

土壌病害虫防除のための臭化メチル代替技術の開発

第1報 ヨウ化メチル剤を用いた秋冬作メロンの黒点根腐病 およびサツマイモネコブセンチュウの防除

川越 洋二・中村 正和*・今村 幸久・三浦 猛夫
(宮崎県総合農業試験場)

Development of methyl bromide alternatives for control of soil-borne disease and insectests. 1. Control of *Monosporascus cannonballus* and *Meloidogyne incognita* on melon by methyl iodide cropped in autumn to winter. Youji Kawagoe, Masakazu Nakamura *, Yukihisa Imamura and Takeo Miura (Miyazaki Agricultural Experiment Station, Sadowara, Miyazaki 880-0212, Japan)

Key words: *Meloidogyne incognita*, melon cropping in autumn to winter, methyl iodide
Monosporascus cannonballus

緒 言

土壌病原菌類や線虫類による被害が大きいメロン、ピーマン等の作物では臭化メチル剤が多用されてきた。臭化メチル剤の利点はその防除効果の安定性、処理作業の効率性にあり、特に低温期でも使用できること、また処理から定植までの期間が他の土壌消毒剤よりも短いことから、メロンのように低温期を含めて周年栽培をする作物に大変適している。しかしながら、臭化メチルは2005年の使用禁止が決定されており、全廃に向けて使用量が段階的に削減されつつある。こうした背景を受けて、各地の試験研究機関では代替薬剤や太陽熱消毒等による代替土壌消毒法を検討しているが、臭化メチル剤の持つ利点をすべて兼ね備えた技術は現在のところ見いだされていない。

そこで、本試験場では臭化メチル (CH_3Br) の類縁化合物であるヨウ化メチル (CH_3I) に着目し、土壌病害と線虫に対する防除効果を検討した。ヨウ化メチルの病原菌に対する死滅効果については *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora citricola*, *P. cinnamomi*, *P. parasitica* に対して報告があり (Ohr et al., 1996)、線虫に対しては *Meloidogyne incognita*, *Heterodera*

schachtii, *Tylenchulus semipenetrans* に殺線虫効果があると報告されている (Becher et al., 1996)。

そこで、宮崎県のメロン栽培において問題となっているメロンの黒点根腐病 *Monosporascus cannonballus* (以後、黒点根腐病とする) およびサツマイモネコブセンチュウ *Meloidogyne incognita* (以後、ネコブセンチュウとする) に対する防除効果を検討した。

なお、本研究を行うに当たって防除薬剤を快く提供していただいた株式会社トーメンに厚くお礼申し上げる。

材料および方法

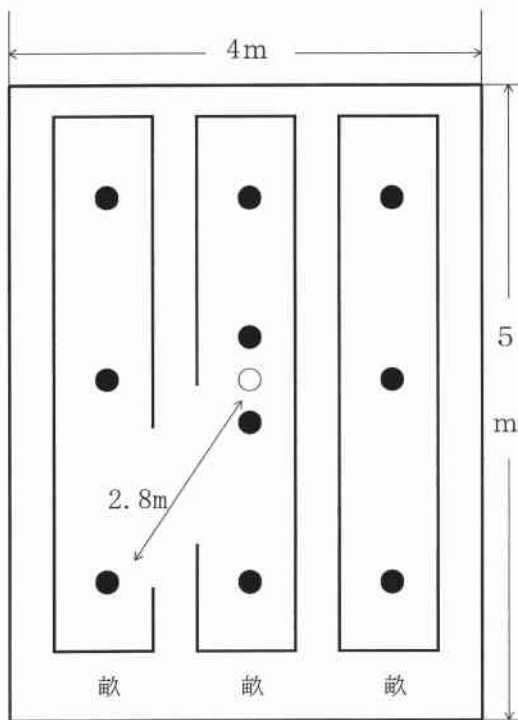
試験場所および試験区: 試験は、1999年に宮崎県総合農業試験場のビニルハウス (幅5m×長さ12m) で行った。このハウスはネコブセンチュウの自然発生圃場である。試験に先立ち、フスマ培地で培養した黒点根腐病菌を圃場全体に土壌混和し、さらにメロンを一作栽培して病原菌の増殖均一化を図った。試験ではヨウ化メチル剤処理区 (以後、処理区) と無処理区を設け、それぞれ20m²とした。各区とも1999年9月16日に畝幅60cm、畝間120cmの畝を3本作成した。

薬剤および処理法: ヨウ化メチル (和光純薬工業株式会社製、液体) を9月21日に処理した。処理区の中央の畝の中央1カ所に直径15cmのガラスシャーレを置き、その中に30kg/10a相当量 (600g) の薬剤を入れ、直ちに処理区全面を厚さ0.05mmのポリエチレンフィルム (トーカンエースN) でトンネル被覆した。

