

# カントリ・エレベータの粉塵汚染に関する研究

町田 武美

## Atmospheric Grain Dust Contamination Survey at a Country Elevator

TAKEMI MACHIDA

### 1. ま え が き

カントリ・エレベータ（Country elevators以下CE施設という）の設置数は、昭和52年現在、全国で167ヶ所である。それらCE施設の糶荷受量は、約24万ト余りに達している。

CE施設の利用による利点は、ライスセンタ、自家作業などに比較して、収穫後糶搬入のみで糶作作業が終了する簡便さから、その利用価値は高まっている。

CE施設の施設規模は、サイロ容積で1000ト～5000トまでであるが、糶貯蔵能力2000トのものが最も多い。

日本におけるCE施設の歴史は浅く、したがって施設装置の技術的問題・利用方法などにまだ多くの問題がある。

サイロ内作業時の酸欠事故や、粉塵による施設内の空気汚染の他に、周辺地区の環境汚染の問題などがその例である。

CE施設の集排塵装置の設備状況は、サイクロン式68カ所、湿式または水洗方式21ヶ所、除塵室内で重力沈降によるもの178ヶ所、と既に大部分のCE施設は何らかの集塵装置が設置されているが、一方集塵能力の不足している施設や、十分な対策がなされていない施設も多く特に施設周辺の粉塵汚染対策まで考慮されているCE施設は少ない。

本研究は、CE施設の施設内粉塵発生量と、集塵装置の問題などの実態を把握する事によって上述の問題解決の緒を求めようとするを目的としたものである。

### 2. 調査施設の概要

調査対象CE施設は、茨城県内にある下館農協・明野町農協・五霞村農協の三ヶ所を選んだが、そのうち稼働経歴が多く、発塵量の最も多い明野町農協CE施設（茨城県真壁郡明野町大字松原）を調査対象に、他の二ヶ所は対象とした。

調査施設は、昭和46年に設置され、糶貯蔵量2000トで、扱い品種は、こしひかり、日本晴で、9月下旬より10月中旬までが生糶荷受期、10月中旬より12月までが、半乾糶荷受期となっている。糶の搬入、ホッパ投入は搬入者が主に行っている。図-1・表-1に調査施設の概要を示す。

施設は、荷受室（荷受ホッパ）、操作室、機械室（粗選機、精選機、計量機、乾燥機、糶すり機、バケットエレベータ5基、送風機）と糶貯蔵サイロ（一時貯留120ト本貯留2000ト）などで構成されている。

施設周辺に4基の重力沈降集塵箱が配置され、それらはそれぞれの集塵ダクト系に接続され失速沈降を行っている。集塵装置の概要は次のとおりである。

I) 粗選機—シロッコファン（160 m<sup>3</sup>/min）で第1集塵箱で重力沈降。

II) リスレッシャー第2集塵箱

III) 粗選機、精選機、計量機、エレベータ2基—シロッコファン（35 m<sup>3</sup>/min）でサイクロン装置に直径300mmのダクトで接続されている。

IV) 2基の乾燥機頂部、乾燥行程エレベータ頂部—シ

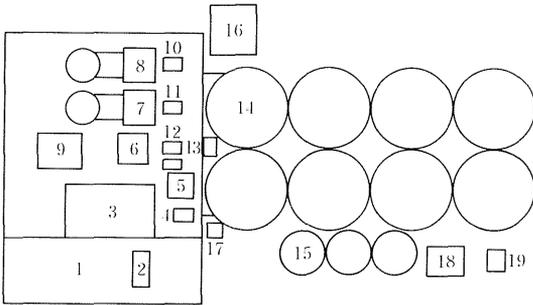
ロックファン(35 m<sup>3</sup>/min)で吸引し300mmダクトでサイクロンに接続されている。

