

Title	脱硫石膏及びバイオブリケット灰によるアルカリ土壌改良試験計画と水膜法脱硫プラント： (2000年度)
Sub Title	
Author	石川, 晴雄(Ishiwaka, Haruo) 酒井, 裕司(Sakai, Yuji)
Publisher	慶應義塾大学産業研究所
Publication year	2000
Jtitle	KEO discussion paper. G : 『アジア地域における経済および環境の相互依存と環境保全に関する学際的研究』(KEO discussion paper. G : "Inter-disciplinary studies for sustainable development in Asian countries"). No.G-109
JaLC DOI	
Abstract	概要本研究は、脱硫装置から副産物として得られた脱硫石膏を中国の不毛のアルカリ土壌に施用することにより改良効果を示し、食糧増産と同時に脱硫装置を普及させるための動機付けにもなるという背景のもとに調査され5年目を迎えた。中国における大気汚染問題は深刻であり、解決するためには脱硫装置やバイオブリケットの普及が重要な課題となっている。今回は中国瀋陽市化学肥料工場に導入された水膜法を利用した脱硫装置から副産物として得られた石膏ならびにバイオブリケット灰を土壌改良剤として瀋陽市康平県の試験地に施用した。また沙漠化防止と作物による経済効果を考えた環境生活林を植林するための候補地及び水膜法による脱硫プラントを視察した。
Notes	表紙上部に"日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業複合領域「アジア地域の環境保全」"の表示あり
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AA12113622-00000109-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

脱硫石膏及びバイオブリケット灰による
アルカリ土壌改良試験計画と水膜法脱硫プラント
(2000年度)

石 川 晴 雄
酒 井 裕 司

No.G-109

学振未来 3-18

脱硫石膏及びバイオブリケット灰によるアルカリ土壌改良 試験計画と水膜法脱硫プラント（2000 年度）

石川晴雄¹ 酒井裕司²

2000 年 6 月

キーワード

アルカリ土壌改良、脱硫石膏、バイオブリケット灰、
水膜法、生活環境林

概要

本研究は、脱硫装置から副産物として得られた脱硫石膏を中国の不毛のアルカリ土壌に施用することにより改良効果を示し、食糧増産と同時に脱硫装置を普及させるための動機付けにもなるという背景のもとに調査され 5 年目を迎えた。中国における大気汚染問題は深刻であり、解決するためには脱硫装置やバイオブリケットの普及が重要な課題となっている。今回は中国瀋陽市化学肥料工場に導入された水膜法を利用した脱硫装置から副産物として得られた石膏ならびにバイオブリケット灰を土壌改良剤として瀋陽市康平県の試験地に施用した。また沙漠化防止と作物による経済効果を考えた環境生活林を植林するための候補地及び水膜法による脱硫プラントを視察した。

1: (財) 都市経済研究所研究委員会評議員

2: 東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻博士課程

脱硫石膏及びバイオブリケット灰によるアルカリ土壌改良試験計画と水膜法脱硫プラント（2000年度）

1. はじめに

平成 12 年 5 月 29 日から平成 12 年 6 月 4 日までの間、中国瀋陽市郊外康平県、瀋陽市、北京を訪問した。今回の調査の目的は以下の通りであり、関係者との打ち合わせも行った。

- 1) アルカリ土壌への石膏、バイオブリケット灰施用における確認および調査
- 2) 生活環境林候補地の視察
- 3) 瀋陽市化学肥料工場に導入された水膜法による脱硫プラントの視察&脱硫プラントにおけるディスカッション（@清華大学）