*現在 宮崎県立農業大学校

* Present address: Miyazaki Prefectural Famars Academy, Takanabe, Miyazaki 884-0005, Japan

ヨウ化メチルガスの拡散測定：処理期間中、ヨウ化メチルガスの拡散を以下の二つの方法で調査した。①シャーレの直下15cmの地中に埋設したテフロンチューブによりガス吸引機（ガステック社製）を用いて吸引したヨウ化メチルガスの濃度の推移をガス検知管（光明理化学工業製）で約24時間おきに測定した。処理4日後に被覆の除去を行い、耕耘等のガス抜き作業は特に行わなかった。②ヨウ化メチル処理前にダイコン種子を第1図に示したとおりに、畝表面より5cm、15cm、25cm下の地中に各10粒ずつ埋設した。処理4日後（ポリエチレンフィルム除去時）に種子を回収し、蒸留水で湿らせた濾紙上に置き、5日後に発芽状況を調査した。



第1図 ヨウ化メチル区における薬剤処理位置・濃度測定場所およびダイコン種子埋設場所

- ヨウ化メチル処理用シャーレ設置場所およびガス濃度測定場所
- ダイコン種子埋設場所

処理中の土壌水分および地温：処理前に処理区内の5カ所から土壌を採取し、常法に従い土壌水分（含水率）を測定した。

また、処理期間中の地温の推移を畝の中央の地下15cm、および30cmに埋設した記憶計（佐藤計量器製作

所製）を用いて測定した。

供試作物および栽培：メロン（品種：アールスメロン 秋冬系I）を用いた。1999年9月3日に播種し、育苗した苗（第3葉期）を9月29日に株間40cmで定植した。処理区は合計36株、無処理区は33株植えとし、反復は設けなかった。

黒点根腐病およびネコブセンチュウに対する防除効果：①メロンの萎凋を栽培期間中、定期的に全株を対象に調査した。萎凋程度0：萎凋を認めない、1：葉の張りがなくなる、2：株の一部に萎凋が認められる、3：株全体に萎凋が認められる、4：枯死を基準として、次式により萎凋指数を算出するとともに、萎凋株率を求めた。

$$\text{萎凋指数} = \frac{\sum (\text{萎凋程度} \times \text{程度別株数})}{(\text{調査株数} \times 4)} \times 100$$

②収穫時（1999年12月15日：定植77日後）に、全株の根を掘りとり、黒点根腐病による根部の褐変株率および褐変指数を算出した。褐変指数は褐変程度0：発病を認めない、1：褐変がわずかに認められる、2：根系全体のうち、褐変が1/3未満認められる、3：根系全体のうち、褐変が1/3～2/3未満認められる、4：根系全体のうち、2/3～全面の褐変が認められるを基準として、次式により算出した。

$$\text{褐変指数} = \frac{\sum (\text{褐変程度} \times \text{程度別株数})}{(\text{調査株数} \times 4)} \times 100$$

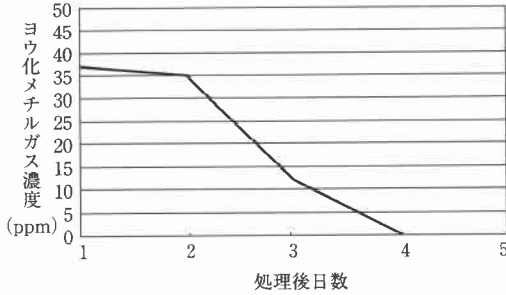
なお、褐変した根を数日間放置し、すべての根に黒点根腐病の特徴を示す（牧野ら、1990；植松、1991）、多数の小黑点（子のう殻）が形成された。

③ネコブセンチュウは処理前に防除区と無防除区の5カ所から土壌を採取し、線虫密度をベルマン法（20g生土、25℃、72時間、3反復）により調査した。収穫時には根系の根こぶ形成を調査し、ネコブセンチュウの寄生株率を算出した。根系の根こぶは根こぶ着生程度0：根こぶを全く認めない、1：根こぶをわずかに認める、2：根の一部に多数の根こぶが見られたり、根全体にまばらに認められる、3：根基全体に多数根こぶが認められる、4：根基全体に大きな根こぶが連なって認められるを基準に調査し、次式により根こぶ指数を算出した。

$$\text{根こぶ指数} = \frac{\sum (\text{根こぶ着生程度} \times \text{程度別株数})}{(\text{調査株数} \times 4)} \times 100$$

