

【調査研究】

# 岡山県におけるPM2.5高濃度事象に関する研究 －実証実験による稲わらの野焼きからすき込みへの転換の有効性の確認－

Study on High Concentration Events of PM2.5 in Okayama Prefecture

－ Confirming the effectiveness of switching from burning rice straw to plowing through demonstration experiments －

畝山善光, 小川知也, 野村 茂, 仲 敦史, 難波あゆみ, 森 寛史

UNEYAMA Yoshihiro, OGAWA Tomoya, NOMURA Shigeru, NAKA Atsushi,  
NAMBA Ayumi, MORI Hiroshi

## 要 旨

PM2.5濃度上昇への稲わらの焼却処理（以下「野焼き」という。）の影響及び野焼きからすき込みへの転換による低減効果を分かりやすい調査結果で説明するため、野焼きやすき込みを実施しているほ場の近傍で実証実験を行った。その結果、野焼き作業中はPM2.5濃度が大幅に上昇したが、すき込み作業中はPM2.5濃度の上昇は認められなかった。また、レボグルコサンはPM2.5中に占める割合の野焼き作業前に対する作業中の上昇率が他の成分と比較して顕著に高い値を示したため、野焼きの指標として最も有効であると考えられた。

[キーワード：PM2.5, 野焼き, レボグルコサン]

[Key words : PM2.5, Open Burning, Levoglucosan]

## 1 はじめに

本県のPM2.5の環境基準達成率は令和3年度に初めて100%となったものの、令和2年度までは全国に比べて低位で推移している<sup>1)~2)</sup>。既報<sup>3)</sup>において、県南部の干拓地の田園地帯及びその周辺では、11月にPM2.5が高濃度になる日が確認され、夕方から夜に濃度が上昇しており、稲わらの焼却処理（以下「野焼き」という。）の影響が示唆されたことを報告した。

本県では野焼きがPM2.5濃度の上昇に影響を与えていると判断し、農業団体等の協力を得ながら対策事業として稲わらの野焼きからすき込みへの転換を促進している。本対策の推進のためには、営農者の理解と協力が不可欠であることから、PM2.5濃度上昇への野焼きの影響及び野焼きからすき込みへの転換による低減効果を分かりやすい調査結果で説明するための実証実験を行った。また、バイオマス燃焼の指標とされているレボグルコサン<sup>4)</sup>についても実証実験により野焼きの指標としての有効性を確認したので報告する。

者の協力のもと、野焼き及びすき込みの作業前と作業中にPM2.5の試料採取を実施した。

調査は、稲わらの野焼きは令和5年10月31日に、すき込みは11月15日に行った。



図1 調査地点図

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点及び調査日

調査地点を図1に示す。調査地点は、県南部の干拓地の田園地帯に位置するほ場の近傍（図2）であり、営農



図2 ほ場近傍での採取の様子  
上 野焼き作業中, 下 すき込み作業中  
※ほ場の特定を避けるため、背景を加工している。

## 2.2 試料採取方法

PM2.5の試料採取は大気中微小粒子状物質 (PM2.5) 成分測定マニュアル (以下「マニュアル」という。) の捕集方法に準じて、サンプラー (Thermo Scientific 製 2000-FRM) を使用した。サンプラーを2台用いて、石英繊維ろ紙及び四ふっ化エチレン樹脂製 (以下「PTFE」という。) ろ紙に流量 16.7 L/min で1時間採取した。

## 2.3 分析方法

分析方法はマニュアルに準じて行った。PM2.5濃度については、PTFEろ紙をウルトラマイクロ天秤 (Sartorius 製 MSA2.7S-000-DF) を用いて、温度 20 ℃、湿度 35 % の条件で秤量し、算出した。調査対象の構成成分は、マニュアルに示されたイオン成分 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ), 炭素成分 (有機炭素 (以下「OC」という。), 元素状炭素 (以下「EC」という。)), レボグルコサン及び無機元素 (Mn, Cr, Ni, Be, As, Al, Fe, Zn, Cu, V, Pb, Se, Cd) とした。イオン成分、炭素成分及びレボグルコサンの分析には石英繊維ろ紙を、無機元素の分析にはPTFEろ紙を使用した。イオン成分は、石英繊維ろ紙を超純水に浸して超音波抽出を行い、イオンクロマトグラフ装置 (Thermo Scientific 製 ICS-