2. アルカリ土壌への石膏及びバイブリ灰施用

2. 1 アルカリ土壌改良における現状

本研究には中国での二酸化硫黄による大気汚染、それに伴う酸性雨の問題、北部で広がっているアルカリ土壌問題、人口増加に伴う食糧不足問題など、様々な問題の解決が背景にある。このような様々な問題の解決策として脱硫装置から副産物として得られた石膏（以下、脱硫石膏）を不毛のアルカリ土壌に施用を行うことが提案され、1995 年よりトウモロコシを利用して研究を行ってきている。これまで小規模・大規模圃場を含めて脱硫石膏によるアルカリ土壌の改良効果は実証されている。ただし、昨年度行った圃場試験にて問題点として挙げられるのは、大規模圃場において未改良部分がパッチ状に残ったこと、バイオブリケット灰の小規模実験において改良効果が得られなかったことなどが挙げられる。

今回のアルカリ土壌改良調査の目的は、東京大学定方教授が清華大学と共同で開発した水膜法を用いた脱硫装置より副産物として得られた脱硫石膏による小規模圃場試験、昨年度とは異なるバイオブリケット灰による小規模圃場試験の施用における技術的指導である。



写真1 康平県アルカリ土壌改良圃場

2. 2 今年度試験計画内容

2.2.1 水膜法による脱硫プラントからの石膏

東京大学定方教授と清華大学徐教授により開発され、本年度平成 12 年 3 月に完成した瀋陽市化学肥料工場の水膜法による脱硫装置から得られた石膏を用いて小規模圃場に施用した。施用面積は 100m^2 で施用量は以下の通りである。

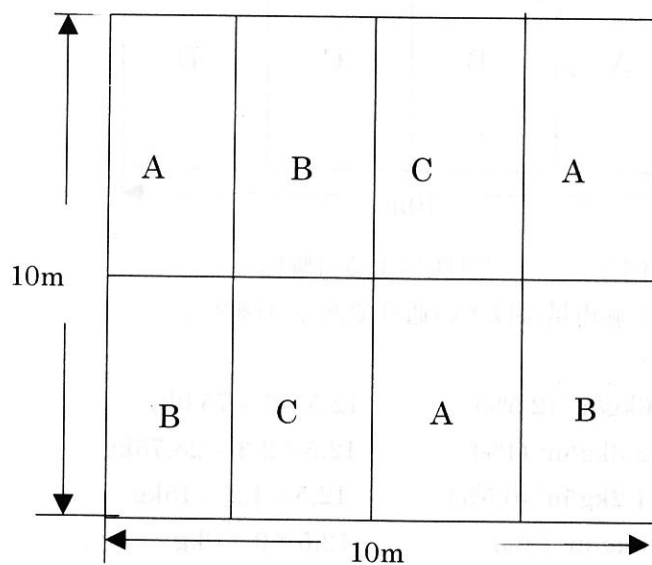


図1 脱硫石膏（水膜法）による試験区

脱硫石膏の施用は上記のように 100m^2 にて行われた（図1）。

<施用量>

A : $2.3\text{kg}/\text{m}^2$ (1%)	$12.5\text{m}^2 \times 2.3 = 28.75\text{kg}$
B : $1.2\text{kg}/\text{m}^2$ (0.5%)	$12.5\text{m}^2 \times 1.2 = 15\text{kg}$
C : $0\text{kg}/\text{m}^2$ (0%)	$12.5\text{m}^2 \times 0 = 0\text{kg}$