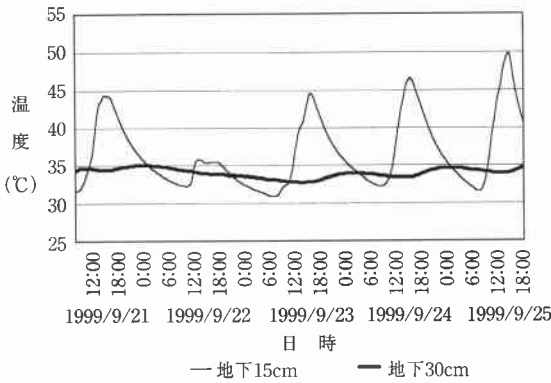
収量は各区全果実の重量を計り、宮崎県JA園芸ブランド標準規格表による等級を調査した。この規格表はメロンのネットの発生状況やバランスの他、果実の形状から判断して5段階評価で判定し、最も高い評価はAAで、順にA1、A2、A3と低くなり、最も低い評価はBである。また、各区の収穫できた果実から無作為に抽出した5個

の果実について糖度 (Brix 値) を常法により測定した。重量および糖度については t 検定による有意差検定を行った。



第2図 処理後の土壌中におけるヨウ化メチルガス濃度の推移

注) 1999年9月21日処理, ガス濃度は処理直下15cmの土壌中においてガス検知管で測定。



第3図 処理期間中の地温の推移

第1表 ヨウ化メチルの黒点根腐病菌とサツマイモネグサレセンチュウによるメロンの萎凋抑制効果

処 理	調査株数	萎凋株率 (%)			萎凋指数 ^{a)} (12/15)
		12/1	12/8	12/15	
ヨウ化メチル	35	0	0	0	0
無処理	33	0	3.0	18.2	8.3

^{a)} 萎凋指数は本文参照。

その他, メロンの栽培期間中, 各区全株の観察を行い, 葉害の有無を調査した。

なお, 菌核病が発生した処理区の1株は除外した。

結 果

ガス濃度の推移を第2図に示した。処理位置の15cm下では処理2日後まで35ppm以上のガスが検知されたが, 処理3日後で12ppm, 処理4日後には0ppmとなった。また, 処理区に埋設したすべてのダイコン種子が全く発芽しなかったことから, ヨウ化メチルは土中25cmまで拡散していたと推察された。

処理区の含水率は40.6%であった。また, 処理期間中の地表下15cmの地温は49.8°Cから30.9°Cで推移した(第3図)。

萎凋については, 無処理区で18.2%が萎凋したのに対して, 処理区では地上部の萎凋は収穫時まで全く見られなかった(第1表)。

根の褐変指数は無処理区では31.1であったのに対して処理区は3.6であり, 防除値は88.4であった(第2表)。

第2表 ヨウ化メチルの黒点根腐病菌によるメロンの根の褐変抑制効果

処 理	調査株数	褐変株率 (%)	褐変指数 ^{a)}	防除値 ^{b)}
ヨウ化メチル	35	14.3	3.6	88.4
無処理	33	72.7	31.1	0

^{a)} 褐変指数は本文参照。

^{b)} 防除値 = $\left(1 - \frac{\text{処理の褐変指数}}{\text{無処理の褐変指数}}\right) \times 100$

第3表 ヨウ化メチルのメロンのサツマイモネグサレセンチュウ防除効果

処 理	処理前線虫密度 ^{a)}	根こぶ指数 ^{b)}	寄生株率 (%)
ヨウ化メチル	4.0	7.1	8.6
無処理	5.0	55.3	100.0

注) 処理前線虫密度はベルマン法により測定した値。

^{a)} ベルマン法 (25°C, 72時間分離) による土壌20g当たりの分離虫数。

^{b)} 根こぶ指数は本文参照。

第4表 ヨウ化メチルのメロンの収量・品質に及ぼす影響

処 理	果実重量 ^{a)} (kg)	糖度 ^{a)} (Brix 値)	果実の等級別割合 ^{b)} (%)				
			AA	A1	A2	A3	B
ヨウ化メチル	1.54 ± 0.18a	15.7 ± 0.82a	16.7	50	33.3	0	0
無処理	1.61 ± 0.14a	14.6 ± 0.79a	0	33.3	42.4	21.2	3.1

^{a)} 同一英文字間には t 検定による有意差がないことを示す (P < 0.01)。

^{b)} 果実の等級は宮崎県 JA 園芸ブランド標準規格表による。

処理前のネコブセンチュウ密度は処理区、無処理区ともほぼ同等であった(第3表)。収穫時には無処理区ではすべての株にネコブセンチュウが寄生していたのに対し、処理区ではネコブセンチュウの寄生株率は8.6%であった。根こぶ指数は無処理区で55.3に対し、処理区は7.1であった。

果実の収量調査では、重量および糖度(第4表)は処理区と無処理区とでは有意差が見られなかったが、等級で比較すると処理区がAA, A1の上位等級の合計で66.7%であり、A3, Bの下位等級はなかった。無処理区ではAAの最上位等級はなく、A3, Bの下位等級が24.3%占めていた。

