

臭化メチルによる土壌燻蒸作業従事者の健康調査

富山県農村医学研究会 大浦 栄次, 寺中 正昭
 労働科学研究所 海老原 勇, 川見 正機
 富山農業改良普及センター 曾我 とし子

臭化メチルによる土壌燻蒸作業に従事するハウス農家の、健康調査をした。その結果、血液生化学的な項目等では、特に臭化メチルに起因する異常は認められなかった。そこで、燻蒸作業前後のSCE（姉妹染色体分体交換）について検討し、染色体レベルにおけるDNA損傷の可能性について検討した。その結果、作業後にSCE値が上昇し、燻蒸作業が染色体に影響を与えている可能性を否定することが出来なかった。今後、燻蒸作業では、十分な防護並びに作業手順について配慮が必要と考えられた。

目 的

オゾン層の破壊や発癌性等が指摘され、国際的には、臭化メチルの使用は消滅される方向にある。ドイツではすでに1976年に土壌燻蒸剤として使用することを禁じている。

しかしながら、我国ではようやく臭化メチルの代替物質や新たな燻蒸方法について検討され始めたところであり、未だに燻蒸剤として多く使用されている。

そこで、今回、臭化メチルによる土壌燻蒸作業従事者の燻蒸作業前後の姉妹染色体分体交換（SCE）を検討することにより、臭化メチルの生体影響について検討した。

調 査 方 法

対象者は、富山市の南部施設園芸組合に所

属するハウス農家である。

臭化メチルによる土壌燻蒸は、燻蒸する土壌を畝状にし、その上に臭化メチルの容器を置く。その上をビニールシートで、完全に密封し、容器をビニールシートの上から圧縮して突き破り、臭化メチルを放出し、1週間から10日放置し土壌燻蒸する。この時、ビニールシートが十分に密閉されておれば、作業者が臭化メチルの曝露を受けることはない。

次にビニールシートを剥ぐった時、土壌に吸収されなかった臭化メチルがハウス内に拡散し、作業者が曝露される可能性がある。シートを剥ぐった後は、ハウスの出入口を開放し、臭化メチルをハウスから排出するようにする。その後、必要に応じて土壌を移動する。その土壌移動の時、土壌の間隙にある臭化メチルが大気に放出され、その際、作業者は最も曝露を受ける可能性がある。

8月に採血し、血算、血液生化学に関する36項目の検査及び診察を行ない健康調査を実施した。

その後、12月19日に土壌燻蒸作業前のNo.1～11のSCEの検討を行った。No.1と7、2と8、3と9、4と10、5と11は夫婦である。また、作業前後のSCEは男性のNo.1～6を中心に検討した。

SCEの検出は、海老原らが既に報告した通りである。つまり、末梢血リンパ球を血漿

0.5ml添加した RPMI-1640培養液に加え、PHA 及び BrdU を加え72時間培養した。なお、BrdU の添加量は、最終濃度を10 μ Mとした。培養後蛍光ギムザ分染法にて SCE の標本を作成し、概ね25の細胞を目途として細胞ごとの SCE を求め、その平均値を個々の人の SCE 頻度とした。

なお、No.1, 3, 5 の家では畝状にした土壌を被覆していたビニールシートをはぐった後の空気中の臭化メチル濃度を検知管を用いて逐次測定した。

結果と考察

一般的な健康調査では、高脂血症や、肥満、血糖高値などのものが多かった。これは、

高温のハウス内の作業が続くため、喉が渇くため缶ジュース等を多く摂取するためと考えられた。

ただし、特に臭化メチルを起因と考えられる異常は特に認められなかった。(表1)

対象とした燻蒸作業従事者のうち臭化メチルの燻蒸作業において異常を感じたかどうかの質問では、11人中7名が過去に何らかの異常を感じている。中には頭痛、はきけ等の一般的症状以外に、酔ったような状態等典型的な臭化メチル中毒症状を経験した者もいる。さらに鼻水が出た者もいた。(表2)

今回の調査時における臭化メチルによる燻蒸作業は、表3のごとく行なわれている。表中の「放」は、臭化メチルを放出した日、

表1 健康調査結果

No.	性別	年齢	判定	内	訳
1	男	37	異常なし		
2	男	47	異常なし		
3	男	44	異常なし		
4	男	37	要経過観察	高脂血症	肝機能異常 (γ -GPT 高値・飲酒)
5	男	41	要経過観察	高脂血症	肥満 血糖値高値, 要再検
6	男	37	異常なし		
7	女	38	異常なし		
8	女	43	要経過観察		血糖値高値 (要再検), 高血圧
9	女	40	差支なし	高脂血症	
10	女	37	異常なし		
11	女	36	要経過観察	高脂血症	肥満