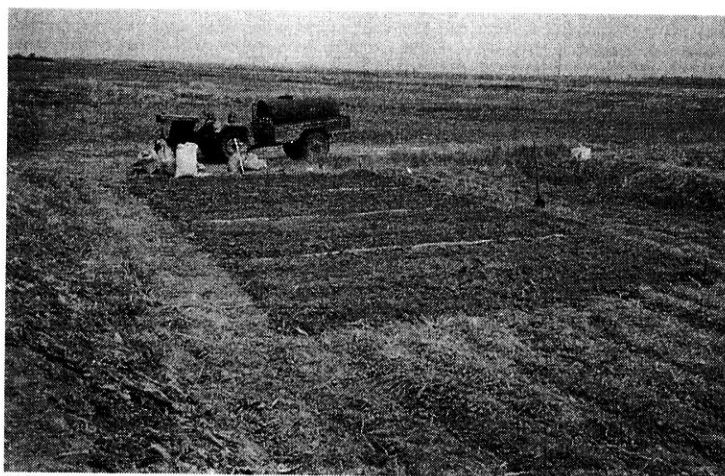


写真2 脱硫石膏、バイブリ灰施用圃場

2.2.2 バイオブリケット灰

昨年度バイブリ灰の施用試験を小規模圃場にて行ったが、改良効果が得られなかった。その原因の一つに石炭中の硫黄分が少なかったことが挙げられる。そこで、今年度は昨年度よりも硫黄分の多い石炭を利用して作製したバイオブリケット灰を用いた。

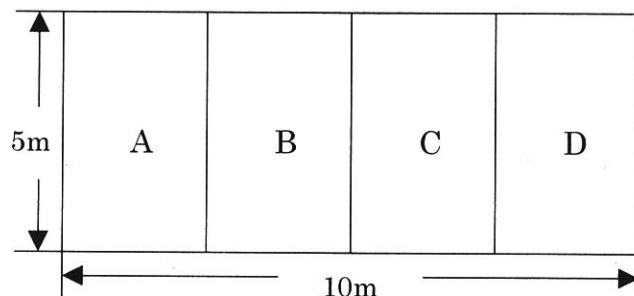


図2 バイブリ灰による試験区

また施用面積は 50m^2 で施用量は以下の通りである（図2）。

＜施用量＞

A : $6\text{kg}/\text{m}^2$ (2.5%)	$12.5 \times 6 = 75.0\text{kg}$
B : $2.3\text{kg}/\text{m}^2$ (1%)	$12.5 \times 2.3 = 28.75\text{kg}$
C : $1.2\text{kg}/\text{m}^2$ (0.5%)	$12.5 \times 1.2 = 15\text{kg}$
D : $0\text{kg}/\text{m}^2$ (0%)	$12.5 \times 0 = 0\text{kg}$

なお、写真2は上記（2.2.1, 2.2.2）の脱硫石膏とバイオブリケットを施用した後のものである。

2.2.3 小規模圃場実験

1995年に着手した小規模圃場は今年で5年目を迎えた。そこで本年度は持続効果を見る必要がある。今回は肥料も石膏も施用せず、土壌を耕してトウモロコシの種まきのみを行った（写真3）。



写真3 小規模圃場における種まき

2.2.4 大規模圃場実験

1ha 規模の大規模圃場実験は今年度で 3 年目になる。パッチ状に残った未改良部分の一部分は昨年度、脱硫石膏を追加して実験した。本年度は脱硫石膏も肥料も施用しないで土壌を耕しトウモロコシの種まきを行った（写真 4）。



写真 4 大規模圃場における種まき

2. 3 今後の方針

今年の試験から瀋陽市化学肥料工場の水膜法による脱硫装置から得られた脱硫石膏を施用した。この脱硫石膏は分析により、純石膏の含有率が約 11%であることがわかった。これまでのアルカリ土壌改良剤として用いていた脱硫石膏に比べると含有率が低いために改良効果が劣る可能性がある。そのために水膜法による脱硫プロセスにおいて純石膏の含有率が高まるような運転条件などを調査していく必要があると考えられる。

またバイオブリケット灰については、昨年度小規模圃場にて施用したが改良効果がみられなかったために、今年度は硫黄分の多い石炭を利用して施用したが、改良効果がみられない場合には今後何らかの対策を講じる必要がある。

今年度、小規模圃場に新規アルカリ土壌改良剤として鉄を含有する化合物を施用したところ、全ての施用区にて改良効果がみられたが、施用区が狭かったことによるコンタミが考えられるので、再度施用区の面積を広げての小規模圃場試験における来年度の計画をたて、関係者との打ち合わせを行った。

