粘質の土質がよいといわれている。

土壌の肥沃土は葉中に含有されるN、 P_2O_5 、 K_2O 、CaO、MgOの吸収に影響され、土壌条件としては耕土が深く腐植の量も相当程度多く花崗岩質の土壌がよい。

土壌酸度については生育に対する最適はpH5.6~6.0位の微酸性を好む。4.5以下の強酸性になると生育に支障をきたす事となる。これは磷酸の固定による生理的な障害とも見られる。従って磷酸吸収係数の大きい火山灰土壌は煙草の栽培には不利という事になる。

雲南省玉溪地区の土壌分析結果は下記の通りである。

pH	6.30	有機質%	2.88
全N%	1.78	全P ₂ O ₅ %	0.037
全K ₂ O%	2.66	有効N [mg/kg]	19.5
有効P ₂ O ₅ % [mg/kg]	38.6	有効K ₂ O [mg/kg]	199
陽イオン交換容量 [Me/100gr±]	9.9	磷酸吸収係数 [mg/100gr±]	600

これは日本の土壤に比較して、有効K₂O/T-K₂Oが低く（日本有効K₂O 300～350mg/kg）、且陽イオン交換容量も低い（日本では15～20 Me/100gr±）、且pH値は一般的に高い。

これを改善するためには土壤を改良し土壤中の有効な腐植を増加させる。これによって置換性塩基類（CaO、MgO、K₂O）が豊富になって土壤が緩衝作用を高めるため、FeやAl₂O₃と肥料成分が結合するのを防止するので土壤中の有効力りも増加する事となる。

その外腐植の増加によって土壤粒子の結合が行われていわゆる団粒が形成され、土壤の通気性が良好となり、この結果好気性の土壤微生物が繁殖して、特に硝化作用がさかんになってN₂吸収にもよい影響を与え、少ないN₂で最大の効果を得る。

又腐植の多い土壤とか粘土含量の高い土壤では、置換性カリが多くの部分の土壤膠質物に吸着されて、有効性カリとして働きK₂Oの吸収にも役立つ。土壤を全面的に改善する効果のあるフミン酸系改良剤が土壤改良に最も有効と考えられる。

(2) 煙草の葉の内容成分と施肥の実際

本畑に移植してから収穫する迄に、煙草の葉中の5要素がどれだけ吸収しているかについて調べた結果は次の通りである。

葉の内容成分

	FN	T-P ₂ O ₅	T-K ₂ O	T-CaO	T-MgO
日本（宇都宮）	1.8～2.3	0.23～0.40	2.7～3.2	2.5～3.0	0.3～0.7
中国玉溪	1.2～2.0	0.15～0.25	1.0～3.0	3.0～6.0	0.2～0.6

上の表から明らかなように、日本と中国における各要素の吸収は中国では K_2O の吸収が比較的少なく CaO はよく吸収されている事がわかる。

雲南省煙草科学研究所では3年間 K_2O/N との比率が1.5倍以上保たれる様、施肥量との相関性について研究したが、現在未だ解明できないのが実情であり、今後の課題とされている。

いずれにしてもそれぞれの地域において年々の実績から最適収量がどの位か見当がつくので、これを目標にして肥料の量、種類、施し方を考えて行くべきであろう。(参考に下記日本の養分吸収量を示す)

煙草の葉の主な養分の吸収量 (日本における) 単位1本当りgr

移植後日数	30	60	100	10a当りの吸収量	
要素	N	0.47gr	3.59gr	4.10gr	9.4kg
	P_2O_5	0.13	0.61	1.05	2.4
	K_2O	1.37	4.77	7.23	16.6
	CaO	0.40	3.17	6.26	14.4
	MgO	0.06	0.54	0.53	1.2

日本では煙草はいずれの品種もカリをよく吸収し、N、 P_2O_5 の吸収は比較的少ない。 K_2O に次いで CaO がよく吸収され、 MgO も P_2O_5 に次いである程度吸収されている。これらの要素はタバコにとって重要で、実際の施肥の場面ではこれらの5要素がどのように吸収されているかの経過について中国側の調査が必要であり、その推移状況によって施肥量を決定しなければならない。

(3) カリの効果と欠乏症対策

カリは N_2 や P_2O_5 の様に、植物体の構成物質として必要なものではないが、これらの要素が吸収されて種々の物質に合成される過程や、葉の光合成等体内の重要な代謝作用に関与して一種の触媒作用をもつといわれている。つまり潤滑油の役目を果している訳である。従ってカリ欠乏症を表した葉は細胞膜物質の生成不良によって組織が弱くなり、病虫害に対する抵抗性が減退したり、光合成の異常によって細胞液の濃度が低下する。従ってこうした葉は品質上から見ると組織がもろくなり、特に燃焼性が悪くなるので品質が落ちる事となる。ま

た炭水化物含量も少なくなり本質的欠点となる。カリの欠乏症が発生するのは多くの場合他の要素との相対的な関係によって起こるといふ所に問題がある。次の四点が考えられる。

- ① Nとの関係が重要で K_2O/N の比率が1.5以下で発生することが多い様である。つまりN肥料が多すぎで相対的に K_2O が少なくなったものと考えてよい。
- ② Nの形態によって違い、アンモニア態Nが多く吸収される場合に多い。従って出来るだけ硝酸態で吸収される様なN源をえらんだり、硝化作用が進む様な手段を講じてやる事が大切である。
- ③ 土壤改良剤を使用し、土壤を団粒化したり、通気性や保水性上昇等の効果をねらい、土壤を全面的に改善する効果のあるフミン酸系腐植酸を使用する。有効な土壤腐植の効果を期待し、有効カリの増強を図る。
- ④ 中国の煙草葉中のCaOが高い様であるので、石灰量を調整する事により K_2O とCaOの吸収拮抗作用を緩和する必要がある。

(4) 考察

雲南省煙草研究所において、日本における経験を基準にした土壤改良剤としてのフミン酸系A、B、C、D4種類の腐植酸入り肥料の栽培テストを現在実施中であるが、葉の大きさや形、葉の厚さ、弾力、組織の粗密、色沢は現在の成長状況からみてC、D効果が順調に進んでおり充分期待出来ると考えられる。しかし、葉中の化学成分と品質、特に K_2O の3%含有量が保持出来るや否やが今回のテストの目標でもあり、今年の12月品質分析の結果を待たねばならない。その結果より判断し、今後の対応策を検討する予定である。

以上の様に K_2O の欠乏対策として、吸収する窒素の形態、量が K_2O 欠乏症の発現に最も大きな関係があるが、その外に塩基CaO、MgOが比較的豊富で K_2O に乏しい土地帯では、いたずらにCaO、MgO肥料の多肥によって K_2O 欠乏症が促進される傾向がある(中国の葉中のCaOが高い)。石灰、苦土と K_2O の間には強い吸収拮抗作用を認める事により、CaOの過多も一考を要する。又、土壤の団粒化、排水のよい状態、土寄せを充分にする等で土壤条件を整える事、腐植酸(土壤改良剤)の影響等によって順次効果を挙げ目標を達成出来るものとする。

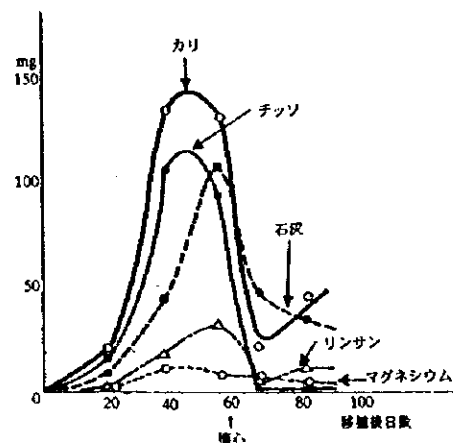
5.6.2 タバコの施肥の理論

1. 施肥の要点

タバコの主な養分の吸収量

要素 \ 移植日数	30	60	100	10a当り 吸収量
N	0.47 gr	3.59 gr	4.10 gr	9.4
P ₂ O ₅	0.13	0.61	1.05	2.4
K ₂ O	1.37	4.77	7.23	16.6
CaO	0.40	3.17	6.26	14.4
MgO	0.06	0.54	0.53	1.2

図5-1 栄養吸収状況の経過



いづれにしてもそれぞれの地域において年々の実績から最適収量がどの位かこれを目標にして肥料の量、種類、施肥方を考えていくべきである。図でみる様に移植後30~40日頃から各要素の吸収は旺盛となって、50日前後各要素の吸収が最大となる。

特に注意すべきは摘心後再び窒素の吸収が上昇する様では品質が低下する。窒素は徐々に下降し肥切れになる様に施肥の仕方を工夫する事が重要である。

2. 窒素肥料の施肥方

(1) 窒素の量と収量、品質

ニコチン含量は明らかに窒素の増施に伴って増加していく。

(2) 窒素の施用量

吸収量からみてK₂Oは窒素1に対して2、P₂O₅は1.5~2.0というのが一般のやり方となる。例えば

$$(4.1^{\text{g}}-0.8) / 0.7 \quad 2300 = 10843 / 10\text{a} \rightarrow 10^{\text{g}} 843^{\text{g}} / 10\text{a}$$

(3) 窒素肥料の分解と吸収

窒素が煙草に吸収される形は主としてNH₃又はNO₃のいずれかである。有機質肥料になると一旦土壤中で微生物の作用を受けて分解してから吸収利用さ

れる。

タバコはアンモニア態でも硝酸態でも吸収するが品質をよくするためには硝酸態の方がよい。

ナタネ油粕や尿素はタバコにとってよい肥料といわれている理由の一つとして硝酸化が行われ易いことがあげられている。

これらの分解作用は全て土壤微生物の活動繁殖によるのでこの繁殖に好適な土壤条件を作ってやる事が栽培管理上最も大切となる。このために腐植質(堆肥又はフミン酸)を必要とする。

これらの菌は好気性であり酸素を供給してやる事が重要で土壤の通気性を高める事が必要であり、排水をよくしたりする事も大切である。

土壤水分は通気とも関係あるが、50~60%位が適当である。(土壤の団粒性) 又土壤温度は25~30℃程度、土壤酸度はpH5.5~6.0が最適である。

(4) N₂肥料の選び方

菜種油粕のタバコの特効肥料として重視され、土壤中における分解がタバコの生育とよく調和して硝酸態で吸収され易く、成熟期に入って肥切れがよい事の理由による。

燐安系高度化成は土壤中に入ると硝化作用を受けて硝酸態に変わりやすい。尿素比成よりも分解はやや遅いが、油粕とよく似た経過をたどるようである。

3. P₂O₅肥料の施し方

(1) P₂O₅の役割

P₂O₅はN₂やK₂Oに比較するとタバコの吸収量はずっと少ない。而し養分としての重要度は大きくりん酸の吸収が低下するとタバコの初期成長が停滞したり、下位葉に斑点の生ずる生理障害を起し易くなる。又P₂O₅の欠乏状態ではN₂やK₂Oの吸収も遅れて晩作タバコになり易い。澱粉から脂肪等の物質が作られる迄の変化は全てりん酸化合物のエネルギー媒介によって行われると言う。

(2) 燐酸の施用量

このようにP₂O₅は大変重要であるが、吸収量は極めて少なくN₂の1/4である。

これは P_2O_5 の吸収は極めて悪く10~20%前後と言う理由は土壤による“磷酸の固定”のためである。

一般に磷酸の肥効をよくするために石灰を施用、土壤をPHを6近くにまで矯正する必要がある。

(3) 磷酸の施し方

磷酸の肥効促進の一般的な方法としては先ず土壤を中性に近づける事が大切である。石灰施用によって矯正する事も必要である。

4. カリ肥料の施し方

(1) カリの効果と欠乏症

タバコのように成長が極めて旺盛で代謝作用の激しい植物ではその要求度は他の作物より高い、実際にタバコはカリをよく吸収し要素の吸収量では最も多い。

特に初期においてカリが欠乏すると中期以降にカリを補給しても正常な生育の回復は難しい。

カリの欠乏症が発生するのは、多くの場合他の要素との相対的な関係によって起こるといふ所に問題がある。特に N_2 との関係が重要でカリ欠乏症のすすんでいる葉の分析結果を見ると K_2O 含量がたいして低くはないが、 N_2 含量の高い事が特徴である。

この様に N_2 肥料多用が多くの場合問題になるが、こうした場合に K_2O を多用するよりも N_2 量を規制した方がカリ欠乏症の決め手になる。

又 K_2O 欠乏症の発現は N_2 の形態によって違い、アンモニア態 N_2 が多く吸収される場合に多い。従って出来るだけ硝酸態で吸収されるような N_2 を選んだり、硝化作用が進むような手段を講じてやる事が大切となる。硝化作用を促進するためには腐植質が必要となってくる。