表2 土壌燻蒸作業による異常経験

No.	性別	年齢	土壌燻蒸作業による異常経験	
			有無	症 状
1	男	37	有	鼻水
2	男	47	有	
3	男	44	有	頭痛, はきけ
4	男	37	有	頭痛
5	男	41	有	
6	男	37	無	
7	女	38	無	
8	女	43	無	
9	女	40	無	
10	女	37	有	頭痛, はきけ, めまい, 酔った状態, 呼吸困難
11	女	36	有	

表5 喫煙、飲酒状況及び作業前のSCE

No.	性別	年齢	喫煙				飲酒		SCE	
			過去	現在	本数	期間(年齢)	有無	量(合)	12月 19日	
									作業前	数
1	男	37	有	無	40	18~27	無		8.12±2.76	26
2	男	47	有	有	20	20~47	毎日	2.0	7.21±1.41	24
3	男	44	有	無	20	20~42	毎日	2.5	7.77±3.04	26
4	男	37	有	有	40	18~37	毎日	2.0	7.96±2.65	26
5	男	41	無	無			毎日	2.0	7.31±2.45	26
6	男	37	無	無			毎日	1.0	10.12±2.28	26
7	女	38	無	無			無		7.76±2.86	21
8	女	43	無	無			無		6.68±1.75	19
9	女	40	無	無			無		7.77±2.61	26
10	女	37	無	無			無		7.65±2.06	26
11	女	36	無	無			無		8.00±2.73	26

表6 土壌燻蒸作業前後のSCE

No.	性別	年齢	SCE							
			12月 19日		1月 6日		1月 11日		1月 30日	
			作業前	数	作業後第1回	数	作業後第2回	数	作業後第3回	数
1	男	37	8.12±2.76	26	9.48±2.69	25				
2	男	47	7.21±1.41	24			8.38±3.34	25	8.35±2.57	25
3	男	44	7.77±3.04	26			8.38±2.60	26	8.11±3.33	18
4	男	37	7.96±2.65	26			8.96±2.86	26	10.27±4.43	26
5	男	41	7.31±2.45	26			7.92±2.20	26	8.15±2.38	2626
6	男	37	10.12±2.28	26	13.96±4.54	26	11.81±3.69	26	13.46±3.73	

より空気中の臭化メチル濃度を測定した。

(表4)

その結果、Na1の家のハウスでは直後の畝の直上では、23ppm、鼻の高さを想定した畝の上1.2mでは18ppmであった。翌日には1.2mで10ppmと低下し、さらに次の日には、空気中の濃度は0となっていた。しかし、さらに土壌を少し動かし始めた日に、3ppmと再び臭化メチルが空気中で検出された。Na3の家では剥った直後が直上32ppm、1.2m上では18ppmであり、翌日も直上、1.2m上も13ppmであった。Na5の家では、はぐった直後が直上22ppm、1.2m上が18ppmであったが、翌日には直上2ppm、1.2m上1ppmと低下し、その後は検出されていない。

また、Na5の家では、シートを剥ぐった4日目に土壌中に検知管を差し込み、土壌間隙

の臭化メチルを測定したところ、6ppmであった。

以上の結果より、土壌燻蒸後、ビニールシートをはぐった直後の畝の直上では20~30ppm、鼻の高さを想定した1.2mの高さでは15~20ppm程度であり、臭化メチルは残留しているので、ハウス内の作業はひかえるべきと考えられる。その後は、ハウスの大きさ、換気の仕方等により、ハウス内の臭化メチルは大きく変動すると考えられる。さらに、土壌を移動する際には土壌の間隙に滞留している臭化メチルが再び放出され、十分な換気が必要と考えられた。

次にSCEの結果について述べる。(表5、6)