3. 生活環境林候補地の調査

3. 1 事業企画

康平県科学技術委員会が作成した瀋陽市康平県山東屯郷生活環境林基地事業企画書¹⁾に基づき、生活環境林の候補地の概要を以下に述べる。

瀋陽市康平県山東屯郷政府は果樹苗の育苗基地を建設する計画をして、康平県の生活環境林の建設に対して条件をたてた。

3. 2 自然環境

瀋陽市康平県山東屯郷は康平県東北部にあり、東経 123° 18'—48'、北緯 42° 55'—43° 18'に位置する。全郷面積は 127km² で自然環境は良く生活環境林の建設と発展には有利である。この地区の平均海拔は 76m、年平均気温は 6.9℃、年降水量は 527mm、霜がない日は 155 日である。季節風に影響され春は風が多く、雨が少ない、夏は暑く多雨であり、秋は日が短く晴天の日が多く、冬は寒くて乾燥している。

3. 3 候補地に適する条件

康平県山東屯郷での生活環境林の建設に対して、次のような有利な条件が挙げられる。

- 1) 果樹の苗基地への交通に便利である。(国道 203 線 564km の所の東北側 30m)
- 2) 気候条件が適当である。
- 3) 土壌条件は良好で果樹の生育に適する。
- 4) 地下水の資源が豊富である。
- 5) 1999 年に土地使用権を取得し、総面積は 21ha でプレハブも建設してある。
- 6) 直接管理するのはこの郷の農科センターであり、農科センターのリーダーの管理レベルは高く、仕事に非常に熱心である。農科センターには 5 名の専門学校卒業生がおり、内 3 名は園芸専攻である。更にその中のリーダーの能力は高く、技術レベルも高い。
- 7) 康平県において耕地から林業地に変更する土地は 20 万ムー存在し、そのための樹苗が非常に不足している。そのため山東屯郷の果樹の苗は都合がよい。

3. 4 建設をする必要性

山東屯郷の生活環境林基地の建設は必要に迫られている。その原因を以下に挙げる。

- 1) 内モンゴルカルチン沙漠は毎年 30~100m のスピードで南へ拡大している。これに伴い康平地区の生活環境を直接脅かすことになる。
- 2) 山東屯郷内に移動した砂丘が、この地区の農業に悪影響を与えている。砂丘が多いため、干ばつがひどく降雨量は少ない。そのために農業における生産性は低く、農民の生活レベルの向上が遅れてしまっている。
- 3) 山東屯郷は長年の植樹の歴史を有している。しかし多くの樹苗は他の地から提供されたものである。その地からの距離は遠く、輸送において問題が生じる。また苗は輸送中も水分を必要とするため、輸送距離があるため植樹の生存率が低い。

3. 5 建設計画

山東屯郷が2000年初めから2002年末までの3年間に、8haの広さの圃場で60万株の樹苗を育てる計画をたてている。そのうち寒富リンゴ苗は50万株、三水ナシ苗は10万株、2haを使用して寒富リンゴと三水ナシを2400株栽培する。

3. 6 建設投資

山東屯郷の果樹育苗計画の総投資は104万元である。そのうち固定資産投資は36.9万元、流動資金67.1万元、自己資金64万元で総投資の61.5%を占める。不足投資は40万元であり、総投資の38.5%を占める（表1）。

3. 7 建設目的

3年間努力をすれば、山東屯郷の生活環境基地は全範囲に60万株の果苗を提供することが出来る。栽培基準4m×4mの計算によると1haに果樹630株とし、952haの果樹を栽培することが出来る。このことは県内の他の地域への果樹栽培の良い例を提示することにもなる。これは康平県を改善することにもなり、その他、水分の保持、湿度の増加、降雨量の増加、干ばつの緩和、生活環境レベルの向上などに貢献することにもなる。

以上の建設項目を実現するため、電力、井戸、灌漑設備など様々必要とする。資金面において全て自己負担することは出来ないため、外資を申請し解決する。申請額は40万元である。