(2) カリの施用量

普通 K_2O は N_2 の二倍施用する事が多い。

カリは土壤に施用されると土壤膠質物に吸着されて置換性カリとして土壤

中に保蓄され、タバコに吸収利用されない部分はこの形で残される。

酸性の強い土壌とか砂質土壌では置換性カリになりにくく、流亡してしまうが一般の土壌、特に腐植の多い土地は置換性カリが多い。

(3) カリ肥料と草木灰

カリ肥料として一般に用いられているのは K_2SO_4 である。しかし、 K_2SO_4 は生理的には酸性肥料であるからカリが吸収された後 SO_4 が残るので余りよい肥料とはいえない。

ところで草木灰であるが、特に CaO 、 SiO_2 に富み K_2O や MgO 等の塩基の外に、微量元素として B_2O_3 、 MnO を含有しているので草木灰の併用も手段である。

5. 石灰とマグネシウムの施し方

(1) 石灰の重要性

タバコの石灰吸収量はカリについで大きい。

畑の酸性化が一般に進行して土壌中の有効石灰が少なくなってきたり、石灰を含まない高度化成肥料が普及してきたので肥料中の CaO も少なくなってきたりしている。しかし土壌中にかなりの CaO が含有されている。しかし酸度を適正に保つ事は肥料要素の肥効を高める基本となる。

先ず何をおいても土壌酸度を矯正するために石灰はやらなければならない。その上に更にタバコの要求する石灰を施用する事が望ましい。

(2) 石灰の施し方

先ず土壌酸度の矯正のために石灰の施用であるが、土壌の粘土含量、腐植含量や耕土の深さによって施用量が異なり、これらの含量が多く耕土が深いほど多くやる。

土壌酸度が $pH6.0$ 前後に保つように調整が必要である。 $CaCO_3$ の場合は、 $Ca(OH)_2$ の1.4倍程増量してやる必要がある。

堆肥の成分であるフミン酸に重炭酸カリを反応させて作られるフミン酸カリと、草木灰と組成がよく似ている副生カリを結合させ、これに微量元素等を混合して粒状化した肥料も開発されている。

(3) MgOの役割と施し方

MgOもCaOと同様にタバコの生育には必須要素である。

欠乏すると葉緑素の形成が損なわれ白化する。

MgOの欠乏症は低度であっても品質や収量に影響する事が大きいので、発生を未然に防止する必要がある。

MgOの欠乏症の発生原因は直接的には土壤中のMgOの含量が限度以下に低下する事であるが、カリや石灰の過剰施用が原因になるとも言われている。こうした現象も土壤中のMgOの含量が極めて少ない場合に限ってみられる事であって、やはり問題は土壤中の含量である。

土壤中のMgOは酸性が強いと土壌粒子から離れやすくなり降雨が多いと流亡する。

6. タバコと微量元素

(1) 微量元素の役割

タバコで問題になるBやMnOは必要な量が大略土壤中に存在している。又堆肥や草木灰、油粕等によってかなり補給されているので、これ迄あまり問題はなかった。しかしこれらの自給肥料や有機質肥料の施用が少なかった事でBやMnOは欠乏する様になってきた。従って微量元素肥料を施用する事も重要な課題となる。

(2) 微量元素の施し方

B₂O₃の施用試験を見るとホウ砂 (B₂O₃ 11.35%) を10a当り2~3kg施用の限界の様である。

MnOについては葉タバコを集めて分析した結果によると200~300ppmであるから、100ppm以下の場合には潜在的欠乏地域として要注意地域となる。

普通の土壌中のMnOの含量は置換性MnOで50ppmでこれ以下の場合Mn欠乏土壌とみる事が出来る。

なおMnOはK₂Oと相乗作用の関係にあり、土性の潜在的な欠乏土壌ではK₂Oの吸収は悪化するのでMnOは重要である。

MnOの補給源は堆肥や草木灰、油粕類等の有機質肥料が主なものと見られている。又はMn肥料等を施用する事もある。

7. タバコ用堆肥と土壤改良剤

(1) 堆肥の効用と作り方

堆肥を施用すると土壤中の有効な腐植が増加する。これによって置換性塩基類 (CaO、MgO、K₂O) が豊富になって土壤が肥えるわけである。更に土壤の緩衝作用を高める事によって、Fe、Mn₂O₃、P₂O₅が結合するのを防いでくれるので、有効なP₂O₅が増加するのである。その外腐植の増加によって土壤粒子の結合が行われて、いわゆる団粒が形成され土壤の通気性をよくする。こうなると土壤の好気性の微生物が繁殖して、特に硝化作用が盛んとなってN₂によい影響を与える。

タバコでは10a当り1,200kgを標準にしている。しかしこの量は土壤によって異なり特に損耗の激しい砂質土壤や酸度が高く磷酸吸収係数の高い火山灰土壤では更に多量の施用が必要となる。

堆肥を完熟させるためには、水を充分にかける事及び軟化の切り換えしが必要である。水は材料を積みこみながらかけ、外部に水分が沁み出る程度が必要である。切り換えしは発熱が終わった所で行い、その都度水を補給する事が大切である、又分解を促進するためにはN₂源としてCaCN₂又は(NH₄)₂SO₄ (材料500kgに対し4~5kg) や米糠等を添加するとよい。

タバコ堆肥の組成

種類	水分	Max	N ₂ Min	\bar{X}	P ₂ O ₅	K ₂ O	C/N炭素率
木葉堆肥	58.56	1.00	0.37	0.63	0.17	0.38	17.89
木葉その他植物 原料混合	65.57	0.59	0.40	0.51	0.13	0.29	15.39
厩肥	66.34	0.77	0.42	0.58	0.17	0.47	14.72

堆肥材料は木の葉とか稲ワラに限らず畦畔の雑草でもよい。最近はおガクズとか広葉樹の樹皮等も発酵剤を用いて分解する。(発酵促進剤の利用もよい)

(2) 土壤改良剤の利用

土壤改良剤としては、土壤を団粒化する目的を持つ高分子化合物系（ソイラック、ポパールetc）と通気性や保水性etcの効果をねらう鉱物系（パーライト、パーミキュライトetc）があるが、土壤を全面的に改善する効果のあるフミン酸系改良剤が最も利用しやすい。

堆肥が優れているのは最終的に生成されるフミン酸の効果とみられている。

従って10a当り堆肥500～600kgニトロフミン酸カリ20～30kg併用するとよい成績をあげる事が出来る。

主成分	商品名	性質	施肥量10a当り
ニトロフミン酸 石灰	テルナイト	フミン酸は垂炭etcの若年炭	40～60kg
ニトロフミン酸 アンモ	フミゾールN	を硝酸で分解してこれを	30～40
ニトロフミン酸 剤	フミゾールK	中和する材料によって細	"
ニトロフミン酸 苦土珪酸塩	アスミン	かく種々分類されてい	40～50kg
ニトロフミン酸 磷	腐植りん	る。	"
リグニト	テンポロン	堆肥と類似の効果が	100～150kg
フミン酸カルシウム	(SCP)	ある。	

8. 施肥の実際

(1) 施肥の設計

実際の施肥設計に当たってはタバコの品種の特性や、土性、土質等の原則的な事項について考慮することは勿論必要で更にそれぞれの畑の特性やその年の気象等を考慮に入れて設計すべきである。

各試験場の標準施肥設計

10a当りUnit kg

試験所	鹿児島		岡山	秦野	宇都宮	盛岡
土壌	シヌ	赤土	花南岩土壌	火山灰土壌	火山灰土壌	—
肥料						
堆肥	1500kg	1500	1200	750	1000	1300
油粕	80	60	70	100	100	40
化成	110	80	60	80	30	81
	(10-20-20)		(12-8-21)	(6-12-9)	(6-12-9)	(12-81-21)
硫酸カリ	10	13	8	12	20	14
草木灰	30	30	100	150	200	-
水マグ	2	30 (溶燐)	10	16 (過燐酸)	50 5 (加燐硝安)	52 (過燐酸)

但し堆肥は移植前に全層施肥とする

追肥1回6:4 移植後10日	追肥1回 6:4 移植後10日	追肥2回 油粕、草木灰 移植後7日 15~20日	3週間前に金層 施肥し草木灰6:4 で追肥	追肥1回 7:3 移植後10~15日
-------------------	-----------------------	-----------------------------------	-----------------------------	--------------------------

砂土地帯では特に堆肥の効果が大きいので、堆肥の増施に重点をおくとよい。
肥料の流亡が激しいので塩基の補給として草木灰の効用も大きく、特にMgO
欠乏症の恐れがある所では溶成燐肥の効果も期待出来る。

N	15.4kg	11.3kg	11.1kg	10.3kg	7.8kg	11.8kg
P	24.5	23.8	14.2	16.8	16.1	24.0
K	28.4	24.2	21.5	20.5	22.2	24.2
K/N	1.84	2.14	1.94	1.99	2.85	2.05

(2) 施肥の合理的なやり方

施肥の合理化のため有機質を高度化成と共に造粒した有機化成が開発されている。これを使えば堆肥と草木灰だけを別に施肥すればよいわけで極めて短縮化される。

有機化成の代表的なものに植物有機（菜種油粕）ではアンモニア有機化成があり、アンモニア有機化成はニトロフミン酸を加え、リグニンスルホン酸ソーダを造粒剤としてDAP系の高度化成である。

有機化成を使った各地の試験の結果を見ると作柄の揃いが目だってよくこれ迄の施肥がいかに均一に欠けていたかがよく分かる。

これ迄は元肥と追肥の割合をどの程度にするか又壘肥、条肥、根付け肥等の効用について施肥のやり方が種々問題にされたのである。しかし最近の省力的な施肥法では元肥一本で全層施肥というやり方が一般化している。

但し肥料の流亡が激しい砂地等では、多少の追肥が必要な事が出て来る程度である。

(参考) 供給N₂の形態、量と内容成分との関係

N供給量 Nの形態	少量N:K=2:4		中量 (N:K=4:4)		多量N-K=8:4	
窒素	3.31	3.57	3.77	4.37	3.94	6.07
カリ	3.01	1.23	2.96	1.13	2.93	1.86
N ₂ /K ₂ O	1.08	2.90	1.27	3.87	1.35	3.26
塩素	0.86	2.51	0.88	1.40	1.19	1.59
直糖	2.27	0.87	1.50	0.62	1.62	0.37
全糖	4.99	2.66	5.16	2.32	4.15	0.99
澱粉	10.83	17.20	7.35	17.64	4.13	8.37
蛋白質	9.65	14.38	11.88	16.63	14.69	20.97
乾物収量 (一株当り) g	72.18	39.03	76.67	40.93	80.17	51.82

5.6.3 腐植酸質資材について

1. 腐植酸の効果と性質

腐植酸の含量が高濃度程、腐植の成分が土壌中のFeやAl₂O₃等による磷酸固定

をやわらげ、肥料養分の保持力を高める効果を持っている。又、土壌の急激な酸性化や塩類濃度障害を防ぐ緩衝能を高め、腐植酸は水にとけるので雨水と共に下層へ浸透し心土の改良にも役立つ。更に土壌の団粒化、微生物の繁殖等の効果により特殊な刺激作用があり、生育促進に役立っている（ N_2 の硝酸化の促進）

腐植酸の陽イオン交換容量（CEC）Cation Exchange Capacity =（塩基置換容量）はPHの影響が著しく、酸性が強くなると解離度が低下し、CECが著しく小さくなるから、この資材でCECの増大効果を充分発揮させるには土壌のpHを5.6以上に保つ必要がある。又一般に腐植酸類の陽イオンの吸着の強さは、2価イオンの方が1価イオンより強いとされており、腐植酸石灰同苦土の方が腐植酸アンモニア、同カリより塩基が流亡しにくい事となる。

腐植は土壌の物理性（通気性、保水性）化学性（緩衝作用、陽イオン交換容量）生物性（微生物活性）に大きな影響を及ぼす事から地力の指標の一つとして重要視されている。今後の土壌改良剤としての効果も大きいと判断する。

2. 腐植酸アンモニア肥料

(1) 製法成分

亜炭を硝酸で分解し、アンモニアを加えて中和したものである。

NH_3-N 5.0%で造粒 乾燥された黒褐色の肥料

(2) 使い方

外の N_2 質肥料と同様各作物の施肥基準に見合った分量になる様、適量施用する。主として畑作物の元肥に用いる。

3. 腐植酸カリ

(1) 製法、成分

亜炭又は褐炭を硝酸で分解し、重炭酸カリか水酸化カリ及び $Mg(OH)_2$ を反応させ黒褐色の粒状肥料

フミン酸 75%、 $W-K_2O$ 10%、又はカリと苦土を保証するものは $W-K_2O$ 8%、

C-MgO 2%

(2) 使い方

ニトロフミン酸は N_2 、 K_2O をよく保持し、これ等の成分の流亡を防ぐので外の肥料を混合施用すると肥料成分の吸収率を向上させる事が出来る。磷酸の固定防止、土壤微生物のエネルギー源となるし、土壤団粒の形成に役立ち、土壤改良効果が大きいで元肥として使用する。

