

## 製織場における換気に関する実態調査

## —イ草の選別・製織場の集じん（換気）装置に関する実態調査—（第1報）

源島民雄\*・東家節生\*

Fact-finding about Ventilation at Weaving Field  
—Fact-finding about Collection Dust Equipment of Rush Sorting and Weaving Field— 1st Report

Tamio GENJIMA\* and Setsuo TOHYA\*

イ草を原料とする畳表は、本県内の栽培農家で製造されている。この畳表の製造空間である製織場には、イ草からはく離れた染土による粉じんが発生し、この粉じんが作業者の健康を害している。粉じんは、現在の泥染めの後の乾燥、保管、選別、製織の各工程で発生する。この除去方法としては、換気による方法が一般的に採用されているが、作業環境基準に適合する換気能力や換気回数と粉じん濃度の関連は把握されていない。

そこで、製織場における浮遊粉じん濃度の把握、換気方式・回数と粉じん濃度の関係、新たな換気方案への対応を目的に実態調査を行った。

その結果、浮遊粉じん濃度は、 $0.08\sim 0.30\text{mg}/\text{m}^3$ の範囲にあること、現在広く採用されている自然給気と機械排気による換気方式は、製織場における浮遊粉じん濃度を労働安全衛生法に定める作業環境基準に適合させることが可能であることが分かった。また、作業場で発生した粉じんは、そのまま場外へ排出されており、この除去装置の開発が必要であることが判明した。

## 1. はじめに

本県の、畳表の材料であるイ草の収穫量は全国の約90%を占めている。しかし、住居の洋式化による畳の需要減少や中国からの輸入増加による畳表の価格下落が起きている。一方、イ草は、畳表独特の香り・色・艶・粘り・弾力性等を保持するために刈り取り後すぐに泥染めされる。しかし、この泥染めに使用される染土が、製造工程である乾燥・保管・選別・製織の各工程で発じんの原因となっている。

この染土粉じんは、作業能率の低下を招くだけでなく、作業者の健康を害する恐れがある。加えて、作業場外へ放出される粉じんによって、地域住民の健康への影響が懸念されるなど環境破壊の原因となっており、早急な解決が求められている。粉じんの防止策として、無染土（染土を使用しない）の乾燥・畳表の研究が進められているが、色落ち等の品質的な問題で染土を用いた泥染めによる従来の方法が主流となっている。

このような価格の低迷や粉じんに伴う健康上の影響等がイ草農家の後継者を減少させる一因となっているが、イ草は本県の農業施策のうえでも重要な位置を占めており、県の施策として今後とも販路開拓も含めた振興対策が求められている。

そこで、本稿では振興施策の一環として、製織場にお

ける換気装置・換気方法及び粉じん濃度の実体を把握すると共に、安価で有効な換気方法を探る目的で調査を行ったので報告する。

## 2. 調査概要

調査は、まず現状を把握するために、八代地区の代表的な農家の製織場10か所について、製織場の面積や設備と配置、換気扇の能力と配置状況、粉じん対策に関する要望等を聞き取りや実測を行うと共に、製織場全体の換気の方法・換気回数と浮遊粉じん濃度の測定を行った。また、その測定値を基にした作業環境の評価となる管理濃度の算出、管理濃度と管理区分との関連についての検討を行った。

## 2.1 作業工程と粉じんの発生要因

図1にイ草の栽培から畳表製造までの工程を示す。粉じんは泥染め後の乾燥や保管、選別、製織の工程でイ草表面に付着した染土が、乾燥や振動で表面からはく離することによって発生する。各工程での発生の大小は、乾燥及び取り出し時・選別時が大、保管袋に収納時が中、製織時が小となっている。しかし、選別と製織が同一の場所で行われる場合には、複合された発生となる。