ヨウ化メチルを処理した位置の周辺のみロン株では交配期頃から下位葉の5枚~7枚に葉縁が枯れる症状が見られた。

考 察

緒言で述べたとおり、ヨウ化メチル剤は数種類の土壌病害および線虫に効果があることが報告されている(Oht et al., 1996; Becher et al., 1998)。本試験でもネコブセンチュウに防除効果があることが確認され、また新たに黒点根腐病に防除効果があることが認められた。臭化メチルが大気中で紫外線によって分解されるのに2年間を要するのに対し(Albittion and Watson, 1992)、ヨウ化メチルは4~8日で分解されることが報告されており(Cheneidas and Daus, 1980; Rassmussen et al., 1982; Solomonn et al., 1994)、オゾン層破壊の原因にはならないとされている(Rassmussen et al., 1982)。現段階において本剤が使用禁止の対象とされる可能性は低いと考えられ、臭化メチルの代替剤としての利用が期待される。

しかし、処理区ではみロンの下位葉5~7枚に葉縁が枯れる症状が生じ、処理位置に近いほど激しかった。無処理区ではこのような症状は見られなかったことから薬害による可能性がある。今後、処理期間やガス抜き期間、本症状が生育や収量に及ぼす影響等を検討する必要がある。

ヨウ化メチルガスの拡散は今回の試験では、処理区に設置したダイコン種子は全く発芽しなかったことから、20m²の試験区全面に深さ25cmまで拡散していたと考えられる。処理期間中の地表下15cmの地温は49.8℃から30.9℃を推移したことから、夏季のような高温期での処理は拡散性はあると考えられる。また、処理時における処理区での含水率は40%であったことから、この条件の土壌水分であれば拡散性はあると考えられる。現地農家

のような大面積における拡散性と地温、土壌水分の関連性については今後の検討が必要である。

本剤には、処理作業の効率性、低温期での処理、処理から定植までの期間の短縮等、検討する課題は多く残されているが、臭化メチル代替剤の一つとして農薬登録に向けたさらなる検討が望まれる。

摘 要

2005年の臭化メチル全廃に対応して臭化メチルの類縁化合物であるヨウ化メチルに着目し、みロンの黒点根腐病に対する防除効果を検討した。

1. 圃場の深さ25cmにダイコン種子を埋設しヨウ化メチル処理後に取り出し、発芽を調査した結果、すべて不発芽であったことから、ヨウ化メチルは深さ25cmまで十分拡散していたと考えられた。

2. みロン収穫時の株の萎凋は無処理区では18.2%が萎凋したのに対して、ヨウ化メチル区では地上部の萎凋は全く見られなかった。収穫時の根の調査では無処理区が根の褐変指数で31.1であったのに対してヨウ化メチル区は3.6であり、防除価は88.4であった。果実の品質調査もヨウ化メチル区では上位等級の割合が高かった。

3. ガス濃度は処理位置の深さ15cmで処理4日後には0ppmとなった。しかし、ヨウ化メチルの処理位置周辺のみロン株では下位葉の5枚~7枚に葉縁が焼ける症状が見られ、無処理区では見られなかったことから薬害である可能性があると考えられた。今後、処理量、処理期間等の検討が必要である。

引用文献

- Albritten, D. L., and Watson, R. T. (1992) Methyl bromide and the ozone layer. A summary of current understanding. Montreal Protocol Assessment Supplement. United Nations Environment Programme: 1-19.
- Becker, J. O., Ohr, H. D., NiGel M. Grech, Milton E. McGiffen, Jr and James J. Sims (1998) Evaluation of methyl iodide as a soil fumigant in container and small field plot studies. Pestic. Sci. 52: 58-62.
- Chameides, W. L., and Davis, D. D (1980) Iodine. Its possible role in tropospheric photochemistry. J. Geophys. Res. 85: 7383-7393.
- 牧野孝宏, 和泉勝一, 小林研三, 吉田政博 (1990) みロン萎凋性病害の見分け方(2). 植物防疫 44: 427-430.
- Ohr, H. D., Sims, J. J. Grech, N. M. Becker, J. O., McGiffen, Jr, M. E. (1996) Methyl iodide,

- an ozone-safe alternative to methyl bromide as a soil fumigant. *Plant Disease*. 80 : 731-735.
- Rasmussen, R. A., Khalil, M. A. K., Gunawardena, R. and Hoyt, S. D. (1982) Atmospheric methyl iodide (CH_3I). *J. Geophys. Res.* 87:3086-3090.
- Solomonn, S., Garcia, R. R. and Ravishankara, A. R. (1994) On the role of iodine in ozone depletion. *J. Geophys. Res.* 99 : 20491-20499.
- 植松清次 (1991) メロン黒点根腐病. *植物防疫* 45 : 407-410.

(2000年4月30日 受領)