なお下記の写真5は視察した生活環境林の候補地と地内の移動砂丘である。

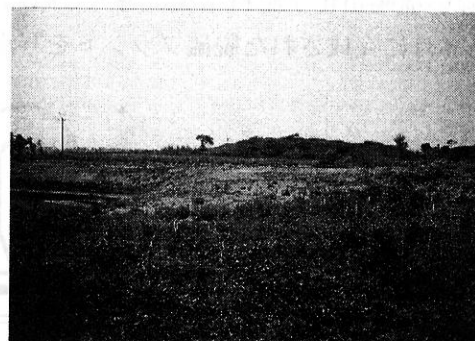


写真5 生活環境林の候補地（康平県山東屯郷）と地内の移動砂丘（高さ10m）

表1 康平県山東屯郷生活環境林基地建設投資予算表（万元）

	総投資	104
内訳	固定資産	36.9
	流動資金	67.1
資金源	自己資金	64(61.5%)
	申請する外資額	40(38.5%)

（1元：13.3円）

4. 水膜法による脱硫プラント視察 (@瀋陽市化学肥料工場)

4. 1 水膜法による脱硫プラント

中国での SO_x による大気汚染の問題は非常に深刻であり、中国の石炭火力発電所などに脱硫装置を備えつけることは急務となっている。中国に導入する脱硫方法として重要になってくることは当然、脱硫効率が高いこと、湿式のように大量の水を使用しないことなども必要である。経済的なことは勿論、普及などを考えると安価であることが非常に重要になってくる。そこで既に発電所などに導入されている装置を改良することによって脱硫することが出来れば経済的にも有効であると考えられる。

そこでそのようなコンセプトのもとに水膜法 (Integrated De SO_x Water-Film Dust Collector) が東京大学定方教授と清華大学徐教授により開発された。この方法は具体的には、現在、発電所に設置されている水膜集塵機を改良して、消石灰をカルシウム吸収剤として水を入れる前に添加する。このような吸収剤を含む水滴は煙道ガス中の SO_2 と接触するため、脱塵と脱硫を行うことが出来る²⁾。

瀋陽市化学肥料工場には 3 つのボイラーが備えつけられている。それらは全て 10t/h のチェーンストーカー型(SZL10-13-AⅢ)である。それらのうち一つは 1989 年から、残りの 2 つは 1992 年から稼動している。石炭は Shanxi Province でのものである。硫黄含有量は 1.7% である。装置を改良する前の煙道ガスの SO_2 濃度は約 1120ppm である。それぞれのボイラー煙道ガスの流速は 13000Nm³/h である。煙突の入口での煙道ガス温度は 160℃ である。