V) 乾燥行程エレベータ, 精選行程用各エレベータ入口部より, 500角のダクトで400 m<sup>3</sup>/min軸流ファンに

接続され, 第四集塵室で重力沈降。

VI) 機械室全体の換気装置は, 建屋貯部に排気口を受け自然換気によっている。

貯蔵サイロ下部, 粉排出口及び, ベルトコンベア接続部には集塵設備はない。各集塵箱で補集された粉塵は, 施設外の一ヶ所に野積されている。

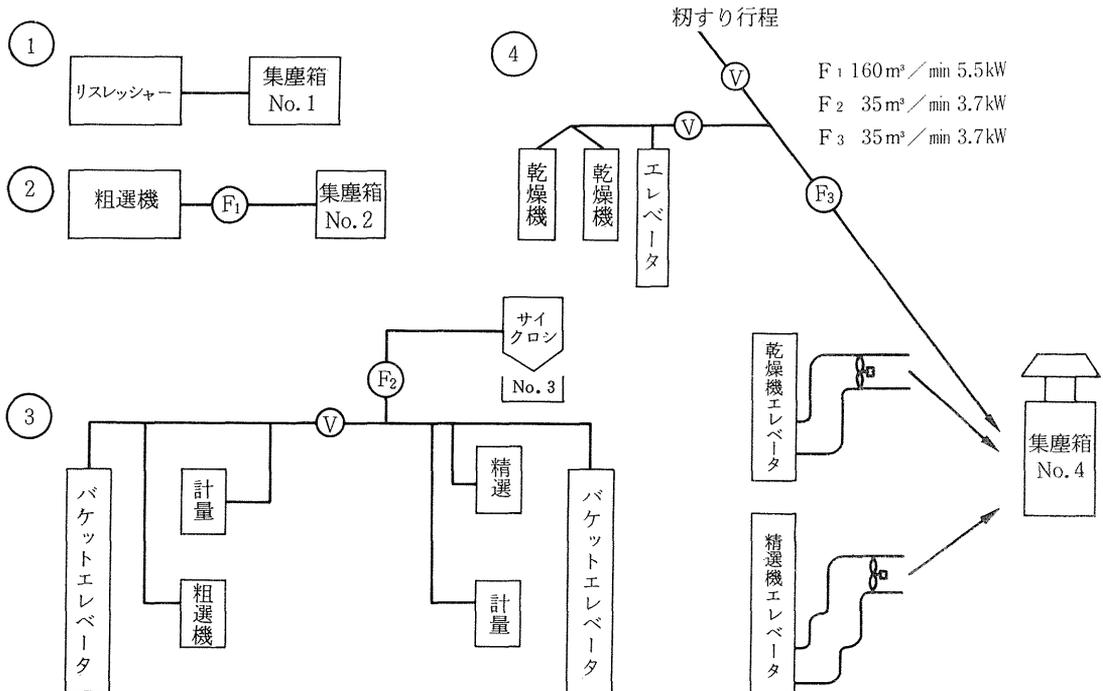


第1図 C E施設平面図

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| 1. 荷受室      | 7. 乾燥機      | 14. 本サイロ    |
| 2. 荷受ホッパ    | 8. 乾燥機      | 15. 一時貯留サイロ |
| 3. 操作室      | 9. 粉すり機     | 16. 集塵室     |
| 4. リスレッシュャー | 10. エレベータ   | 17. "       |
| 5. 粗選機      | 11. エレベータ   | 18. "       |
| 6. 精選機      | 12. } エレベータ | 19. "       |
|             | 13. }       |             |

第1表 調査C E施設の概要

設地場所	茨城県明野町
粗選計量能力	10 ton/h
一時貯留能力	120 ton (40×3)
乾燥機方式	堅型連続下流式
最大乾燥能力	80 ton/day
精選機能力	12 ton/h
貯蔵サイロ容量	2000 ton (250×8)
粉摺能力	3 ton/h



第2図 集塵装置系統図

### 3. 調査方法

調査は昭和51年10月～12月の荷受、半乾期に実施した。

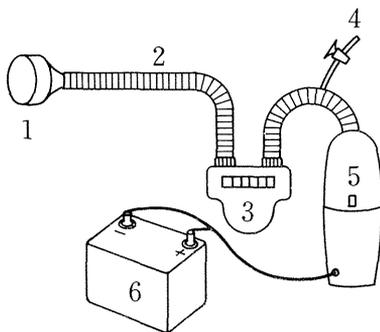
#### 3・1 粉塵堆積量調査

CE施設機械室内の8点（乾燥機下部、サイロ下、荷受ホッパー部、乾燥機バケットエレベータ頂部、機械室中心部の、高度3m、5.5m、8m、13m）の各点と、操作室内の合計9点にプラスチック製沈降粉塵採集箱（100mm×60×30）を設置し、7日間隔で回収し、絶乾燥後の重量を測定した。