4. 腐植りん

(1) 製法、成分

亜炭を硝酸で分解して腐植酸を作り、溶燐をこれに混合して反応させ顆粒状に造粒したものである。

腐植酸35%含み、 C_p 15%、C-MgO 8%、CaO 17%、 SiO_2 12%

腐植酸のキレート作用により、（土壤への有機物施用により、 Fe Al_2O_3 による磷酸の固定を防ぐ）腐植酸の Fe 、 Al_2O_3 に対するキレート作用により安定化し肥効を増進する。

(2) 使い方

イネムギ、野菜、果樹等幅広い作物にむく。特に老朽化水田や火山灰土壤、不良土壤に効果的である。

5. 腐植酸苦土肥料

(1) 製法、成分

亜炭を硝酸で分解して作った腐植酸に焼成した蛇紋岩や水酸化苦土を加えて中和した肥料である。

酸性の中和に蛇紋岩粉末を用いると SiO_2 の外、併せて Fe 、 Mn 、 B 、微量元素を補給する働きもある。

又活力の大きい細根の多い根を作る効果も認められている。

(2) 使い方

ニトロフミン酸が土壤中で果す役割については、初根促進、磷酸の固定防止、保肥力増大、土壤物理性改良、土壤酸性か防止等が認められている。

6. 腐植酸石灰

(1) 製法、成分

亜炭を硝酸で分解してニトロフミン酸を作り、これに石灰等を反応させて造粒したものでCaO 10～15%、腐植質50～60%を含む。

(2) 使い方

煙草、果樹、茶等の園地土壤では石灰類はごく表層にしか散布出来ない為、下層土の酸性矯正は極めて困難である。そのため注入機を利用して石灰を注入する方法が用いられている。

石灰類の土壤中での分散浸透を助け、園地の下層土壤の酸性改良を促進する効果がある。そのため土壤中における石灰類の分散浸透を促す事を目的として石灰質肥料の混合が設定され“腐植酸石灰”と呼ばれている。

腐植酸石灰は下層土まで浸透させるので果樹、茶、煙草、牧草地など園地土壤の酸性改良に役立つ。

又、石灰を均一に分散させると共に腐植の補給及び根の活力を高め、養分吸収を活発するなどの効果も併せて発揮されるので野菜栽培や特に酸性化が問題となる作物転換畑にも効果的である。

即ち下層土の酸性改良に役立つ上に、炭水化物や糖含量を高める事にも役立つ。

5.7 飼料用燐化合物

昆陽燐鉱では以前から飼料用カルシウム（DCP及びTCP）への参入を計画していた。しかし燐鉱石中の弗素の除去について有効な方法が発見できず、計画は停滞していた。今回調査団に弗素除去プロセスについての技術情報の提供が求められたため、DCPについて日本に於いて開示されている情報に基づき、一般的な製造技術の説明を行った。飼料用カルシウムの製造プロセスは企業ノウハウが多く、詳細技術は開示されていない。今回は中国側の要請に応え企業秘密にふれない限度まで詳細な説明を行った。

燐は動物の骨格中に水酸燐灰石 $\{3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{Ca}(\text{OH})_2\}$ の形で存在するほか、筋肉や脳、肝臓血液等に多く含まれ、燐脂質、核酸等有機の燐蛋白質として存在している。又、カルシウムの吸収及び利用は共存する燐の影響を受け、一般に飼料中のカルシウムと燐の比率はCa:P=2:1~1:1が望ましいとされている。

燐はCaと共に産卵、受胎、泌乳及び生育には多量必要とされている。

このため各種の燐化合物が給与されており、それ等は使用量の多い順から、飼料用燐酸二石灰、脱弗燐酸石灰、燐酸三石灰、燐酸ナトリウム塩、骨粉類、燐酸一石灰、ぬか類などがある。

飼料用に使用される燐化合物は、工業用に使用される物と比べ一般的に純度は低い。しかし飼料として有害な不純物（弗素、ヒ素、重金属等）は許容限度以下である事が必要条件とされている。

尚、許容限度についての基準は、飼料の給与態形により国ごとに異なっている。

日本に於いては、弗素（F）：0.15%以下（米国P/100以下）、砒素（As）：20ppm以下、鉛（Pb）：20ppm以下、重金属：30ppm以下等となっている。

そのため一般工業用に対し、「飼料用」という目的を表す表現の付記が義務化されている。

5.7.1 飼料用リン酸化合物の製造法と性質の概要

(1) リン酸一石灰 [Calcium phosphate mono basic— $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$]

① 湿式法

リン酸液に力性ソーダ又は炭酸ソーダと活性珪酸を加え共存する弗素を珪弗化ソーダ (Na_2SiF_6) として沈殿分離した後、所定量の石灰石粉末を加えてリン酸一石灰を生成させ、乾燥して製品とする。

② 性質

飼料用リン酸一石灰のリン酸の形態はその60%以上がリン酸一石灰、40%以下がリン酸二石灰で構成されている。又その外に湿式法で製造されたリン酸中の硫酸に由来する硫酸カルシウム及び、未反応の炭酸石灰も存在している。通常飼料用リン酸一石灰は、吸湿性とそれに由来する固結性がある。そのためリン酸二石灰を共存させ、吸湿性と固結性の軽減を図っている。

尚、リン酸一石灰の吸湿性と固結性は次式で示される生成リン酸に由来する。



飼料用リン酸一石灰として流通しているものの成分含有量はP22-23%、Ca15-17%のものが一般的である。

(2) リン酸二石灰 [Calcium-phosphate, di basic— CaHPO_4]

① 製造法

リン酸一石灰の場合と同様、湿式リン酸液から弗素の大部分を除去した後、所定量の炭酸石灰粉末又は消石灰を加え、反応乾燥して製品とする。

又は、獣骨に塩酸を加え、膠を分離した液に石灰乳を加えてリン酸二石灰を沈殿させ分離乾燥して製品とする。

② 性質

湿式法リン酸液と石灰石粉末とから製造したものはリン分の60%以上がリン酸二石灰無水物 CaHPO_4 で、40%以下がリン酸一石灰 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ となっている。従って

消石灰を使用した場合は、二石灰85%以上となるので工業的に飼料用磷酸二石灰を製造する場合は消石灰を原料として使用する方が利用率が高い。

又、膠製造副産物として得られる物は、磷酸二石灰2水塩 ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) である。成分含有量は、通常Pとして17%以上、Caとして20-24%を含有するものが流通している。

(3) 磷酸三石灰 [Calcium-phosphate tri basic- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$]

① 製造法

米ぬか又は、トウモロコシに無機酸を加えイノシトールを抽出し濾過する。この濾液にアルカリを加えてフィテンを沈殿させて回収する、このフィテンをオートクレーブで加水分解を行うと、フィテンはイノシトールとして濾液中に抽出され、残りの沈殿物がマグネシウム含有磷酸三石灰となる。

② 性質

原料の米ぬか、トウモロコシ等に含まれ、マグネシウム6磷酸塩として混入している。その形態は、磷酸三石灰無水塩 [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] 及び磷酸二苦土 (MgHPO_4) が主要構成化合物である。

含有成分量はP約18%、Ca約30%、Mg約6%である。

(4) 脱弗磷酸三石灰 (defluorinated Tri Calcium phosphate)

① 製造法

磷鉍石中の遊離炭酸石灰がケイ酸二石灰 ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) になる量の硅砂を磷鉍石に加えるか、あるいは磷酸三石灰 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ になる量の磷酸、又は磷酸ソーダを加え水熱焼成して脱弗処理を行い、飼料用の磷酸カルシウムとする方法である。現在は、磷鉍石に所定量のソーダ灰と磷酸液を加え1,400~1,500℃で水蒸気を吹き込みながら焼成(水熱焼成)脱弗を行い、冷却して製品とするのが一般的である。

② 性質

飼料用磷酸石灰として磷酸二石灰と共に最も多く使用されているもので、灰白色～茶褐色の結晶性粉末である。Pとして18%以上、Caとして31%以上を含有し、形態は珪酸あるいは磷酸法によるものが磷酸三石灰（主としてβ型）で、磷酸ソーダ法によるものが 2CaNaPO_4 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ の形となっている。

このものの生物学的利用率（Biological availability）は高いと言われている。

5.7.2 磷酸二石灰 通称DCP（Calcium phosphate di basic）の製造

(1) 原料の選定

湿式磷酸液に共存する弗素を弗比ソーダ（ Na_2SiF_6 ）として脱弗沈殿分離した後、消石灰粉末を加え、磷酸二石灰を造粒乾燥して製品化する。

(a) 石灰質＝水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、品位95%（ CaO 70%以上）

F=0.05% max

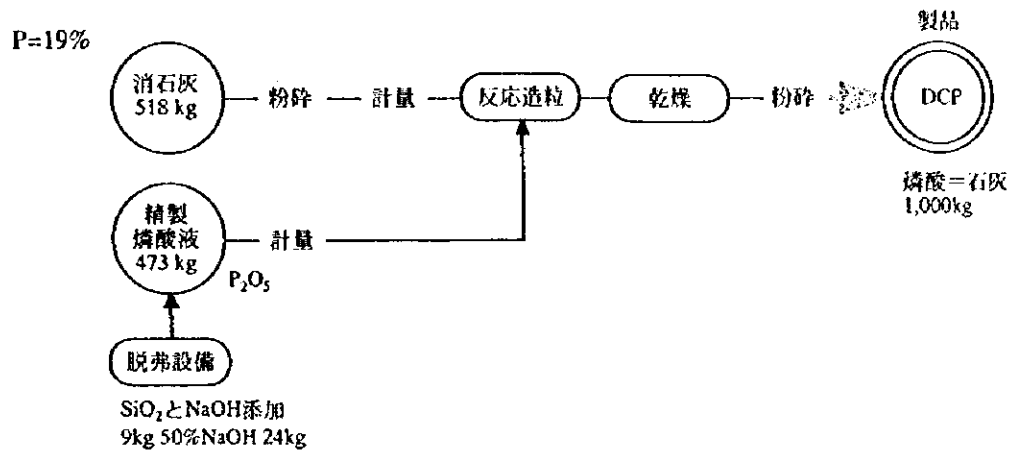
(b) 磷酸液

	P_2O_5	H_2SO_4	$\text{Al}_2\text{O}_3\&\text{Fe}_2\text{O}_3$	F	SS
Florida	54.82	3.09	1.59	1.09	1.43
Morocco	52.52	-		0.56	-
Fedemis	54.64	2.76	0.01 0.60	0.52	0.01
	50-54	2-3.5	0.5-2.0	0.5-1.5	0.1-3.5

(c) NaOHは特に選定条件はないが、Fは0.05%以下であること。

珪酸（ SiO_2 ）は、珪藻土、コロイド珪酸、合成珪酸（化学的処理）を脱弗用を使用する。特に磷酸液中の F_2 濃度が低いため、普通の SiO_2 では効果なく、活性シリカを使用する等、選択には充分留意する事が必要条件とされる。

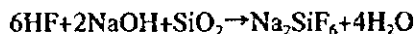
(2) 製造方法



飼料用磷酸二石灰（DCP）は磷酸液と消石灰との反応造粒により、乾燥粉砕し製品化される。又磷酸液濃度は P_2O_5 45%以下としない。（製品のT-Pに関係する）

(a) 脱弗反応

予め磷酸液は脱弗工程にて弗素が沈殿除去される。



例えばF 1.14%が磷酸液中に混入されていると仮定した場合、NaOH：8kg SiO₂：6kgが理論値となるが、NaOHは昇温と均一混合を図るため50%濃度液を使用するので16kgとなる。しかし、磷酸液中のFの形態並びに、過剰添加により反応促進を図るためNaOH 50% 24kg、活性シリカ9kg使用、温度50℃で2hr後16時間攪拌し安定を図る。その後沈殿物を濾過し、造粒反応原料液とする（但し、量的関係はテスト後決定すること）。

(b) 石灰質原料の選定と程度

消石灰はCaO 70%以上、粒度は74 μ pass 90%とし、FD.05% maxの範囲内とする。

特にfree CaOが多いとTCPIに移行するので、加水テストによるfree CaO水和熱に依る温度上昇が10℃以下であることを確認する（Sample 1kg）。

(c) 磷酸液濃度

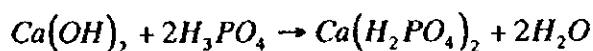
$$\text{磷酸液100\%のP}_2\text{O}_5\text{は} \frac{P_2O_5}{2H_3PO_4} = \frac{P_2O_5}{3H_2OP_2O_5} = \frac{142}{54 + 142} = 0.7245$$

72.45%である。

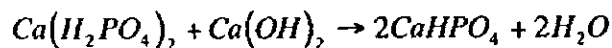
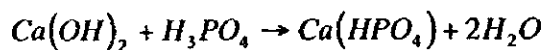
市場に流れている磷酸液はP₂O₅として50～54%であるが、脱弗後のP₂O₅ 45%以下にならぬよう注意が肝要である。製品の磷含有量18%を保持することが困難と成る。