実際の瀋陽市化学肥料工場に導入された水膜法による脱硫脱塵プロセスの概要は図 1 に、今年 3 月に完成された脱硫プラントを写真 6 に示す。

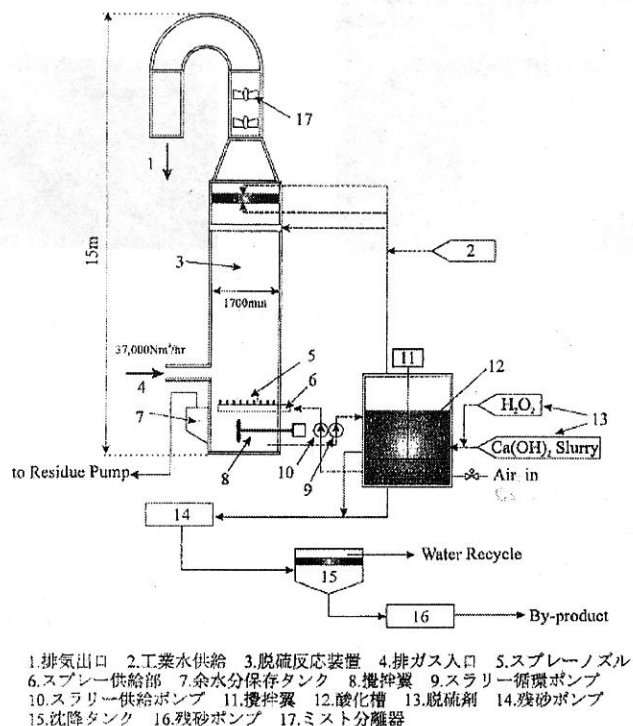


図 1 水膜法による脱硫脱塵プロセス

4. 2 脱硫プラントにおける試験状況及び今後の方針

今回瀋陽市化学肥料工場を視察したときには装置は稼動していなかった。2000 年 4,5 月に運転していたときには入口ガス濃度が 200ppm と低く、今後は S 分の含有量が多い撫順炭を利用することで前回よりも高濃度 SO_2 による脱硫を行う予定であり、2000 年 6 月 8 日から 1 ヶ月間再稼働する予定である。装置についてはまだ議論するほどのデータは揃ってなかったために、清華大学の打ち合わせにおいても意見交換に留まった。

ただし今後の課題としては SO_2 濃度、pH、石膏への転化率、腐蝕、脱硫率、バイパスへの流量など詳細なデータ収集が挙げられる。

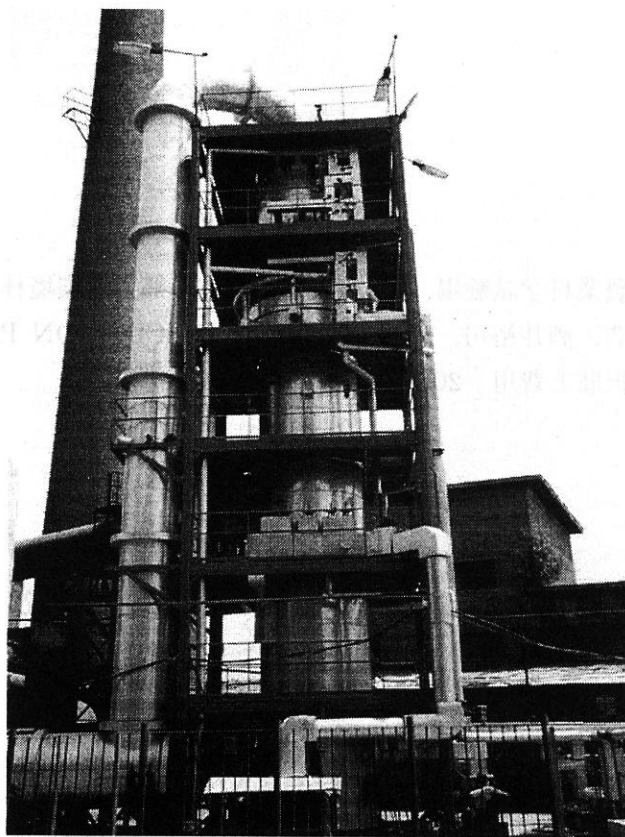


写真6 水膜法による脱硫プラント

5. おわりに

以上、今回の現地調査の内容を述べた。現地試験については節目節目で、日本から関係者が出向き、試験に立ち合い中国側関係者と打ち合わせを行い、コミュニケーションをはかることが試験を順調に進める最良の手段であると考えます。

9月のトウモロコシの収穫期には、脱硫石膏の5年目の持続効果及び水膜法による脱硫プラントの実証試験の内容についても、詳細なデータが得られるものと期待される。また、生活環境林についても日本側の援助方法を検討する問題も残されている。

参考文献

- 1) 康平県山東屯郷農業科学試験場、瀋陽市康平県山東屯郷生活環境林基地事業計画書 2000
- 2) 鬼頭浩文、岡良浩、酒井裕司、定方正毅、KEO DISCUSSION PAPER No.75 脱硫アクティビティの選択肢と費用 2000