#### 3・2 浮遊粉塵濃度

電動ポンプ式粉塵吸引機（図-3）を使用した。ガラス繊維製フィルタ（55mm約0.24g・5 $\mu$ ）を吸入部先端に装着し、一定量の空気（100 $\ell$ ）の浮遊粉塵を吸引し、絶乾燥その重量を10<sup>-4</sup>gまで測定する事によって求めた。

浮遊粉塵濃度，測定値を空気1m<sup>3</sup>に対する粉塵量（mg/m<sup>3</sup>）に換算し表示した。



第3図 電動エアサンプラー

- |                       |            |
|-----------------------|------------|
| 1. フィルター-GA55 5 $\mu$ | 4. 流量調整バルブ |
| 2. フレキシブルホース          | 5. ポンプ     |
| 3. 流量計                | 6. バッテリー   |

#### 3・3 粉塵粒径測定

各測定点に配置された推積粉塵採集箱より粉塵の一部をデッキグラス上に採集し、アンモニア液で分散の後、顕微鏡観測を行った。また籾表皮部の剛毛の離脱過程を観察する目的で、各行程毎に籾を採集し顕微鏡観測を行った。

#### 3・4 集塵室粉塵堆積量調査

4ヶ所の集塵室について、毎日運転開始前に前日の堆積量を記録し、見掛密度を考慮し、堆積量を求めた。また機械室床に堆積した粉塵を定期的に計量し、前者と合せ、CE施設より排出される排棄物の総量を調査した。

粗選行程で排出される籾わらなどの粗大ごみの量は、粗処理量に対する量を正確につかむ為、各搬入農家毎にその量を調査した。

#### 3・5 荷受籾量

年平均籾水分、乾燥機の運転状況などについては、CE施設による運転日誌、荷受台帳を利用した。

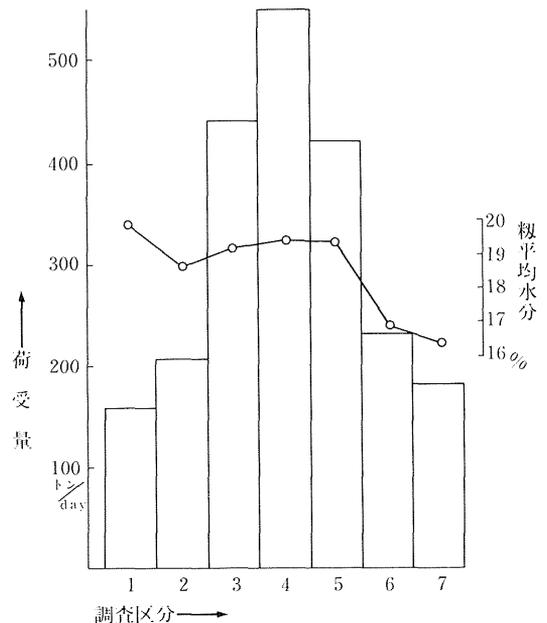
#### 3・6 集塵装置の性能調査

集塵率、補集能力、ダクトの配置、ベント状態、フードの形状、気流速度、機械室内温度分布、粉塵の周辺地区への飛散状況などについても調査した。

## 4. 調査結果

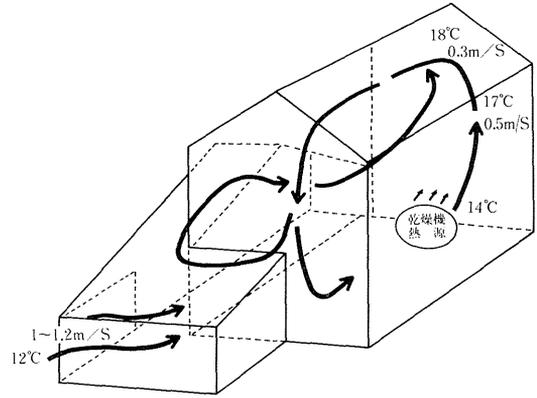
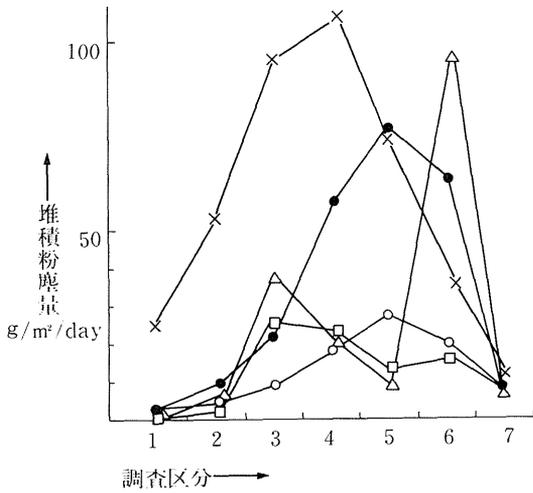
#### 4・1 発塵状況