(d) 製造時のPHにより磷酸カルシウムの形態の変化

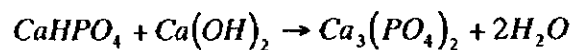
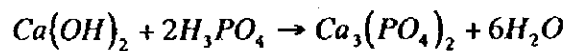
PH 3.2 MCP (Calcium - phosphate mono basic)



PH 4.5 DCP (Calcium - phosphate di basic)



PH 8.1 TCP (Calcium - phosphate tri basic)



(e) 原料設計

$$\text{CaO}/\text{Ca} = \frac{56}{40} = 1.40$$

CaHPO₄になる故

$$\text{P}_2\text{O}_5/2\text{P} = \frac{142}{31 \times 2} = 2.290$$

$$\text{Ca}/\text{P} = \frac{2\text{CaO}/1.4}{\text{P}_2\text{O}_5/2.29} = \frac{80}{62} = 1.290$$

$$\text{Ca} = \text{P} \times 1.290 = 19.4 \times 1.29 = 25.02 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{P} = 19.4\% \\ \text{Ca} = 25.02\% \end{array} \right\}$$

$$\text{Ca(OH)}_2/\text{Ca} = \frac{74}{40} = 1.85$$

$$25.02 \times 1.85 = 46.29 \quad 463\text{kg/Ton} \quad \text{Ca(OH)}_2$$

$$19.4 \times 2.29 = 44.4 \quad 444\text{kg/Ton} \quad \text{P}_2\text{O}_5$$

原単位は原料のロスをも6.5%として

$$\text{P}_2\text{O}_5 \times 1.065 = 444 \times 1.065 = 473\text{kg} \quad \text{P}_2\text{O}_5$$

$$\text{Ca(OH)}_2 \times 1.065 = 463 \times 1.065 = 493\text{kg} \quad \text{Ca(OH)}_2 \times 1.05 = 518\text{kg} \quad \text{Ca(OH)}_2$$

$$\text{NaOH} \quad 50\% \quad 24\text{kg}$$

$$\text{SiO}_2 \quad \quad \quad 9\text{kg}$$

(f) 品質

P:19.2-19.6%、Ca: 24-26%、F 0.15%以下、W-P 1-2、PH 5-6

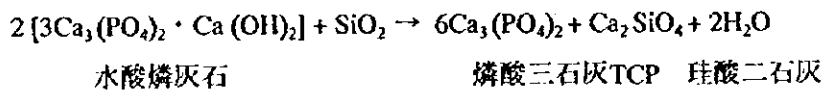
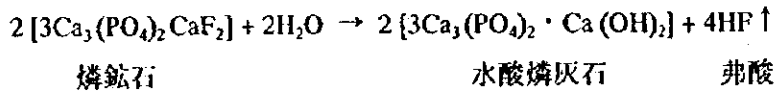
(g) 燐鉱石中に含まれている微量有害元素Cd、Pb、V、Hg、Asの除去対策が各分野で検討されているが、未だ十分な成果が得られていない。

一方、Se、Cu、Mo、Co等については家畜の有用なミネラルであり、又、これらを含む燐酸肥料の施用により牧草中の有用なミネラル含有量も増加されている。

上記の反応造粒により、燐酸塩は燐酸二石灰を主体とする塩類の微細結晶となる。

5.7.3 脱弗磷酸三石灰 (Defluorinated tri Calcium phosphate) TCP

昆陽鉱山ではTCPを試作したが、弗素除去が不十分のため現在操業ストップしていた。

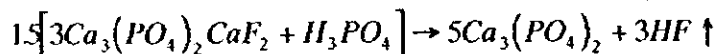


磷鉱石に珪砂を加え、水蒸気気流中で高温焼成を行い、脱弗磷酸三石灰を作る方法は、工業化も検討されたが成功するに至らなかった。その理由は、次の問題があげられる。

- ① 上式の反応が水蒸気的作用によるため、小規模試験では焼成物と水蒸気との良好な接触を保つことが出来るため弗素が除去されるが、工業規模で行う場合は焼成量が多いため、水蒸気との接触が不十分になり易く、そのため脱弗も悪くなる。
- ② SiO_2 分の作用が緩慢であるため、弗素磷石灰の構造の分解を促進するには過剰の SiO_2 の添加を必要とする。 SiO_2 分の添加が多いと焼成物の融点が下がり、焼成物が炉壁に固着したり、大塊を形成して水蒸気との接触を一層悪化する。
- ③ SiO_2 添加増大による融点低下対策として、焼成温度を低くした場合、脱弗が不十分となる。

これらの難点を克服する方法として弗素磷石灰構造の破壊に SiO_2 よりも、活性な磷酸を使用する研究が進められた。

磷酸を使用すれば水蒸気は補助的なものとなり、弗素磷石灰の分解と脱弗はかなり容易になる。



しかし、磷鉱石中の FeO や Al_2O_3 が固溶として入り込むので、現在では生産され

ていない。

一方日本においても、燐鉱石中のfree CaOを燐酸三石灰になる様に燐酸を加え、水蒸気を吹き込み1,400~1,500℃で焼成する方法、又燐鉱石中のfree CaOが珪酸石灰、燐酸三石灰になる量のSiO₂と燐酸とを加え、焼成脱弗を行う方法も開発され工業化が行われたが、この両方法とも生産は中止されている。共に脱弗工程が不安定であったためである。

現在飼料用として使用されているTCPは、燐鉱石にソーダ灰と燐酸液（燐酸ソーダを形成させる）とを加え、回転焼成炉（ロータリキルン）中で水熱焼成を行い、焼成脱弗する方法である。

(1) 珪酸添加によるTCPの製造法

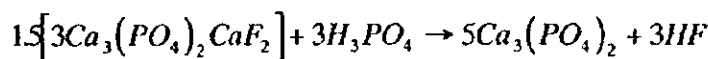
燐酸含有量35%程度の燐鉱石と、珪酸約90%を含む燐鉱石の尾鉱を200Meshまで粉碎して混合し、SiO₂ 42~45%になる様に配合、40~45%の含水スラリーとしてRotary-Kilnで1480~1,500℃で焼成する。この時燃料油と同時に水蒸気を吹き込み、反応生成物は急冷して炉から取り出す。

この方法は安定生産が困難なため企業化されていない。

TP ₂ O ₅	CP ₂ O ₅	CaO	FeO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	F	CP/TP
20.6	19.6	28.8	0.9	0.8	48.6	-	95.1

(2) 燐酸法によるTCPの製造法

この方法は、弗素燐灰石の構造の分解にSiO₂より分解力の強い燐酸を使用するものである。



製造法は燐鉱石に対し、CaO/P₂O₅モル比が2.9~3.0になる様に燐酸液を加えて造粒し、これをRotary-Kilnの中で水蒸気を吹き込みながら1,300~1,500℃の高温で焼成する。

CaO/P₂O₅モル比を3.15~3.25程度とすると、燐鉱石の脱弗が不十分になり易いという欠点を持っている。

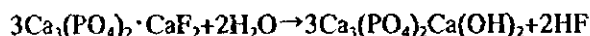
1970年頃迄、日本で行われていたが、不安定のため現在では中止されている。

	TP ₂ O ₅	CP ₂ O ₅	CaO	F	SiO ₂	CP/TP	CaO/P ₂ O ₅
	43.47	36.94	51.08	0.15	2.35	85.0	
モル	0.3040		0.9121				3.00

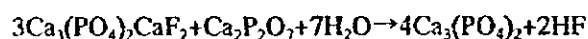
(3) 珪酸-磷酸法によるTCPの製造法

磷鉱石1に対し、珪砂をSiO₂として5~10%の比率で配合して粉碎し、この混合物に対して磷酸を10:0.8~1.0の割合になる様に添加しながら0.5~4mmに造粒し、水分1%程度にまで乾燥した後、流動焼成装置に送入する。この流動焼成装置は2段の流動層と3段の移動層を結合した多段流動炉で、水蒸気を吹き込みながら1,250~1,300℃で脱弗焼成を行う。この基本反応式は次の通りである。

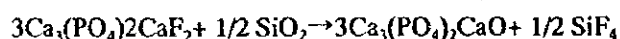
① 水酸磷灰石の生成



② 磷酸三石灰の生成



③ オキシapatiteの生成



脱弗の促進剤として珪砂を多量に使用する関係上製品中のSiO₂含量が高い。

1970年頃迄この方法による生産を行われていたが、現在は中止している。

TP ₂ O ₅	CP ₂ O ₅	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃ &Al ₂ O ₃	F	CP/TP
39.70	36.00	44.60	13.20	1.19	0.09	90.7

(4) 磷酸ソーダ法によるTCPの製造法 (最も効率的な製造法)

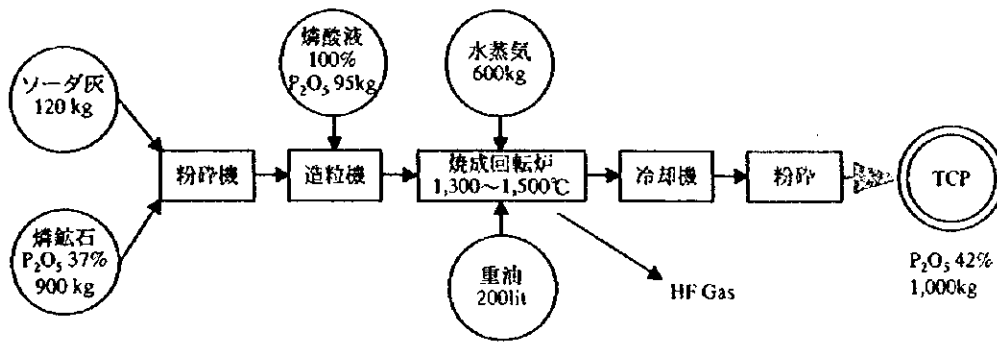
磷酸ソーダ法は従来の(珪酸法、珪酸-磷酸法)のもの欠点を排除する目的で種々検討の結果、確立された方法である。

即ち、磷鉱石中のFree CaOを磷酸三石灰とするに必要な磷酸分を磷酸ソーダの形で添加し、焼成する方法である。

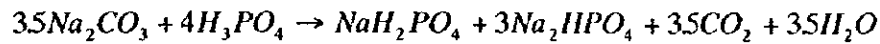
実際には磷鉱石とソーダ灰との混合物に磷酸を加えながら造粒する事により、磷酸ソーダを形成させ水熱焼成(1,500℃前後)を行う方法がとられている。

磷酸ソーダ法による操業例は次の通りである。即ち磷鉍石1に対し6~8%のNa₂Oに相当するNa₂CO₃を加え、これを粉砕し、粉砕物中の磷鉍石1に対し10~13%のP₂O₅に相当する磷酸液を添加しながら造粒機で混合反応造粒を行わせる。

造粒物は耐火煉瓦内張りのRotary-Kilnに送入され、1,300~1,500℃の水蒸気を吹き込みながら焼成脱弗させる。Rotary-Kilnの操業は比較的安定で、脱弗の反応も速やかに進み、製品中に残存する弗素量はわずかで0.05~0.12%となる。

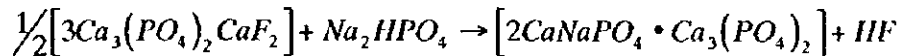


① 磷酸ソーダの生成



ソーダ灰 磷酸液 磷酸ソーダ塩

② TCPの生成 (簡略化のため磷酸ソーダはNa₂HPO₄とした)



(レナニットと磷酸三石灰の固溶体)

磷酸ソーダ法による品位

T-P	C-P	CaO	Na ₂ O	F ₂ O	Al ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	SiO ₂	F	CP/TP
41.30	39.25	44.90	7.35	1.31	1.05	0.11	0.34	3.44	0.08	95.0

磷酸ソーダ法による成分含有量は使用する原料磷鉍石に左右される。

この手法によるTCPは弗素含有量が低い事に加え、構成成分のP₂O₅、CaO

ともその形態が溶解性の高いものであるから、家畜家禽に対する生物学的有効性 (biological availability) も高い。

飼料用燐酸カルシウムについての飼料効果は β -燐酸三石灰を基準にして測定する生物学的有効性により示されている。

飼料用燐酸塩の生物学的有効性

試料	P	Ca	F	生物学的有効性
燐酸ソーダ法(TCP)	18.3	32.0	0.10	100-105
飼料用燐酸二石灰(DCP)	18.2	23.5	0.12	95-105
蒸製骨粉	10.0-15.0	22.0-31.0	0.04	70-100
ケイ酸添加による(TCP)	9.0-10.0	20.0-21.0	0.17	50-100