## 2.2 換気に関する調査

調査項目と目的を表1に示す。製織場の換気能力を判断するためにその①面積、②天井高、③気積（容積）、④開口部の位置、⑤開口部面積、⑥換気風速、⑦換気量、

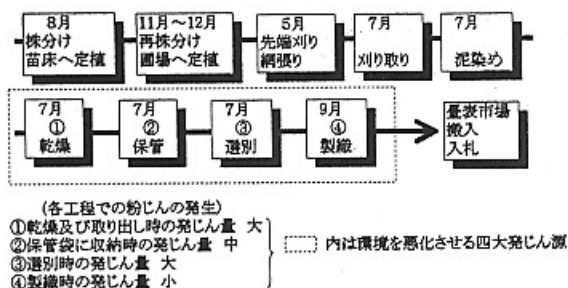


図1 イ草の栽培から量表製造までの工程

⑧換気回数、⑨選別機の設置場所について聞き取りと実測調査を行った。

また、製織場における⑩相対濃度の測定及び質量濃度変換係数を求めるための浮遊粉じん濃度の測定（併行測定）を行った。

表1 調査項目と目的

項目	目的
面積 (m <sup>2</sup> )	換気回数(=換気量/気積)を知るための要素
天井高 (m)	
気積 (m <sup>3</sup> )	
開口の有無と位置	換気扇を有効に機能させるための要素
開口部面積 (m <sup>2</sup> )	
換気扇羽径(φ)×数	羽根係、台数、風速から換気量を知るための要素
換気風速(m/s)	
換気量 (m <sup>3</sup> /h)	
換気回数 (回/h)	環境空气中の汚染度を見る概略の指標として計算
選別機の設置場所	最大の発じん源であるので設置は別所が望ましい
相対濃度の測定	測定は1作業日の間に完了する。測定点数は製織場の広狭による
併行測定	質量濃度変換係数を求めるために測定点の1点だけ実測

### 2.3 浮遊粉じん濃度の測定方法と測定値の取扱

浮遊粉じん濃度の測定方法は、労働安全衛生法第65条に準拠した。浮遊粉じんの質量濃度はローボリウム・エアサンプラー（柴田科学（株）製SL-20）を、相対濃度はデジタル粉じん計（柴田科学（株）製LD-3K）を用いて測定し、捕集した粉じん量を電子天秤（メトラー製AB-204）で計量した。

#### 2.3.1 測定点の設定

測定点<sup>1)</sup>が単位作業場所の区域全体にできるだけ均一に分布するように、床面上に2mの等間隔で引いた縦線と横線の交点床上90cmの高さ位置を測定点とした。

測定点が機械や原材料置き場であったり、作業者の行動範囲外の交点は測定点から除外した。測定例を図2に示す。

#### 2.3.2 測定の方法

1) ローボリウム・エアサンプラーによる浮遊粉じんの質量濃度測定は、1測定点で時間がかかることとフィルターの交換が現場では困難なことで、デジタル粉じん計による相対濃度測定によって質量濃度に変換した。相対濃度から質量濃度への変換は、ローボリウム・エアサンプラーで質量濃度の測定を行って変換係数を求め、相対濃度に質量濃度変換係数を乗じた次式により算出した。

$$\text{質量濃度 (mg/m}^3\text{)} = R \times K$$

R：相対濃度(CPM: Count Per Minutes)

K：質量濃度変換係数(mg/m<sup>3</sup>/CPM)

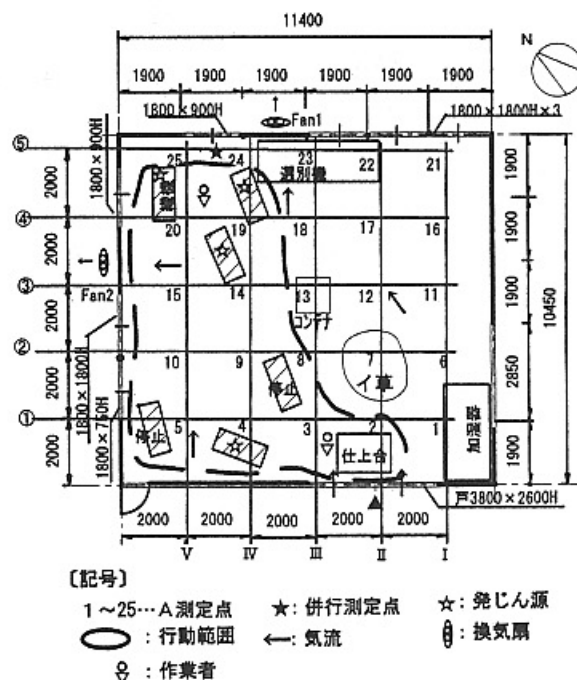


図2 測定例

- 1) 1測定点の相対濃度測定時間は1分間とした。
- 2) 全測定点の相対濃度をデジタル粉じん濃計で測定した。

測定場所の面積によって測定点数が異なるため、測定の変動を少なくする目的で、全測定点の計測時間合計が60分以上となる間隔で測定した。(10点の場合は6分間隔、20点の場合は3分間隔)