図-4に荷受状況、荷受平均水分を示す。発塵量の特



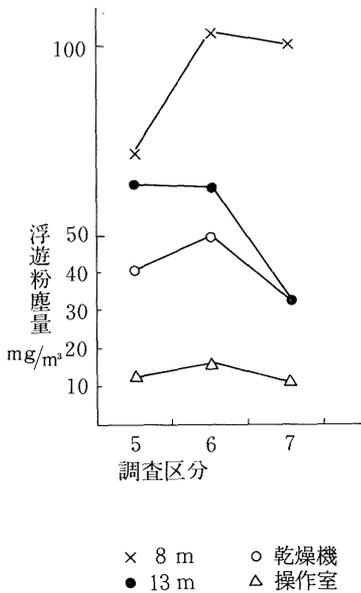
第4図 荷受量と籾水分

に多い場所は、荷受ホッパ部、サイロ下部粉排出口、バ  
ケットエレベータ部、乾燥機頂部、ベルトコンベア合流

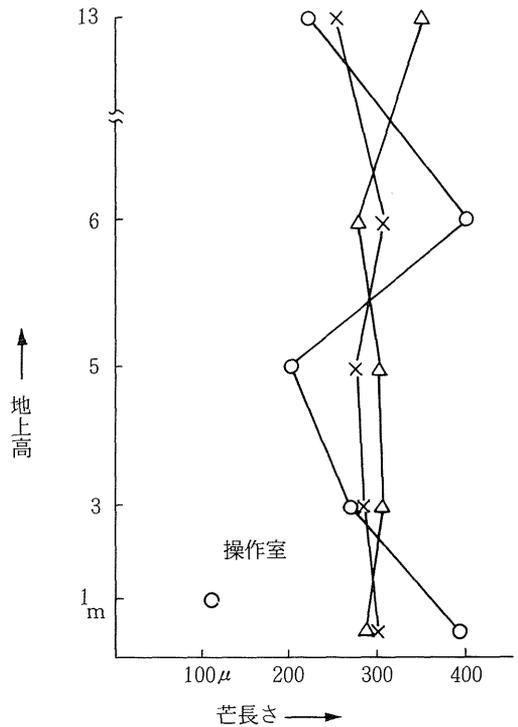


第7図 CE施設内気動

第5図 推積粉塵量  
× サイロ下 □ 5.5 m  
● 8 m △ 乾燥機下  
○ 13 m



第6図 浮遊粉塵濃度 (5μ以上)



○ 10月16日  
× 10月30日  
△ 11月8日  
第8図 芒長さ

部、集塵箱排気口などであり、初搬送過程で搬送速度に急激な差を生じたり、搬送方向が変る点（水平→垂直）などであり、フード形状が適当でないものや、気流速度が低すぎるため施設内に浮遊する原因になっている。

図-5, 6に粉塵濃度を示す。図-7に機械室内空気対流、温度分布の様子を示す。

機械室内の計量機、粗選機、乾燥機上部スクリーコンベアー部などは密閉度が悪く発塵の原因となっている。また乾燥行程では各サイロ下部排穀口より多量の発塵があり集塵装置がないため、粉塵が機械室へまわり込んでいる。機械室の粉塵は乾燥機の熱によって発生する空気対流により、機械室全体に飛散している。

粉塵濃度の経時変化は荷受期間中は夕方より夜中にかけて濃度は高くなり、半乾期間は朝～夜中まで一定して高い値となる。

また半乾期に入ると扱う籾の平均水分も低く、発塵しやすい状態にある事と、乾燥機の運転時間も長くなるため、荷受期間より機械室内の日平均粉塵濃度は高い。

したがって荷受期間中は荷受量に比例して粉塵濃度は高く、半乾期は乾燥機の運転時間に比例して高い値となる。

荷受ホッパ部の発塵は激しく、籾投入時の粉塵濃度は平均して  $150 \text{ mg/m}^3$  程度と高い値になっている。籾搬入者は5～15分間、粉塵濃度の高い環境での作業を強いられている。