生物学的有効性はヒナに目的とする燐酸カルシウムを給与し、4週間飼育した後、その脛骨の灰分量を測定し、試薬燐酸三石灰の場合と比較を行う測定法である。

5.8 腐植りん又は類似肥料の造粒技術と設計基礎

次項で造粒工場の概念設計を提示したが、この造粒工場は一般的複合肥料の製造が可能である。しかし提示した概念設計は時間の関係もあり各種肥料に対応した資料となっていない。これは製造肥料の仕様が不明であった事と、工場側に造粒の技術移転を行い必要な変更を工場自身で行うことが最も有効と判断したためである。そのためここでは造粒技術一般について記述した。

5.8.1 造粒の方法

各種粉体の造粒は用いる原料の粒度構成が難易を示す一つの指標となる。また微粉碎度と共にその粒度分布も問題である。一定の粒形に集中した原料ではそれが微粉であっても、製品の空隙率は高く強度が低い。従って有効な粘結剤の使用、造粒に先立って行う混合、捏和等の前処理など他の造粒にはみられない特別な配慮が不可欠の条件となる。

(1) 原料

原料をそのままの粒度で使用する事が有利であるが製品の硬度物性が問題とされるので、必要最大粒形と粒度組成、内部表面積、全水分、仮比重などを調査し、必要性能のための手段、維持を図るべきである。

(2) 粘結剤

肥料の強度等が要求される場合には一般には亜硫酸パルプ廃液（リグニンスルホン酸ソーダ：30～32 Be'）が入手し易く安価である。亜硫酸パルプ廃液の成分例並びに輸送が容易な様に濃縮粉末化した製品（固形品）の1例を示す。

亜硫酸パルプ廃液		リグニン固形品（中国大連製）	
比重	1.260	H ₂ O	7.00%
固形含有量	58.90%	リグニンスルホン酸	84.90%
灰分	6.69%	還元性糖	8.10%
リグニンスルホン酸	32.90%	内 CaO	9.29%
pH	5.4	灰分	15.90%
		pH	4.50

(3) 原料の混合混和

造粒に必要な粘結剤と水分を添加した原料は、充分均質に混合した後捏和して、粘結剤の圧延と圧密化を行う。圧密で生じた大きなフレークは造粒に先立ち解砕する。

良質の肥料を高歩留りで取得するためには欠かす事の出来ない大切な工程である。

(4) 造粒

造粒機としてDesk及び Drum型ペレタイザーにはそれぞれの特徴があり製品の目的に応じていずれかの機種を選ぶ。

一般にDesk型は造粒性能が高く、且つ自動的に粒経分級作用が行われるので、目標粒経に集中した真円度の高い肥料が高歩留りで得られ、製品強度も高いのが特長である。

これに対しドラム型ではある程度の粒度のばらつきは避けられず、肥料の強度もDesk型に比較して劣るが、処理能力の大きな点では肥料の造粒には極めて有利である。而し難造粒の場合はDesk型を採用する。

(5) 乾燥

造粒品そのままでは強度が低く、熱風乾燥で強度をあたえ最終製品とする。乾燥条件としては機種の選定はもちろん熱風温度、湿度、流速等の諸条件を選んで選定する。

5.8.2 造粒に関係のある諸因子

肥料の造粒が、目標粒経に集中した真円度の高い製品を高歩留りで取得する事を第1目標とする事は既に述べた通りであるが、同時に耐圧、耐摩耗、耐衝撃の各強度、あるいは密度の高い緻密性さらには耐水性、耐熱性等の化学的諸性能が常に要求される。少なくとも下記諸因子に示す様な各種製造条件を相互に関連せしめて調整すればその目的に近づける事が可能である。

原 料	粘 結 剤	造 粒 水 分	造 粒 機	乾 燥
1. 最大粒径と粒度組成	1. 種類と粘結力	1. 添加量	1. 機種	1. 乾燥法式
2. 内部表面積	2. 添加量	2. 添加時期	2. 傾斜角	2. 乾燥温度
3. 全水分	3. 添加方法		3. 周速	3. 乾燥時間
4. 比重	4. 加時期		4. 造粒時間	4. 雰囲気

(1) 原料の影響

原料の粒度構成が造粒の難易を示す一つの指標となる。これを内部表面積からみれば $S_w=100(\text{m}^2/\text{kg})$ 以上が必要である。特に原料の微粉砕が均質で良質の製品を得るための必要条件となる。

微粉砕度と共に粒度分布も問題である。一定の粒形に集中した原料では、たとえそれが微粉であっても製品の空隙率は高く強度が低い。この様な点からも原料の粒度構成が最小空隙率の配合である様な粒度組成の構成が必要になってくる。

そのため次の方法により S_w (質量あたり内部表面積 m^2/kg) を計算する事となる。

$$\text{Rosin-Rammlerの式} \quad R_p = \exp(-aD_p^n)$$

$$\text{Kiepkaltの式} \quad S_v D_e = 1.065 \times \exp \frac{1.795}{n^2}$$

$$\text{Rumpfの式} \quad P_c = 8 \times 0.8 \left(\frac{1-\epsilon}{\epsilon} \right) \times \frac{7.418}{D_p} \times 10^{-3}$$

R_p : 粒上篩上 %

D_e : 粒度特性数

$$\frac{1}{e} = \frac{1}{2.718} = 0.3679$$

篩上36.79%の粒子の大きさ

n : 均等数

D_p : 粒子径

S_v : 体積当りの表面積 m^2/m^3

① RDp44 μ =60%

RDp150 μ =12%なる粒度分布の場合n、a、Deを求めると

$$\log 150 = 2.1761 \quad \log 44 = 1.6434$$

$$\log \log \frac{100}{12} = -0.03582 \quad \log \log \frac{100}{60} = -0.65394$$

$$n = \frac{-0.03582 + 0.65394}{2.1761 - 1.6434} = \frac{0.6181}{0.5327} = 1.1603$$

$$0.6 = \exp - a 44^{1.16} \quad a = 0.006337$$

$$-0.5108 = -a 80.61$$

$$R_{De} = 0.3679 = \exp - 0.006337 De^{1.16}$$

$$1 = 0.006337 De^{1.16} \quad De = 78.51 \mu = 78.51 \times 10^{-6} (m)$$

② $Sv 78.51 = 1.065 \times 6 \exp \frac{1.795}{(1.16)^2} = 24.26$

$$Sv = 0.3090 \times 10^6 m^2/m^3 \quad Sw = \frac{Sv}{P\rho} = 154.5 (m^2/kg)$$

但し $P\rho = 2000 (kg/m^3)$ とする。

$$Dp = \frac{Sv}{6} = \frac{6}{0.3090 \times 10^6} = 19.42 \times 10^{-6} (m)$$

$$Pe = 8 \times 0.8 \left(\frac{1-0.4}{0.4} \right) \frac{7.418 \times 10^{-3}}{Dp}$$

$$= 8 \times 0.8 \left(\frac{0.6}{0.4} \right) \frac{7.418 \times 10^{-3}}{19.42 \times 10^{-6}} = 3.667 kgf/m^2 \approx 0.37 (kgf/cm^2)$$

(2) 造粒水分の影響

造粒含水率は造粒操作において造粒の難易に及ぼす主な因子である。適正水分値を選べば目標粒形90%の高歩留で取得できる。

強度の面から見ても適正水分値のものが最も高く、過剰水分では大粒形のもの急速に成長するが強度が低下する。

(3) 粘結剤の影響

粘結剤の配合は肥料の強度維持と、着目粒形に集中した製品の歩留り向上に有効である。而しその前提は粘結剤を均一に展延させる事で、原料・粘結剤に水を所定の割合で配合した造粒原料を十分に捏和する事が必要である。

また肥料の造粒においては、粘結剤10%まではその増量と共に平均粒径も漸増するが、それ以上に配合量をましても逆に粒径は小さくなる。

而し耐圧度は粘結剤の配合量に比例して増加する。

(4) 造粒機の実作条件

造粒機は回轉皿型造粒機又は回轉円筒型造粒機が用いられる。回轉皿型造粒機では粒径の揃った強度の大きいペレットがえられ、回轉円筒型造粒機は処理能力は大きいが、粒径のばらつきがあり強度の低い欠点がある。このためこの種の肥料製造には回轉皿型造粒機が主として用いられる。

皿型造粒機についての操作条件を記載する。

a) 傾斜回轉数リムの高さ

一般に皿の傾斜を小さくし回轉数を大にすれば大粒ペレットが得られ、逆に傾斜を大きくし回轉数を小さくすれば、小粒ペレットが得られる。而し皿の傾斜や回轉数は、これを変化させる事により、皿内の滞留量が変化し、皿内の核やペレットの分布状態も変化するので散水位置や粉の結銹位置にも影響を及ぼす。

従って皿の回轉数や傾斜は通常造粒操作中に変化させる事は少ない。これらの決定に当たっては、目標粒径のペレットとそれより径の小さいペレットを皿の中に入れ、転動の状態を見ればおよその見当がつくので、その条件で連続テストを行い安定して連続運転が行えるように修正して行けば良い。

この時皿の傾斜及び回轉数と後述の給銹位置、散水位置、給銹粉の分配との関係を良く観察しておく事は重要な事である。

通常皿の傾斜は45～55°、リムの高さは皿内の滞留量即ち滞留時間に影響を及ぼす。同一径の皿ではリムの高さが高い程有利と考えられがちであるが、リムの高さが高くなるに連れて皿内のペレットの粒度分布が取れ難くなり、整粒効果が薄れてくる。

リムの高さは皿径の15~20%内にとるのが操作し易い条件といえる。
設計上の諸元は次のように決める。

パンの直径をD(m)としてパンのリムの高さH(m)=0.10~0.20D

パンの傾斜角 45° ~ 55° 、パンの回転数をN(rpm)、

$$\text{パンの臨界回転数を } N_c = 42.3 \sqrt{\frac{\sin \theta}{D}}$$

θ パンの傾斜角= 52°

D 3(m)

$$N_c = 42.3 \sqrt{\frac{\sin 52}{3}} = 21.68 \text{rpm}$$

$$N = N_c \times 0.63 = 13.00 \text{rpm}$$

$$N = 20 \sim 26 / \sqrt{D} = 11.55 \sim 15.01 \text{rpm}$$

N_c は θ の関数であるためNは可変が望ましい。

b) 粉の給鉱及び散水

図5-2の給鉱位置はA又はBで、粉が小粒側(種側)に巻き込まれる位置であり且つ連続して核、種が発生するのを助長させる位置である。給鉱粉の一部はペレットの成長に消費され、他は核や種の発生に消費されるので、これらの分配が適正になされる給鉱量、位置を選択するのが望ましいわけである。

又、散水量、散水位置も上記のペレットの成長、核、種の発生の留意して定められる事になる。

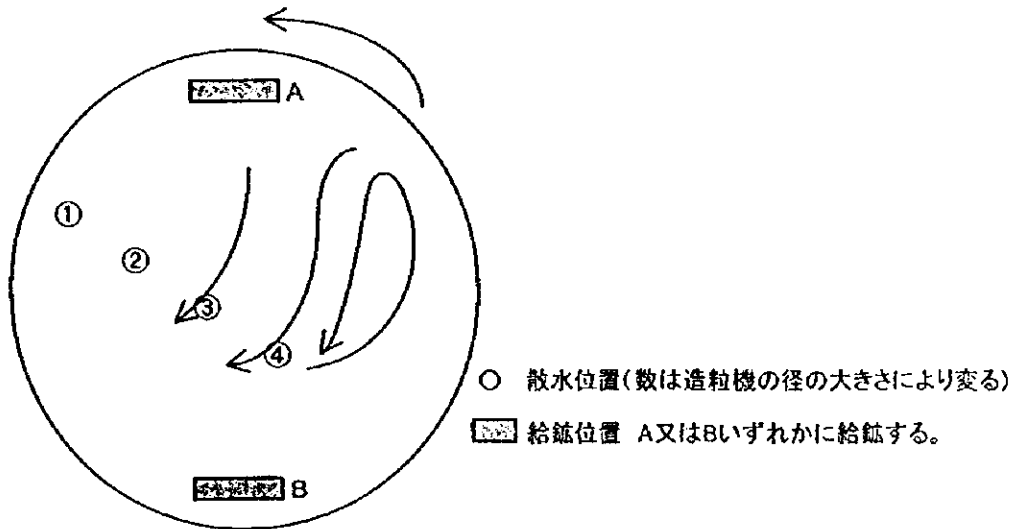
図中の①が核、種の発生に寄与する散水位置であり②③がペレットの成長に関係する散水位置である。④はスタート時に核、種の発生を促進するための散水位置である。造粒が安定期に入った時は①②を使用する。なお散水位置はある範囲内で変化できるようにしておくのが望ましい。