1600) で分析した。炭素成分は、カーボンエアロゾル分析装置 (Sunset Laboratory 製 CAA-202M-D) で分析した。レボグルコサンは、石英繊維ろ紙をジクロロメタン/メタノール (2:1) に浸して超音波抽出を行い、 $\text{N}_2\text{O}$ -ビス(トリメチルシリル)トリフルオロアセトアミド及び10 %-クロロトリメチルシランを用いて誘導体化した後、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) (島津製作所製 GCMS-QP2010 Ultra) で分析した。無機元素は、PTFEろ紙を圧力容器に入れてマイクロウェーブにより酸分解した後、誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) (Agilent 製 7800) で分析した。

## 3 結果及び考察

ほ場近傍での野焼き及びすき込みにおける作業前及び作業中のPM2.5濃度及び各測定時刻と同時刻の興除局におけるPM2.5自動測定機による測定結果を図3に示す。なお、興除局は、調査地点から西南西約1.6 kmにある一般環境大気測定局である。

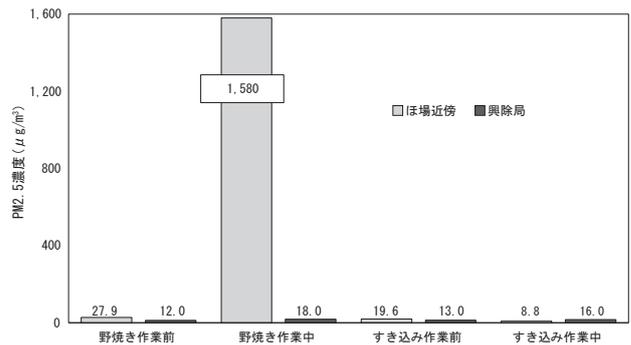


図3 ほ場近傍及び興除局でのPM2.5濃度

調査中に興除局のPM2.5濃度はほとんど変動しなかったことから、ほ場近傍での野焼き及びすき込み以外の要因によるPM2.5濃度への影響は軽微であったと考えられる。ほ場近傍での野焼き及びすき込みにおける作業前と作業中のPM2.5濃度をそれぞれ比較すると、野焼き作業中は大幅な上昇が認められたが、すき込み作業中は上昇が認められなかったことから、野焼きはPM2.5濃度の上昇に影響を与えるが、すき込みによる影響は、極めて軽微と考えられた。

野焼き及びすき込みにおける作業前と作業中の各構成成分の分析結果とその増減を表1及び図4に、野焼きの作業前に対する作業中の各構成成分の濃度比を図5に示す。なお、分析結果が検出下限値未満の場合は同値の1/2の値を用いた。

野焼き及びすき込みにおける作業前と作業中の分析結

果を比較すると、野焼き作業中は、バイオマス燃焼によって生成されることが知られているOC<sup>5)</sup>やレボグルコサンの成分濃度が上昇した一方、すき込み作業中は各成分濃度の増減はほとんど認められなかった。

また、野焼きの作業前に対する作業中のレボグルコサンの濃度比は、他の構成成分と比較して顕著に高い値を示したことから(図5)、レボグルコサンは、野焼きの指標として最も有効であると考えられた。

今回の調査によって、野焼きがPM2.5濃度の上昇に影響を与えること及びレボグルコサンの野焼きの指標としての有効性が確認できた。また、すき込みは、PM2.5濃度の上昇への影響は認められなかったことから、野焼きからすき込みへの転換はPM2.5の低減に有効な対策と考えられた。

我々は、引き続き稲わらの野焼きの減少に向けた対策の推進のため、より多くの営農者の理解と協力を得ることで継続したPM2.5の環境基準の達成の一助となるよう調査を進める。