調査結果は、各測点とも予想以上に高い値を示し、第三種粉塵許容基準  $10 \text{ mg/m}^3$  より、いずれも高い値である

\* 日本産業衛生協会（1969）

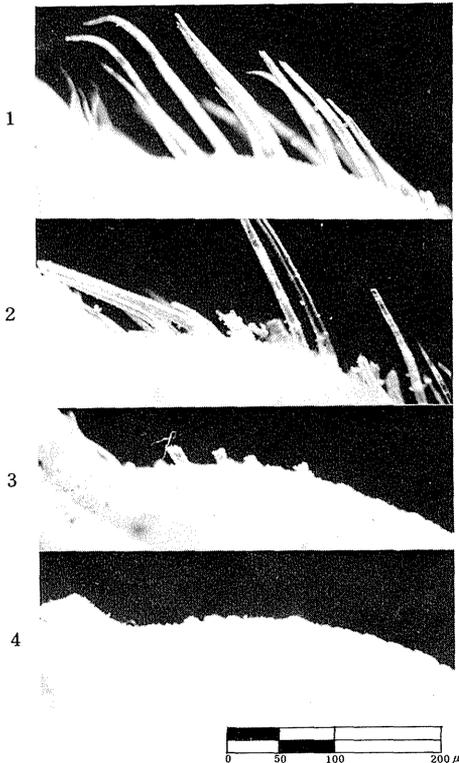


写真-1 ① 荷受ホッパ部籾  
② 粗選終了籾  
③ 乾燥機入口部籾  
④ 乾燥終了籾



写真-2 ① 荷受ホッパ部  
② 高さ8m部  
③ 操作室

#### 4・2 粉塵の形態

写真-1に剛毛(芒)の粉表皮からの離脱過程を示す。粉塵は芒と粉表皮破砕粒子などである。

自脱コンバインによる収穫時に、粉測面部の芒は殆ど離脱しており、外穎側の芒が各行程で次第に離脱する。それにCE施設特有の長い行程中発生する多量の粉表皮破砕粒子とが合わさって粉塵となる。

粉塵中の芒の長さは、操作室を除いて差はなく、 $10\mu$ ～ $400\mu$ の範囲で分布しており、粉表皮は $5\sim 50\mu$ の範囲である。写真-2に粉塵の顕微鏡写真を示す。

機械室中央部、高度別粉塵径を図-8に示すが顕著な差はみられない。これはすでに堆積した粉塵をサンプルとした事によると考えられる。また10月16日測定の高さ8m異状値は、修理のため乾燥機上蓋がはずされていたためである。

粉塵の粒度分布について、農機研による例を表-2に示す。

第2表 CE施設内粉塵の粒度分布(八郎潟農機研)

粒度分級 ( $\mu$ )	粒 度 分 布 (%)		
	施設内浮遊粉塵	サイロ下部粉塵	階段最上推積塵
0～5	64.23	68.49	52.20
5～10	19.74	18.16	26.80
10～30	13.93	10.61	10.60
30～100	1.06	2.74	9.10
100～200	0.97	0	0.80
200以上	0.07	0	0.40

#### 4・3 ごみの総量

荷受、粗選、再脱穀行程で発生する程くずなどの粗大ゴミ量は、搬入農家によってかなりの差がある。その量は荷受重量の約0.3～0.5%の範囲であった。

300 $\mu$ 以下のごみも含めたごみの総量は、荷受重量の約0.4%程度である。したがって2000トクラスのCE施設で、この期間中の排棄物の総量は、見掛密度を考慮すると野積の状態で約100 $m^3$ である。

300 $\mu$ 以下の粉塵総量は、飛散した分など正確に把握

出来なかったが、他の調査<sup>6)</sup>と併せ考慮すると、荷受粉重量の約0.1～0.05%の範囲と考えられる。

#### 4・4 集塵装置について

集塵装置の系統図は図-2のとおりである。発塵量に比較して気流速度が $5\sim 10m/S$ と低く、フードの密閉度も低い。またダクトは必要以上に長く、ベントケ所も多く、また気流速度が低いが、その原因と思われる点に、ダクトバルブの設置が効果的でなく、操作が充分になされていないことがあげられる。