造粒工程で添加する水分は、原料粒度や前処理、目標粒径によっても異なってくるが、通常給鉱量の5~10%程度である。

散水量はテストで容易に検討がつくので、むしろ散水量の分配に意を用いる事が造粒操作習熟につながる近道といえる。

適正な給鉱量は皿内滞留時間、粉の分配その他諸因子によって決定されるが、目標粒径、強度等によっても変わってくるので一概に言いがたい。

図5-2 粉の給鉱及び散水位置



次にスケールアップする場合の皿型造粒機の処理能力について記載する。

c) 回転皿型造粉機能力設計

常時6,000kg/hr処理するとして歩留り60%と見做し3,600(kg/hr)

3,600kg/hr×20hr×300days=21,600(tons/year)

D=皿の径3m θ=皿の傾斜角度52° α=粉体の安息角32°

$$\beta = \tan^{-1} \{ \sqrt{2} \tan(\theta - \alpha) \} = \tan^{-1} \{ \sqrt{2} \tan(52 - 32) \} = 27.23$$

$$\tan 27.23 = 0.5146$$

$$\delta = \sin^{-1} \left\{ 1 - \left(\frac{2H}{D} \right) \cot \beta \right\}$$

$$= \sin^{-1} \left\{ 1 - \left(\frac{2 \times 3 \times 0.15}{3} \right) \frac{1}{\tan 27.23} \right\} = 24.650$$

$$f^1(\delta) = \frac{2}{3} \cos^3 \delta + \sin \delta \left(\delta - \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} \sin 2\delta \right)$$

$$= \frac{2}{3} \cos^3 24.65 + \sin 24.65 \left\{ 0.4301 - 1.5708 + \frac{1}{2} \sin(2 \times 24.65) \right\}$$

$$= 0.5005 + 0.4171 \{ 0.4301 - 1.5708 + 0.3791 \} = 0.1828$$

$$\text{保有量HU} = \left(\frac{D}{2} \right)^3 \tan \beta f_1(\delta) = \left(\frac{3}{2} \right)^3 \tan 27.23 \times 0.1828$$

$$= 3.375 \times 0.5146 \times 0.1828 = 0.3175(m^3)$$

処理能力の計算は次のようになる。

Q処理能力 (kg/hr) としPB嵩比重1100 (kg/m³) 保有力0.3175 (m³)

RT滞留時間3.5分 (0.05833hr) とすれば

$$\frac{Q}{B} = \frac{HU}{RT} \frac{Q}{1100} = \frac{0.3175}{0.05833} \quad Q=5987\text{kg/hr} \approx 6000[\text{kg/hr}]$$

(d) 造粒操作 (図5-2参照)

粉が造粒されて行く過程で微粉が相互に付着し0.3~0.5mmΦに成長したものの (必ずしも球形でない) を核、さらに核が成長して0.5~1m/mになったもの (球形に近いもの) を種と呼んでいる。

まず皿の回転、散水を止め正常時滞留量の25%程度の湿粉を給鉱する。次に皿を回転させながら①③④の散水を行い、給鉱を開始し皿内の滞留量が8%程度になったところで給鉱を一時停止し、散水のみを行う。この時間は15~20分間ではあるが、この間が粉が核、種に成長していく段階である。

核が発生し始めた時に散水を止めて転動のみとし、水のしみ出しにより種にまで成長させる。種の発生が認められるようになった時点で再給鉱、散水を開始する。

上記が造粒スタート時の基本的な操作であるが、給鉱原料水分が多く水のしみ出しが良い場合には給鉱を停止せず、連続して種造りの段階よりペレット排出の段階に移行し得る。実際には核から種までの成長は非常に速く、注意深い観察と慣れによる感じを覚え込まなければなかなか難しいところである。早い時期に再給鉱を開始すると、目標より細かいペレットを、遅すぎると目標より大きいペレットを排出することになる。特に遅すぎる場合には種が切れ、造粉続行が不能になることがあるから注意を要する。

操作が良好で給鉱及び散水量が安定していれば急激な皿内の変化は生じない。ペレットの径、表面への水のしみ出し状況、種の発生状況、転動状況などを観察し、安定よりはずれる兆候を見逃さない様にする事が大切である。例えば徐々にペレット粒径が大きくなり種の発生が少なくなってきた場合、散水を絞り気味にし、ペレットの表面への水のしみ出しを通常より少な目にする。

逆に種が過剰となり目標より小粒のペレットを排出する場合は、散水を多めにする。皿内に存在するペレットに給鉱粉を消費させ種側へ回る粉を少なくするためである。

安定な操作が長続きしない場合は操作のみで対処せず前工程での操業条件を再検討すべきことは言うまでもない。

5.8.3 製品の乾燥

製品の乾燥の方法条件を決めるに当たり、乾燥時のき裂変質を防止するための配慮が必要である。この点自然乾燥は無難といえるが、実際的ではなく、熱風乾燥法をとるのが普通であるが、その乾燥にあたっては乾燥装置の選定条件の設定が重要である。

(1) 選定に先立って検討すべき事項

1) 乾燥製品の品質に関連する事項

(a) 材料の熱劣化

材料の熱に対する敏感性を考慮すること。これによって乾燥中の材料温度の上限が決まる事となり、熱風温度設定の第一条件となる。一般に熱劣化は材料温度と時間の関数であって、場合によっては低温長時間乾燥よりも高温短時間乾燥の方が優れた品質が得られる例も多い。

(b) 製品品質

乾燥条件の変化が品質を左右する事は周知の事実である。もろい材料では乾燥過程での製品の破碎、粉化も大切な問題である。粉体工業的性質が直接その品質、商品価値を左右する事が多い。

(c) 製品の汚染

熱に敏感な肥料原料では、乾燥器内に付着その他で長時間とどまる間に炭化を起し、製品に劣化又はこげ臭がつく事があり品質を著しく低下させる事がある。

2) 乾燥器の容量計算、構造などに関連する事項

(a) 湿り材料の乾燥特性

対象となる湿り材料の乾燥条件の設定には、その材料の乾燥特性を把握する必要がある。特に乾燥時間を推定するには乾燥特性曲線を求めねばならない。

もしそれが不可能としても最小限、限界含水率を知っておく必要があ

る。

ここで注意すべきは限界含水率、乾燥特性曲線とも材料と熱風の接触状態（これは乾燥器の機種によって異なる）、材料の大きさ、形態によっても大きく左右されるので注意を要する。

(b) 材料の付着性

乾燥器内での材料の移動、取り扱いなどに関連して、湿り材料から乾き状態に至る材料の付着、粘着性についての十分な知見が要求される。特に連続式乾燥器においては供給器内の移送、製品の排出に至る材料のスムーズな流れが最も重要な要件であって、これが満たされない場合には乾燥器の運転が不可能となる。乾燥器内の器壁への付着、団塊の成長などがトラブルの原因となる。

(c) その他

材料の毒性、揺変性、表面硬化、収縮、造粉性等にも十分な配慮が必要である。

(2) 装置の大きさの概算

回転乾燥装置のスケールアップには、計算式の伝熱容量係数hao (kcal/m²hr°C)を求める事になるが、このhaoの値はDryerの構造条件、Dryer内径D(m)、Dryerの長さL(m)、回転数N(rpm)、傾斜Sd(mm)と運転条件の風量の質量速度G(kg/m²hr)、空気温度℃、供給速度F (kg/m²hr)、ホールドアップ (X%) によって決まる。

直接的回転乾燥器内の熱容量係数については諸研究者の伝熱速度式

$Q = hao(\Delta t)lmV$ の形に換算して

hao熱容量係数は桐榮氏の

$$hao = \frac{19 \times 10^5 G^{0.16}}{D}$$

D：筒の内径 X：ホールドアップ量 G：質量速度[kg/m²hr]を採用する。

Wo処理量6,000[kg/hr] X₁：原材料水分=12% X₂：製品水分=0.5%

H₁：排出ガス湿度=0.11 kg H₂O/kg air H₂：空気中の湿度=0.01 kg H₂O/kg air

Go風量[kg air/hr]

$$W_o \left(\frac{X_1}{1-X_1} - \frac{X_2}{1-X_2} \right) = G_o(H_1-H_2)$$

$$6000 \left(\frac{0.12}{1-0.12} - \frac{0.005}{1-0.005} \right) = G_o(0.11-0.01)$$

$$6000(0.1364-0.005205) = G_o \times 0.10$$

$$G_o = 7880 [\text{kg/hr}]$$

$$D = \sqrt{\frac{G_o}{0.7854G}} = \sqrt{\frac{7880}{0.7854 \times 4500}} \quad G = 4500 [\text{kg/m}^2\text{hr}] = \text{質量速度}$$

$$= 1.493(\text{m}) \approx 1.5(\text{m})$$

$$C_H = (0.24 + 0.46H) = (0.24 + 0.46 \times 0.01) = 0.2446$$

$$t_1 = \text{入口温度 } 500^\circ\text{C} \quad t_2 = \text{排出温度 } 140^\circ\text{C}$$

$$Q = G_o C_H (t_1 - t_2) = 7880 \times 0.2446 (500 - 140) = 693881 \approx 693900 [\text{kcal/hr}]$$

$$\text{hao} : \text{熱容量係数 (kcal/m}^3\text{hr}^\circ\text{C)} \quad X : \text{ホールドアップ量} = 10\%$$

$$\text{hao} = \frac{19(X)^{0.5} G^{0.16}}{D} = \frac{19(10)^{0.5} (4500)^{0.16}}{1.5} = \frac{193.162 \times 3.842}{1.5} = 153.9 [\text{kg/m}^3\text{hr}]$$

$$\text{対数平均温度差 } (\Delta t)_{\text{lm}} = \frac{(t_1 - T_1) - (t_2 - T_2)}{\ln \frac{(t_1 - T_1)}{(t_2 - T_2)}} = \frac{(500 - 20) - (140 - 100)}{\ln \frac{500 - 20}{140 - 100}}$$

$$= 177.1^\circ\text{C}$$

$$q = \text{hao}(\Delta t)_{\text{lm}} V = 693900 = 153.9 \times 177.1 V$$

$$V = 25.46 (\text{m}^3) \quad A = (1.5)^2 \times 0.7854 = 1.767 [\text{m}^2]$$

$$L = \frac{V}{A} = \frac{25.46}{1.767} = 14.4 [\text{m}] \approx 15 [\text{m}]$$

$$V_H = (0.7734 + 1.244H) \frac{273 + 130}{273} = (0.7734 + 1.244 \times 0.11) \times \frac{273 + 140}{273}$$

$$= 1.377 [\text{m}^3/\text{kg}]$$

$$q = 7880 \times 1.377 / 60 = 175.6 \text{m}^3/\text{min} \quad 0.8 = 219.5 \text{m}^3/\text{min} \approx 250 [\text{m}^3/\text{min}]$$

保有量 (Hold up) X% 及び滞留時間 T_{mint} は次式により計算する。

$$X = \frac{0.384F}{DS_D N^{0.9}} \pm 16.4 \frac{G}{P_B (Dp) \mu^{\frac{1}{2}}} \quad \{ + \text{向流} \quad - \text{並流} \} \quad (10\% \text{程度})$$

$$F = W_o / AP_B = 6000 / 1767 \times 1000 = 3.395 \text{m}^3/\text{m}^2\text{hr}$$

$$\frac{0.384 \times 3.395}{1.5 \times 0.02 \times (5)^{0.9}} - 16.4 \frac{4500}{1000(2500)^{\frac{1}{2}}} = 10.21 - 1.476 = 8.734\%$$

$$T = \frac{0.23L}{DS_D N^{0.9}} \pm 9.85 \frac{LG}{(Dp)^2 \mu FP_B} \quad (20\text{分以上})$$

$$= \frac{0.23 \times 15}{1.5 \times 0.02 (5)^{0.9}} - \frac{9.85 \times 15 \times 4500}{(2500)^2 \times 3.395 \times 1000} = 27.02 - 3.92 = 23.10(\text{mins})$$

材料の種類	複合肥料			
充填密度	P_s	1000kg/m ³	供給材料含水率	W1 12%
材料径	D_p	2.5mm=2500 μ t	出口材料含水率	W2 0.5%
筒径	D	1.5(m)	処理量Dry Base	W _o 6000kg/hr
筒径面積	A	1.767(m ²)	蒸発速度	W _o (W1-W2) 787.2kg [H ₂ O/hr]
長さ	L	15(m)	蒸発能力	W _o (W1-W2)/V=29.70 [kgH ₂ O/m ³]
風量	G _o	7880 [kg/hr]	熱容量係数	hao 153.9 [kcal/m ³ hr°C]
質量速度	G	4500 [kg/m ² hr]	保有量	X 8.734%
入口空気温度	t ₁	500°C	乾燥時間	T 23.10 [min]
出口空気温度	t ₂	140°C	回転数	N 5rpm
入口製品温度	T ₁	20°C	傾斜	S _d 2/100
出口製品温度	T ₂	100°C	回転所要動力	K _w 22Kw
			ファン容量	250 [m ³ /min]