土壌燻蒸作業前の5組の夫婦間のSCEの差は無かった。また、喫煙の有無による差も

今回の結果では特に認められなかった。

No.1～6の作業前の12月19日のSCEの平均は 8.08 ± 2.69 （細胞数の計154）であり、それぞれの燻蒸作業後のSCEは 9.72 ± 3.80 （No.1は1月6日採血分、No.2～6は1月30日分、細胞の計147）と有意に高く（ $P < 0.05$ ）であり、臭化メチル燻蒸作業がSCEの頻度が高くなることになんらかの寄与をしている可能性が否定出来なかった。

特にNo.6は、表6のごとく、作業前が 10.12 ± 2.28 に対して、作業後の1月6日では 13.96 ± 4.54 で有意に高かった。（ $P < 0.01$ ）このNo.6の場合、土壌燻蒸をするために燻蒸剤を畝の上に置き、ビニールシートを張り、第1回目は臭化メチルを放出後、6日目にシートを剥ぐっているが、剥ぐった当日に土壌の移動等を行っている。すでに述べたごとく、ハウス内の臭化メチル濃度は、シートをはぐった日が最も高く、かなりの臭化メチルを吸入している可能性がある。その後も第2回目の臭化メチル放出後、10日目の1月5日にシートを剥ぐっているが、その当日に土壌の移動等を行っており、臭化メチルをかなり吸入している可能性がある。採血は、1月6日に行ったのであるが、SCE上昇の原因が臭化メチルの吸入の結果とも考えられ、今後、臭化メチルによる燻蒸後の作業は、十分にハウス内の換気をし、かつ、シートを剥ぐった後は、最低3～4日放置した後に土壌の処理を行った方がいいと考えられる。

以上、例数は少ないが臭化メチル燻蒸作業後にSCEの上昇が認められ、臭化メチルが染色体になんらかの影響を与えている可能性を否定できなかった。

今後、臭化メチルによる燻蒸作業においては、空中に臭化メチルが検出されなくなるまで、十分な換気が必要であり、かつ、たとえ空中濃度が0となっても、土壌間隙に残留する臭化メチルが土壌を移動する際に再び空中に放出される可能性があり、作業中には十分

な換気が必要と考えられた。

ま と め

臭化メチルによる土壌燻蒸作業従事者の健康調査並びにSCEを検討した。

その結果、

- (1) 臭化メチルによる、血算、血液生化学的項目における異常は特に認められなかった。
- (2) 健康調査の結果、肥満、高脂血症等が目立った。これは、ハウス内における作業が高温になるため、水分補給としてジュース類等の摂取が多いためと考えられた。
- (3) 臭化メチルによる燻蒸作業において、過去に異常を経験した者は、11名中7名であり、異常内容は、頭痛、めまいの一般症状の他に酔ったような状態等、臭化メチル中毒特有の症状を呈した者もいた。
- (4) ハウス内の空気中の臭化メチル濃度は、シートを剥ぐった直後が最も高く1.2mの高さで約20～20ppmであった。その後1～2日でハウス内の臭化メチルは検出されなくなるが、土壌の移動等により再び、空中において臭化メチルが検出されることもある。また、土壌間隙の臭化メチルはかなりの期間残留している可能性があった。
- (5) 作業前において夫婦間のSCEに特に差はなかった。また、今回の対象者の喫煙者と非喫煙者のSCEに差は認められなかった。ただし、例数が少ないので今後とも検討する必要があると考えられる。
- (6) 燻蒸作業に主に従事する6名の燻蒸作業前のSCEは 8.08 ± 2.69 であり、作業後は 9.72 ± 3.80 であり、有意に高くなっていた。（ $P < 0.01$ ）SCEの上昇は、臭化メチルによるものと考えられるが、例数が未だ少ないので今後とも検討が必要

と考えられた。

- (7) No.6 の作業者は、作業前 10.12 ± 2.28 、第1回目の作業後、 13.96 ± 4.54 と、有意に高かった。(P<0.01) この対象者は、土壌被覆をしていたシートを剥ぐった直後にハウス内に作業にはいつている。このことがSCEの上昇に関与していることも否定出来ない。

以上のことから、臭化メチルによる土壌燻蒸作業によりSCEの上昇の可能性が否定で

きず、シートを剥ぐった後、最低3～4日間はハウスの換気が必要であり、かつ、作業時には再び土壌間隙の臭化メチルが空気中に放出される可能性があるため、換気に十分留意しながら作業をする必要があると考えられた。

以上の調査において、富山市南部施設園芸組合、富山農業改良普及センター、富山市農協の関係者の方々の多大なる協力を得たことに対して深甚なる謝意を表します。