粗選行程から乾燥行程にいたっても、集塵の対象粒径は巾広く気流速度が低い場合、ダクトの閉塞の原因となっている。

集塵箱についても、形状の大きさが不備のためか排気口より多量の粉塵が施設外へ飛散している。

サイロ上部の点検口からも密閉状態が悪いため、粉をサイロ内投下時に外部へ飛散している状態がみられる。

荷受ホッパ部の集塵にはダクトが1本あるのみで効果は余りない。むしろ横方向へのプッシュプル方式による集塵の必要があろう。

また平床式の荷受ホッパの形状や大きさは、普通コンバイン—ダンプトラック体系に合せて設計されたものであり、そのため自脱コンバイン—袋運搬体系には不向の点が多く、したがって袋扱いに便利な形状にする必要がある。

集塵装置の改良点として次の点が考えられる。

- 4・4・1 集塵ダクトの清掃に対する配慮
- 4・4・2 集塵ダクトバルブ操作のリモート化
- 4・4・3 フード形状の改善と気流速度の最適化
- 4・4・4 荷受ホッパ部の集塵方法の改善

## む す び

CE施設による発塵は、施設の処理能力がドライストアなどに比較し高く、また処理行程も長く、したがって単位時間当りの発塵量も大きい。

粉塵には、芒の他に多量の粉表皮の破砕粒子が含まれている事も他の施設と異なる特徴である。また処理対象の粉塵も、その範囲が1000 $\mu$ 以上のものから10 $\mu$ 程度の

ものまで巾広く分布している事も特徴である。

これらの粉塵は、有機粉塵であり、粉塵許容基準では10mg/m<sup>3</sup>とされているが、調査結果では大巾に基準を越える値となっている。CE施設での作業は、操作室以外に機械室での作業がかなり存在し、また作業は特定の期間に集中するため、悪作業環境内で長時間の連続作業を強いられている。

CEに従事する作業場で、粉塵による疾病事例は確認されてないが、CE施設、ドライストアなど他の農業施設内の環境基準を早急に確立する必要がある。

おわりに、今回の調査に対して、御指導助言をいただきました千葉大学市村一男先生、とならびに調査に協力していただいた明野町農業協同組合の方々に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 山下律也：神戸大学農学部研究報告，**11**，109（1973）
- 2) 山下律也・田中政一：同上，**12**，69（1976）
- 3) 高田昂：作業環境測定概論，p.119（1976）コロ  
ナ社
- 4) 上田貞夫・山下律也：農業施設，**7**，1，9（1976）
- 5) 中島彬恭・三浦恭志郎・石川文武：農業粉塵に関する研究，p.10～52（1971）農業機械化研究所
- 6) 宮澤福治：農業機械学会52年大会前刷，**35**，186（1977）
- 7) 林太郎：換気・集じんシステム，p.167（1976）朝倉書店
- 8) 集塵操作入門，p.15（1976）工業調査会
- 9) 森島博：農業施設，**7**，1，20（1976）
- 10) カントリーエレベータ設置状況，（1976）カントリーエレベータ協会
- 11) 井伊谷綱一：集塵装置，p.109（1976）日刊工業新聞社
- 12) 渡辺孟彦・岩沢秀朗：全農技術センター，51年度研究報告，p.43（1977）全農農業技術センター
- 13) K. Yoshida・J. Maybank；Atmospheric grain dust Contamination in-the vicinity of prairie grain elevators，p.74（1974）saskatche wan reserch concil，canada

## Summary

This report is the result of grain dust fall investigation at a grain elevator which was conducted during Oct. ~ Dec. 1976.

The recent tendency is that paddy grains are processed in country elevators. Air pollution occurs during grain processing, weighing, pre-cleaning and grading.

Dust fall was collected by a sampling box and air borne dust was gathered by an electronic measuring machine which has glass fiber filters. The samples were taken from gravitationally settled dust inside the grain elevator at the following locations; receiving hopper, main floor, operating room, second floor, third floor, and top floor.

The results of the air-borne dust pattern and the density distribution of the dust fall are shown in the following charts.

Composition of dust, by photomicrography, is shown in the following photographs.

According to this survey, the dust concentration inside the country elevator was higher than average and exceeded the industrial hygiene standard ( $10 \text{ mg/m}^3$ ).

The following recommendations are being suggested here, which should reduce the dust contamination problem:

1. The grain processing machine should be sealed tightly to prevent dust leaks.
2. Flow in air exhaust duct should be increased to between 10 M/S to 20 M/S. It is now averaging between 4 M/S to 5 M/S.
3. Dust control valves should be automatically controlled.
4. The dimensions of the dust catch boxes at the country elevator should be enlarged.