## 文 献

- 1) 環境省：令和2年度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る 常時監視測定結果，  
<https://www.env.go.jp/content/900400269.pdf> (2024.5.30アクセス)
- 2) 環境省：令和3年度 大気汚染物質（有害大気汚染物質等を除く）に係る 常時監視測定結果，  
<https://www.env.go.jp/content/000125784.pdf> (2024.5.30アクセス)
- 3) 小川知也, 野村 茂, 大月史彦, 畝山善光, 森 寛史: 岡山県におけるPM2.5高濃度事象の要因について, 岡山県環境保健センター年報, 47, 1-4, 2023
- 4) 萩野浩之: 大気中 PM2.5 のレボグルコサン測定研究の動向－植物燃焼指標物質の測定と輸送過程における変質プロセスの解明に向けて－, 大気環境学会誌, 54(1), 18-27, 2017
- 5) 環境省：PM2.5 の発生源別寄与割合等に係る知見の整理,  
<https://www.env.go.jp/council/07air-noise/y078-12/900427202.pdf> (2024.5.30アクセス)

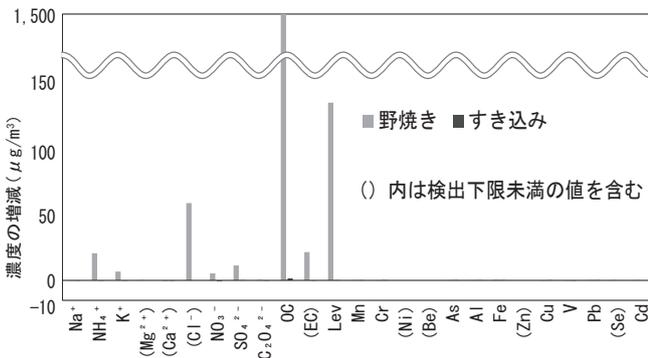


図4 野焼き及びすき込みによる各構成成分の濃度の増減

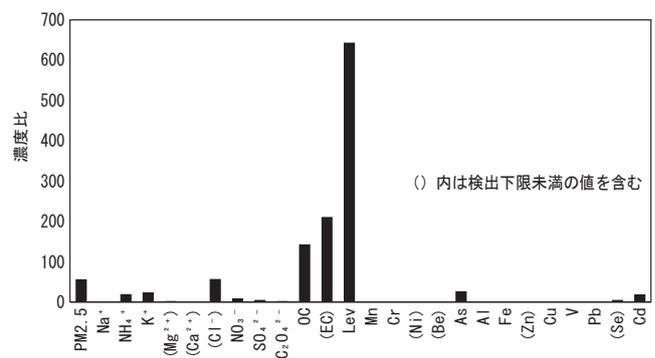


図5 野焼きの作業前と作業中の各成分の濃度比

表1 各構成成分の分析結果

	(μg/m <sup>3</sup> )												
	PM2.5	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	OC	EC	Lev
野焼き作業前	27.9	0.37	1.3	0.33	0.0092	0.57	0.16	0.77	3.2	0.24	11	0.12	0.22
野焼き作業中	1580	0.17	25	7.9	0.021	0.24	60	6.8	16	0.61	1500	24	140
すき込み作業前	19.6	0.12	1.4	0.20	0.0092	0.12	0.16	0.94	1.3	0.24	4.2	0.49	0.079
すき込み作業中	8.8	0.12	1.1	0.18	0.0092	0.12	0.16	0.41	1.5	0.20	6.0	0.44	0.12

	(μg/m <sup>3</sup> )												
	Mn	Cr	Ni	Be	As	Al	Fe	Zn	Cu	V	Pb	Se	Cd
野焼き作業前	0.053	0.0061	0.0034	0.000010	0.00094	0.20	1.8	0.045	0.015	0.0023	0.0097	0.0012	0.00035
野焼き作業中	0.070	0.0055	0.0034	0.000010	0.025	0.25	2.2	0.045	0.011	0.0019	0.012	0.0062	0.0067
すき込み作業前	0.012	0.0055	0.0034	0.000010	0.0024	0.066	0.16	0.045	0.0054	0.0041	0.0075	0.0012	0.00023
すき込み作業中	0.012	0.011	0.0034	0.000010	0.0025	0.21	0.30	0.045	0.020	0.0016	0.0081	0.0012	0.00020

※Lev：レボグルコサン  
0.0092 検出下限値の1/2