5.9 腐植燐製造の実際（20,000T/Yの造粒工場の概念設計）

腐植燐、煙草公司向け肥料等の複合肥料は各成分を単に混合するのみでも製造可能である。しかし性能上も取扱上も粒状化することが望ましく、日本ではもちろんのことであるが、中国でも近年粒状製品が増加している。これに対応して製品生産能力3T/Hr、年間20,000tonsの能力を持つプラントの概念設計を行った。この能力の設定は市場の状況、経済性等につき中国側との検討の結果によるものである。

製品としては腐植燐を想定したが、この工場は腐植燐のみでなく煙草公司向け肥料を含め他の複合肥料も生産可能であり、数種の肥料を生産することにより操業度を上昇させることが出来る。

尚本設計は概念設計であり具体的な原料、製品仕様、機器等のデータを使用した詳細設計ではない。従って中国側で中国製機器の仕様等を考慮した詳細設計を行う必要がある。

5.9.1 プロセスの詳細

この装置の連続運転は次の様な操業方法で行う。

- (1) 所定の水分に調湿した原料（腐植酸、溶成燐肥、重過燐酸石灰）は各バケットエレベーターで原料ホッパーに上げて定量秤量機で調整機（バツグミル）に定常送入する。
- (2) 粘結剤の亜硫酸パルプ廃液は、タンクから定量用ダイヤポンプで調整機に圧送し、5%程度範囲内で添加した後30～60秒均質混合する。
- (3) 混合調整した造粒原料はミックスマラーで3～5分捏和し、粘結剤の均一展延と原料の圧密化を行う。
- (4) ミックスマラーを出た原料は解砕機（PKミキサー）にかけ目標粒径以上のフレークを破砕する。
- (5) 回転皿型造粒機では52°、回転数13rpm、リム高450mm、皿の径3mで運転し必要な粒径に造粒する。

- (6) 造粒した生ペレットはベルトコンベアーで円筒型乾燥機（1.5^{mφ}×15^{mL}）に装入され5rpmで回転させ入口温度500℃の熱風を250m³/minで送入し、乾燥時間20～30分で乾燥腐植燐を得る。取出し温度は100℃程度で操業される。
- (7) 乾燥を終えた製品はバケットエレベーターを経てクーラーにて冷却し振動篩で分級し、規格外粒度のものは再び捏和工程へ戻して再造粒する。

図5-3フローシート及び装置各部の概略仕様、図5-4工場配置図を添付した。

5.9.2 設備建設費用の推定

この造粒工場を日本に於いて建設を行った場合について、設備建設費の概略推定を行った。この建設費は日本の経験を基礎とした概略積算であり、中国側で詳細設計、使用機器調査後に正確な建設費を算出しなければならない。

また中国側では、この工場を本工場内に建設するに必要な費用の推定を行っている。しかし中国内での建設費については調査団は詳細な査定は行っておらず、その精度を確認していない。（表5-1参照）

5.9.3 経済性計算

本造粒工場の経済性計算を行った。中国側の要請もあり、この計算は煙草公司向け肥料として調査団よりテスト仕様を提出したが、このうちの1仕様について行うこととなった。

なお計算に使用した諸数値は、中国側から提供された数値であり、かなり楽観的な数字と考えられるが、調査団としては判断出来ないためそのまま使用した。

- (1) 新造粒工場経済性計算前提
- (2) 計算前提
- (3) 計算結果
 - (a) IRR

内部収益率（税後）は21.55%となった。

(b) 敏感性計算

製品販売価格と設備建設費について敏感性計算を行った。
販売価格の影響が大きいことが分る。

(1)、(2)、(3)については、表5-2、5-3、5-4参照。

5.10 近代化計画の留意点

(1) 既存工場の安定経営

新製品の開発は、開発すべき製品の選択、市場調査、製造工程の開発又は導入とその試験、設備の設計積算を含む建設計画の作成、建設の実行、試運転、財務的な手続及び準備、営業的な販売及び物流組織の確立、等多くの業務を処理しなくてはならない。たとえこれらの業務が極めて順調にいても、それら業務に投入される人的及び財務的資源は大きなものである。当然これら資源の大きな部分が本工場によって負担されることが期待される。また新製品、新工場の完成後を睨んだ工場管理体制の見直しも必要であり、これら期待に応えるためには本工場が安定に運転し、必要な利益、人的余裕を生み出さなければならない。

(2) 専任チームの編成

今回の開発は、生産技術面でも、販売面でも未だ多くの検討すべき項目を抱えている。その業務が順調に処理されるためには、多大な努力が集中されることが重要となる。これには現在の業務から離れた専任チーム（プロジェクト全般担当責任者、プロセス担当化学技術者、機械担当技術者の3名、他の技術業務は応援による。このうち、責任者はプラント建設経験が必須である。当面は専任者を少なくとも1名）を編成し作業を進める事が必要であろう。

(3) 専門家の活用

今回の開発目標は何れも本工場にとって経験のない製品である。開発過程に於ける試行錯誤的業務の進行は出来得る限り小さくすることが望ましい。このために必要な理論、知識、経験を広く工場外の専門家にも求め、開発初期段階より専門家の意見を十分に反映させてゆく必要がある。特に肥料全般の知識をもった化学技術者、煙草栽培の知識をもった農業技術者、煙草製造技術者、肥料販売の専門化、などの助言を必要とする。

(4) 設備設計の再確認

今回調査団より提出した造粒工場の設計は日本に於ける建設を仮定した概念

設計であり、中国の諸条件を確認し反映して、詳細計算設計を行ったものではない。

生産する製品群、それらの生産量、採用する機器の詳細仕様、建設場所の気象条件等を反映した詳細設計を行い、経済的な設備建設を行うことが望ましい。なお設備建設費はこの最終段階でなければ確定し得ない。

(5) 経済性の再確認

新製品開発、新工場建設の実施を最終的に決定するものは経済性であり、もっとも力を入れて検討すべきである。調査団が行った内部収益率計算の基礎数値は中国側の推定を用いているが、これらの数字は今後市場調査等により確認されるべきであろう。

特に販売価格及び販売量推移に関しては、現状で十分なデータがないため楽観的な値となっている可能性があり注意を要する。

(6) 造粒工場の活用

今回提出した設計では、設計にて前提とした腐植燐製品のみでなく、高度化成をも含んだ種々の製品を生産できる。新工場の設備費負担を軽減するためには新工場の操業度を高く保つ必要があるが、周囲農家の状況を判断しつつ、今回俎上に上がった製品以外の複合肥料の生産を検討することが望ましい。

表 5-1 設備建設費用 [腐植酸入り溶成磷肥、粒状化工場建設] 1/2

1. 生産量

- ・製品 20,000T/Y (3.4T/H)
3.4T/H×20H/D×300D/Y

2. 設備検討

- ・能力 6T/H×0.6 (歩留り) =3.6T/H
- ・原料 3種類→溶磷、TSP、腐植酸
- ・液体原料 硫酸、磷酸
- ・バインダー リグニン他

3. 構築物

- ・原料倉庫
- ・製造建屋
- ・製品倉庫
- ・事務所、控室、分析室

4. 構築物建設費算出基準

(1) 原料倉庫

2 m³/m²×比重
 生産分の6日分をストックするとして
 3.4T/H×20H/D×6日=408T
 408T÷2m³/m²=204m² (比重1として)
 204m²×1.2 (通路分) ≒250m²
 @70千円/m² 250m²×70千円/m²=17,500千円

(2) 原料倉庫

1.4T×3段積/パレット 1,400×1,150
 4.2T/1.6m²=2.6T/m² (比重1として)
 生産量の1ヶ月分をストックするとして
 20,000T÷12≒1,700T
 1,700T÷2.6T/m²≒650m²
 650m²×1.4 (通路分) ≒910m²
 @70千円/m² 910m²×70千円/m²=63,700千円

(3) 製造建屋

@80千円/m² 1,000m²×80千円/m²=80,000千円

表 5-1 設備建設費用〔腐植酸入り溶成燐肥、粒状化工場建設〕 2/2

(4) 事務所、控室、分析室

@100 千円/m² 250m²×100 千円/m²=25,000 千円

5. 設備建設費積算総計

				千円
・機械設備			一式	277,500
・電気工事 (受配電設備含む) 500kVA			一式	40,000
・配管工事 (硫酸、燐酸、工水、エア―他)			一式	8,000
・基礎工事			一式	20,000
・その他付帯設備 (ポンプ、レベル計、流量計他)			一式	5,000
・建屋	原料倉庫 (6日分)	250m ²	@ 70千円/m ²	17,500
	製造建屋	1,000m ²	@ 80千円/m ²	80,000
	製品倉庫 (1月分)	910m ²	@ 70千円/m ²	63,700
	事務所、控室、分析室	250m ²	@ 100千円/m ²	25,000
			総合計	536,700

6. 機械設備積算詳細

No	設備名	形式	設備仕様	数量	金額/千円
1	計量機	バッチ式	手動	3	3,000
2	ミキサー	リボンミキサー	1,200*3,500(2軸) 15KW	1	4,000
3	輸送機	バケットエリベーター	10T/H*2.2KW	3	5,000
4	ホッパー		6m ³ (ロードセル付き)	2	4,000
5	定量フィーダー	コンスタントフィードウェア	5T/H 10T/H*2 1.5KW	3	21,000
6	混合機	ミックスマラー	NSG, 20Y, 30KW	1	10,000
7	造粒機	ディスク型	3,000D 30KW	1	20,000
8	輸送機	ベルトコンベア	10T/H 1.5KW	2	2,000
9	乾燥機	ローラー型	1,500D*15,000L 22KW(バナー、炉含む)	1	35,000
10	集塵機	サイクロン	1,800D*6,000H	2	3,000
11	ファン	ターボブロー	250m ³ /m 30KW	2	10,000
12	冷却器	ロータリークーラー	1,500D*15,000L 15KW	1	25,000
13	スクリーン	振動型	900W*2,400L 3.7KW	1	5,000
14	粉碎機	チェンミル	650D*1,350rpm 15KW*2	1	7,000
15	電気集塵機	湿式	250m ³ /min	1	50,000
16	バグフィルター	乾式	250m ³ /min	1	30,000
17	硫酸タンク	FRP	1,600D*5,000L(10m ³)	1	1,000
18	燐酸タンク	FRP	1,600D*5,000L(10m ³)	1	1,000
19	コンプレッサー		22KW	1	1,500
20	パッカー 自動包装機		10T/H	1式	40,000
			合計		277,500

7. 中国側設備費積算値

設備機器 2,117,400 元
建物 1,351,500 元

表5-2 新造粒工場経済計算前提 1/2

1 プロジェクトの概要

プロジェクト名	:	複合肥料造粒工場建設計画
計算事例	:	肥料Ⅲ (腐植;150 亜炭;200 溶磷;170 TSP;200 剂;300 他)
所在地	:	雲南省晋寧県
製品	:	煙草用テスト肥料
生産能力	:	20,000 T/Y
価格基準	:	1998年度固定価格

2 スケジュール

建設開始年度	:	1,999 年
生産開始年度	:	2,000 年
建設期間	:	1 年
評価年数(建設開始から)	:	15 年間

3 所要資金

投資時期

(1) 所要資金

設備機器	:	2,117,400 元		1 年前
建物	:	1,351,500 元		1 年前
操業準備費用(含労務費 1 年分)	:	1,052,000 元	労務費外費用	20,000 1 年前
建設期間中金利	:	447,569 元		
初期運転資金	:	3,957,410 元		
総計		8,925,880 元		

(2) 資金調達

自己資金 : 0.3

借入 : 0.7

(3) 利率 : 0.099 %/年

(4) 返却 : 5 年定額

4 製品販売価格及び量

(1) 販売価格 : 1,900 元/T

(2) 販売量 年度 1 2 3 4-10

生産計画 : 0.5 0.8 1 1

販売率(対在庫除外量) : 1 1 1 1

在庫率(対生産計画) : 0.083 年

5 投入量及び価格

項目	単位	価格(元/単位)	原単位(T/製品T)	在庫(年)
(1) 原材料				
溶成磷肥	T	270	0.17	0.083
腐植酸	T	1,400	0.15	0.083
亜炭	T	200	0.2	0.083
TSP	T	1,400	0.2	0.083
K ₂ SO ₄	T	2,300	0.3	0.083
ZnSO ₄	T	2,200	0.02	0.083
B ₂ O ₃	T	2,300	0.01	0.083
粘結剤	T	400	0.02	0.083

表5-2 新造粒工場経済計算前提 2/2

(2) 用役			
電力	KWH	0.45	40
燃料	T	200	0.02
水	T	0.8	0.15
(3) その他			
袋	袋	1	20
その他補助材料	1式	2.81	1
			0.083
			0.083

(4) 労務・福利厚生費

従業員	86	人	
単価	12,000	元/人年	
(5) 販売費	0.02	×販売収入	
(6) 上級機関管理費	0.06	×工場原価	
(7) 修理費	0.8	×全償却費	
(8) 償却費			
機器等	10	年定額償却	残存価格 0.04
建築物	20	年定額償却	残存価格 0.04