#### 2.3.3 管理濃度

管理濃度<sup>2)</sup>は、作業環境管理を進める過程で、有害物に関する作業環境の状態を評価するために、作業環境測定基準<sup>3)</sup>に従って単位作業場所について実施した測定結果から当該単位作業場所の作業環境の良否を判断する際の管理区分を決定するための指標であり、81物質に対する管理濃度の具体的数値が提示されている。

染土の場合の管理濃度は、イ草からはく離した染土の成分分析から求めた遊離けい酸(SiO<sub>2</sub>)の含有率51.02%から、次の式により算定したE=0.24を用いた。

$$E = 2.9 / (0.22Q + 1)$$

E：管理濃度(mg/m<sup>3</sup>)

Q：遊離けい酸含有率(%)

#### 2.3.4 作業環境の評価値と管理区分の関係

作業環境の評価値<sup>3)</sup>には、第1評価値と第2評価値がある。それぞれの評価値は、測定値の幾何平均(測定値をC<sub>i</sub>とし、測定値の数をnとして、logM=1/nΣlogC<sub>i</sub>を計算して求めた真数M)と幾何標準偏差(σ)から、以下の計算で求めた。

第1評価値は、

$$\log E_{A1} = \log M + 1.645 \sqrt{\log^2 \sigma + 0.084}$$

から求めた真数E<sub>A1</sub>の値(mg/m<sup>3</sup>)。

第2評価値は、

$$\log E_{A2} = \log M + 1.151(\log \sigma + 0.084)$$

から求めた真数  $E_{A2}$  の値 (mg/m<sup>3</sup>)。

管理区分は3つに分けられる。第1評価値が管理濃度に満たないときで作業環境管理が適切であると判断される第1管理区分、第1評価値が管理濃度以上であり、かつ、第2評価値が管理濃度以下のときで良好ではないが作業環境改善管理になお改善の余地があると判断される第2管理区分、第2評価値が管理濃度を越える場合で作業環境が不適切であり、直ちに環境改善が必要であると評価される第3管理区分の3区分に区分され評価される。

### 3. 調査結果及び考察

#### 3.1 換気的环境

調査件数10箇所の結果を表2に示す。以下各項について述べる。

製織場の面積、天井高、気積(製織場の容積)の平均はそれぞれ123.7m<sup>2</sup>、3.6m、524.4m<sup>3</sup>であった。

開口部面積の平均は6.7m<sup>2</sup>であり、1箇所の外は目安とされる換気量(m<sup>3</sup>/h)の0.7倍(内外圧力差10Paで設定)の有効開口面積(cm<sup>2</sup>)を確保していた。

機械換気の方式には第1種換気法(機械給気+機械排気)、第2種換気法(機械給気+自然排気)、第3種換気法(自然給気+機械排気)があるが、すべての製織場が第3種換気法を採用していた。

換気扇の最小設置数はφ400が1台、最大はφ2000が2台であった。換気回数(毎時換気量/気積)のパラッキが大きいことがうかがえる。また、換気回数(回/h)が10回未満の製織場が3戸あった。

最も大きな発じん源となる選別機を、6戸が製織場に設置していたが、今回の測定時には選別機の稼働は行っていなかった。

#### 3.2 浮遊粉じん濃度

浮遊粉じん濃度の分布の一例を図3に示す。これは、図2の測定例に示した製織場のものである。開放された出入口に近い箇所では、浮遊粉じん濃度のバラツキが小さく、気流の停滞した箇所(製織場のコーナー部分)や換気扇設置場所の近傍は高い値を示している。

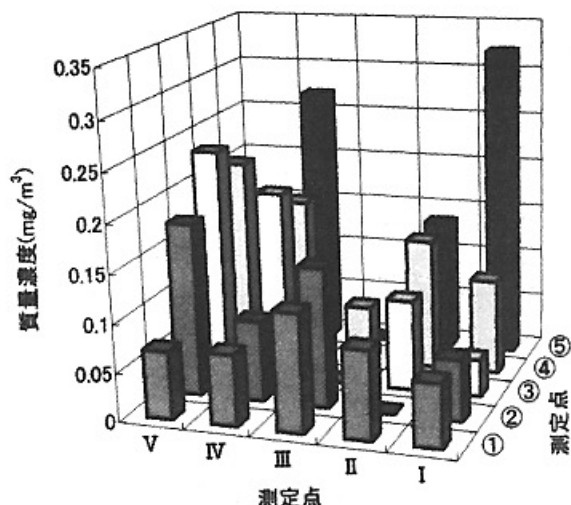


図3 浮遊粉じん濃度の分布

調査対象とした10箇所の測定から得た結果を表3管理区分に示す。表から第1管理区分に該当する製織場は皆無であり、第2と第3管理区分に該当する製織場は同数であった。幾何平均濃度(M)が小さくても幾何標準偏差

表3 管理区分

No.	測定点の数	幾何平均濃度 M(mg/m <sup>3</sup> )	標準偏差 σ	管理濃度E=0.24mg/m <sup>3</sup>		評価	管理区分の決定	換気回数 (回/h)
				第1評価値 E <sub>A1</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	第2評価値 E <sub>A2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )			
1	9	0.0349	3.10	0.3027	0.0928	E <sub>A1</sub> < E < E <sub>A2</sub>	第2	31.8
2	8	0.0414	3.39	0.4093	0.1092	E <sub>A1</sub> < E < E <sub>A2</sub>	第2	22.7
3	22	0.1193	1.78	0.4819	0.1993	E <sub>A1</sub> < E < E <sub>A2</sub>	第2	24.9
4	17	0.0615	3.21	0.5601	0.1515	E <sub>A1</sub> < E < E <sub>A2</sub>	第2	25.8
5	27	0.1508	1.86	0.6789	0.2287	E <sub>A1</sub> < E < E <sub>A2</sub>	第2	8.6
6	15	0.2090	1.72	0.8597	0.3024	E < E <sub>A2</sub>	第3	5.9
7	16	0.1678	1.90	0.6832	0.2698	E < E <sub>A2</sub>	第3	32.5
8	14	0.1569	2.23	0.8722	0.2702	E < E <sub>A2</sub>	第3	13.0
9	9	0.1839	2.03	0.9117	0.2982	E < E <sub>A2</sub>	第3	0.9
10	12	0.0796	4.15	1.0569	0.2738	E < E <sub>A2</sub>	第3	20.7

表2 調査結果

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
面積 (m <sup>2</sup> )	139.9	45.6	119.1	106	252	89.2	97.1	72.2	263.3	53.8	123.7
天井高 (m)	4.3	2.7	2.86	3.1	7.8	2.7	2.6	3	4.55	2.55	3.6
気積 (m <sup>3</sup> )	444.3	123.1	340.7	328.6	1965.9	238.1	252.5	218.6	1198	138.7	524.4
開口部の位置	入口・東の窓	出入口	出入口	出入口	全閉	東の窓	出入口	出入口	出入口	出入口	
開口部面積 (m <sup>2</sup> )	8.2	10.5	9.9	7.2	0	0.7	10.2	9	3.8	7.5	6.7
換気方式	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種	
換気扇羽根径(φ)×数	φ1000×2	φ500×2	φ500+φ1000	φ1000×1	φ1000×2	φ500×1	φ400+φ1000	φ1000×1	φ400×1	φ500×1	
換気風速(m/s)	2.5	4	4.2	3	3	2	2.5、2.5	2.5	2.5	4	
換気量 (m <sup>3</sup> /h)	14130	2800	8478	8478	18958	1413	8195.4	2826	1130.4	2826	6723.3
換気回数 (回/h)	31.8	22.7	24.9	25.8	8.6	5.9	32.5	13.0	0.9	20.7	12.8
選別機の設置場所	別所	別所	同所	同所	同所	同所	同所	別所	同所	別所	
相対濃度測定点数	9	8	22	17	27	15	16	14	9	12	14.9
併行測定の結果 (mg/m <sup>3</sup> /CFM)	0.00018	0.00057	0.00047	0.00017	0.00085	0.00047	0.00067	0.00062	0.00143	0.00037	0.00056