6 税金

(1) 所得税	0.33	×税前利益
(2) 販売・付加価値税		
付加価値税	0.13	×(販売収入-変動費)
都市建設維持費	0.05	×付加価値税
教育経費付加	0.03	×付加価値税

7 その他

運転資金	0.08	×工場原価(固定費+変動費)
買掛金	0.08	×変動費
売掛金	0.08	×販売収入

表5-3 複合肥料造粒工場建設設計圖一各計算結果一

	製品販売価格 元/ト				建設費 %			
	基本案				基本案			
	1950	1900	1850	1800	90	100	110	120
内部収益率：税前 %	33.89	28.35	22.80	17.19	29.44	28.35	27.34	26.39
内部収益率：税後 %	25.58	21.55	17.57	13.52	22.30	21.55	20.84	20.18
投資回収期間：税前 年	3.80	4.20	4.62	5.23	4.12	4.20	4.27	4.34
投資回収期間：税後 年	4.42	4.78	5.18	5.71	4.71	4.78	4.85	4.92
借金完済期間：税前 年	3.26	3.55	4.04	4.74	3.46	3.55	3.65	3.75
借金完済期間：税後 年	3.70	4.08	4.62	5.32	3.96	4.08	4.19	4.31
損益分岐点：稼働率 %	68.20	74.01	81.57	92.13	73.10	74.01	74.95	75.90
損益分岐点：販売価格 %	88.24	90.28	92.50	95.04	90.08	90.28	90.48	90.68

表5-4 IRR計算条件

1. 基本的な考え方は”Input” Sheetを参照されたい。時間単位は全て年単位。
2. 操業準備費は1年分の労務費を計算し労務費外費用を合算している。
また1年前に費用発生とし建設期間中金利計算に含めた。
3. 操業準備費及び建設期間中金利は償却年限10年定額残存価格0とした。
4. 初期運転資金は初年度のPermanent Working Capitalとした。
5. 所要資金の総額が調達すべき資金量である。この70%が長期借入金である。
6. 各年度の赤字は短期借入を行う事とし、翌年返却する計算とした。金利は1年分計上した。
7. 借入金の利率は長期、短期とも同一とした。
8. 生産された製品は在庫用を除き全て販売されることとした。
9. 各原単位は生産負荷に関わりなく一定とした。
10. 労務費中に福利厚生費及び企業管理費が含まれるとした。
11. 修理費は設備投資費のみでなく償却費全てに対しての割合で計算した。
12. 投資回収期間はIRR計算の実流入資金量を用いて計算した。
13. 借金返済期間は建設期間中を含め年度末手持ち資金を全て返済に充てることで計算した。
14. 製品売上以外の収入はないとした。
15. 借入金以外の負債はないとした。
16. 売上は工場出荷時とした。従って配送費用は不要とした。
17. 出資者への配当は考えていない。
18. 所得税計算で赤字の持ち越しは出来ないとした。
19. 土地等の償却できない資産は無いとした。
20. 製品在庫金額は在庫比率×Cash Factory Cost。

表5-5 溶成機肥工場の近代化 1/3

I 生産工程

現状	問題点	近代化の内容	年限
<p>原材料の受入管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 装入を考慮した受入場所を設定していない ・ 特にコークスで長期保管分がある 	<p>使用の順序が不定となる可能性がある</p> <p>ロスとなってしまう危険がある</p>	<p>原料粒度の整定と合わせ装入 原料設置場所を設定する</p> <p>現状を整理し、管理強化する（帳簿上の 貯蔵量と現物の比較を頻繁に行う）</p>	<p>1年</p> <p>6ヶ月</p>
<p>原材料の投入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 投入量の確認が翌日 ・ 投入原料の粒度が不定 ・ 装入空気量が測定されていない 	<p>投入量又は原料配合が変化しても修正されない</p> <p>高炉の操業が不安定となる原因の可能性がある</p> <p>特に粉体状の原料使用</p> <p>空気量の変動から来る高炉操業の不安定が把握 しにくい</p>	<p>少なくとも1時間に1度確認を行う</p> <p>原料受入と装入の間に粒度整定の工程を 入れ、装入原料設置場所を設定する</p> <p>流量測定機器を設定する。簡単なワイズと 水柱による差圧測定でもよい</p>	<p>2ヶ月</p> <p>1年</p> <p>6ヶ月</p>
<p>半製品の保管管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 雑然と山を築いている 	<p>長期に下積みとなり実質ロスとなつている半製品 ある</p>	<p>現状を整理し、管理強化する（帳簿上の 貯蔵量と現物の比較を頻繁に行う）</p>	<p>1年</p>

表5-5 溶成燐肥工場の近代化 2/3

II 生産管理

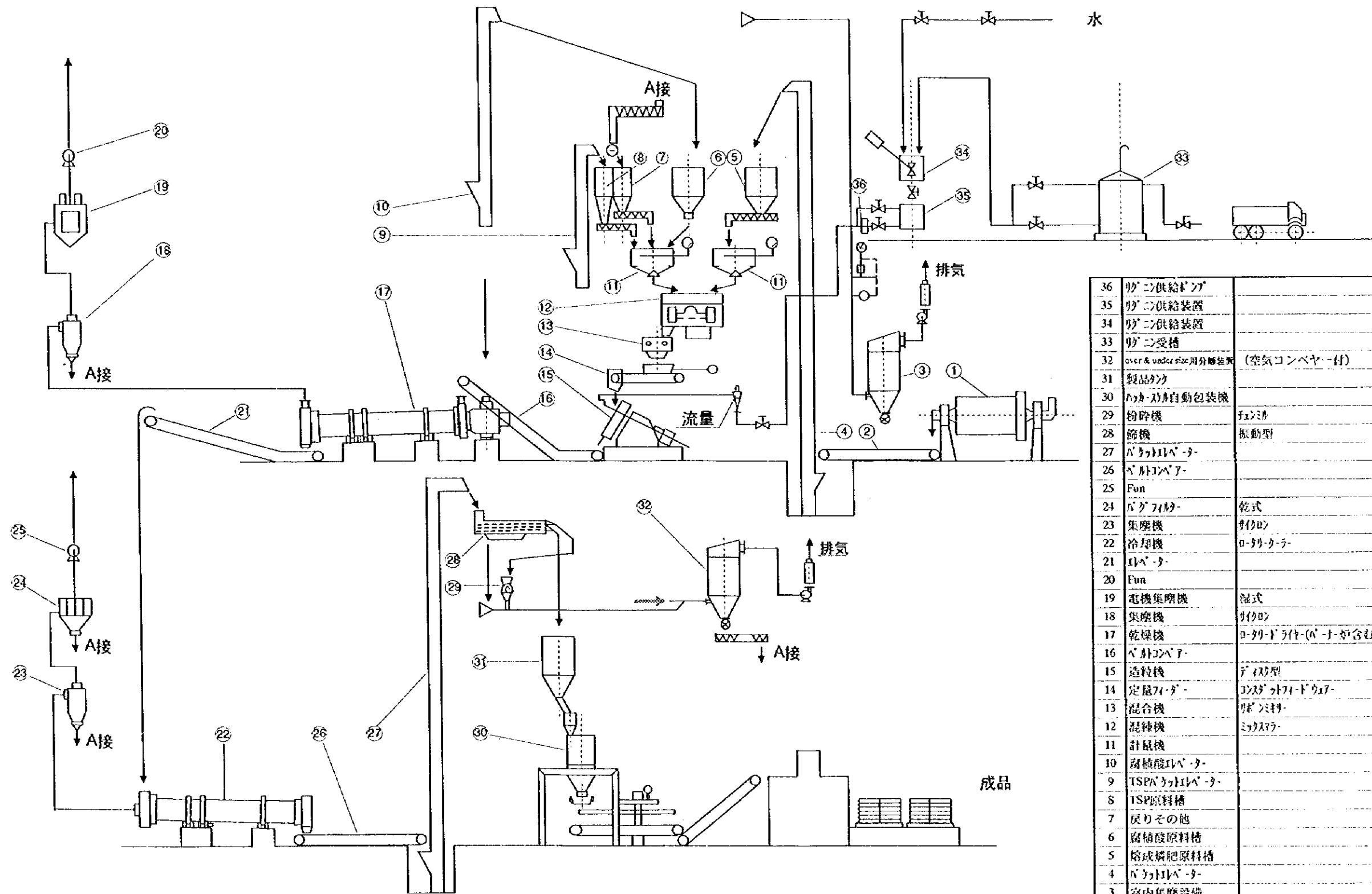
現状	問題点	近代化の内容	年限
全般	局部的な合理化に熱心なあまり、全体的な成果を見逃している傾向がある	基礎的な改善を通じて管理意識を高める 品質及び設備管理から始める	2年
品質管理	<ul style="list-style-type: none"> 品質は工程で作り返り込まれるとの考えなし 従って不調時の原因分析も不十分 管理図も作成されず品質面からの工程チェックが出来ない 	品質のばらつきを最大下人である原料投入管理の徹底から始め意識を高めていく データの図表化を行う	6ヶ月 3ヶ月
設備管理	<ul style="list-style-type: none"> 特別な品質管理活動はなかつた 機器の故障原因となる、機器の異常が発見し難い、機器に対する愛着心が育たない、公害の原因ともなりうる 運転者の保全意識を低下させる 利益増加機会の逸失 	品質管理チームを組織して活動を始める 工場の清掃を励行し発生源対策を合わせて行う 日常の点検修理（含応急修理）を徹底する 高炉の不調原因の探求、年1回の大修理期間の短縮	着手済み 2年 2年
生産・工程管理	<ul style="list-style-type: none"> 管理は作業指示の考え方 	基本作業についての標準を策定する	1年
熱管理	<ul style="list-style-type: none"> プロセスと國高炉工程の熱収支・物質収支が確認されていない 	最低限の計器及び分析機器（ガス分析）を購入し定期的な計算を行う	1年

表5-5 溶成燐肥工場の近代化 3/3

Ⅲ 財務管理

現状	近代化の内容	年限
<p>財務関係の処理は中国の諸規定に従って行われている。 しかしまだ未熟であり経営に充分寄与しては言えない。 このため諸規定を早急に作成し各制度を構築しなければならぬ。</p>	諸規定類の作成・整備	6ヶ月
	販売及び購買手続の整備	3ヶ月
	与信制度の構築	
	与信管理規定の作成	3ヶ月
	取引及び回収実績把握	+9ヶ月
	原価管理制度の構築	
	原価管理フローの整備	3ヶ月
	原価管理資料様式等整備	+3ヶ月
	予算実績分析制度の構築	
	予算作成制度の構築	6ヶ月
	実績把握	+1年
	分析・報告制度の構築	+6ヶ月
	標準原価の設定	
	実績把握	1年
標準原価設定	+3ヶ月	
標準原価の確認	+6ヶ月	

図5-3 装置各部の概略仕様



36	粉ニ供給ポンプ		
35	粉ニ供給装置		
34	粉ニ供給装置		15m ³
33	粉ニ受槽		
32	over & under size用分離装置 (空気コンベヤ-付)		
31	製品タンク		20m ³
30	パカ-スル自動包装機		10T/Hr
29	粉砕機	チェンキ	650φx135rpm, 15KWx2
28	篩機	振動型	900Wx2,400L, 5KW
27	パレットコンベ-		10T/Hr
26	ベルトコンベ-		10T/Hr
25	Fan		250m ³ /min
24	パグフィルター	乾式	250m ³ /min, 25cm/sec
23	集塵機	サイロ型	1,800φx6,000H
22	冷却機	ロータリー	1,500φ-15,000L, 15KW
21	コンベ-		10T/Hr
20	Fan		250m ³ /min 10T/Hr
19	電機集塵機	湿式	250m ³ /min
18	集塵機	サイロ型	1,800φx6,000H
17	乾燥機	ロータリー付(6'寸を含む)	1,500φx15,000L, 22KW
16	ベルトコンベ-		10T/Hr, 1.5KW
15	造粒機	ディスク型	3,000φ, 30KW
14	定量フィーダー	コンクリートタイプ	7T/Hr, 1.5KW
13	混合機	バッチ型	1,200x3,500 (2軸) 15KW
12	混練機	ミキサー	NSG 20Y, 30KW
11	計量機		秤式手動又は自動
10	腐植酸コンベ-		7T/Hr
9	TSPパレットコンベ-		4T/Hr
8	TSP原料槽		1,000kg
7	灰りその他		1,000kg
6	腐植酸原料槽		5,000kg
5	熔成磷肥原料槽		5,000kg
4	パレットコンベ-		10T/Hr
3	室内集塵設備		
2	Belt-Conveyer		10T/Hr
1	Ball-Mill	現工場既設	1,830φx6,100L
No.	設備名	型式	設備仕様

JICA