( $\sigma$ )が大きいと評価は悪くなる。また、換気回数が少ない場合は幾何平均濃度が大きくなる傾向にある。

換気回数と第2評価値との関係を図4に示す。換気回数と第2評価値の間には概ね負の相関関係がみられ、換気回数が増加するにつれて浮遊粉じん濃度は減少した。換気回数が多いにもかかわらず第2評価値が高いのは、粉じん濃度のバラツキが大きいことによる。また、第2評価値を管理濃度以下に保つためには、換気回数を12(回/h)以上にする必要があることが分かった。

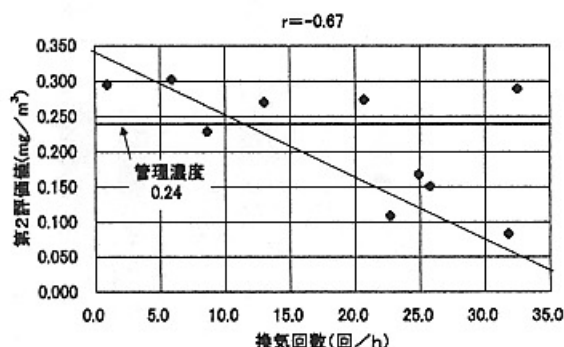


図4 換気回数と第2評価値との関係

### 3.3 粉じん対策等

表4に、10カ所の測定箇所での意見や要望についての結果を示す。この結果から、要望事項としては、安価な換気装置の導入希望や、粉じん除去装置の希望が多く出された。また、泥染め後の余剰染土の処分に困っていることが分かった。

粉じん対策は、製織場周りの環境問題もあり、早急に取り組む必要があると感じられた。

表4 意見や要望

項目	排出粉じんへの配慮	環境改善の補助金	換気装置の導入	粉じん除去装置の導入	余剰染土の処分
1					
2	気になる			希望する	困っている
3				希望する	困っている
4	気になる			希望する	困っている
5	気になる			希望する	困っている
6	気になる	利用したい	導入したい	希望する	困っている
7				希望する	困っている
8		利用したい	導入したい	希望する	困っている
9		利用したい	導入したい	希望する	困っている
10				希望する	困っている

## 4. まとめ

製織場における換気設備の有効性や浮遊粉じん濃度の測定を通して、その現状と問題点を探った結果、以下のことが明らかとなった。

- 1)換気方式はすべての製織場が第3種換気法を採用していた。
- 2)換気量不足が3戸の製織場に認められた。
- 3)“製織場の気流分布の均一化に主眼を置いた換気回数、開口部の方位及び面積の確保”の条件は付くが、第3種換気法は、浮遊粉じん濃度を管理濃度以下に保持するのに十分対応できることが分かった。
- 4)発じん量の多い選別機を製織場と異なる場所に設置した製織場が約半数あった。
- 5)環境気中の粉じん除去装置の開発が望まれていることが判明した。
- 6)染土の使用量は10アール当たり550Kg(ひのみどり専用染土は700Kg)であるが、泥染め後の余剰染土の処分に困っていることが分かった。

今後の課題としては、イ草選別機稼動時の浮遊粉じん濃度の測定が必要である。

## 5. 謝 辞

本調査を実施するにあたり、繁忙期にもかかわらず協力をいただいた生産農家の方々並びにご紹介をいただいたJA八代の総合開発本部長兼再建対策本部長瀧川勝則氏、イ草研究に関する資料のご提供をいただいた業研究所加工部長田中伸昭氏に深甚な謝意を表す。

## 文 献

- 1)厚生労働省安全衛生部環境改善室，労働衛生管理とデザイン・サンプリングの実務，東京，(社)日本作業環境測定協会，p230，2002
- 2)昭和63年9月16基発第605号通達，作業環境評価基準の適用について
- 3)昭和51年4月22日労告46号，作業環境測定基準
- 4)中井重行，池沢辰夫，2データの整理，7相関と回帰，東京，日本文化興業，p23-35，p130-150，1970