

徳島農研報

No. 4 2007

Bull.

Tokushima. Pref.

Agri. Res. Ins.

ISSN 1880-9960

BULLETIN OF
TOKUSHIMA
AGRICULTURE, FORESTRY AND
FISHERIES TECHNOLOGY SUPPORT CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

No. 4

April 2007

徳島県立農林水産総合技術支援センター
農業研究所研究報告

第4号

平成19年4月

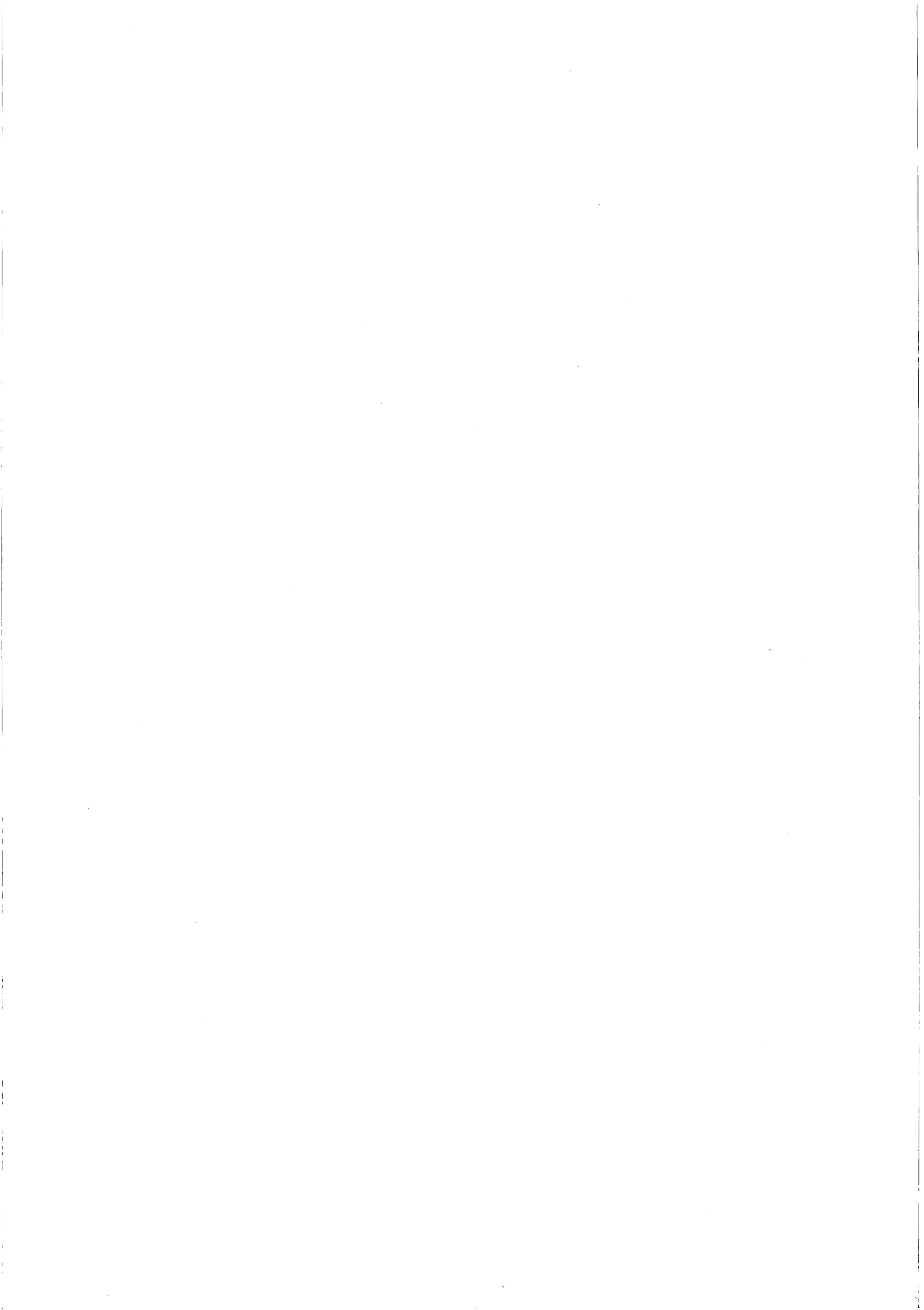
徳島県立農林水産総合技術支援センター

農業研究所

徳島県名西郡石井町

TOKUSHIMA A.F.F. TECHNOLOGY SUPPORT CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

ISHII, TOKUSHIMA, JAPAN



徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所 研究報告 No. 4

2007年4月

目 次

キレンゲショウマの組織培養による植物体再生	川村泰史・三崎玲子	1
おがくず鶏糞堆肥連用時の土壌への影響と水稻－ホウレンソウ体系での適正施用量	水口晶子・小川 仁・梯 美仁	7
徳島県におけるデジタル土壌図を利用した土壌調査データの表示	水口晶子・黒田康文	17
砂質土壌の異なる土壌水分下でマルチ畦内処理したクロルピクリン剤の サツマイモ立枯病防除効果と畦内における拡散	金磯泰雄・村井恒治	23

Tokushima Agriculture, Foresutry and Fisheries Technology Support Center
Agricultural Research Institute

Bulletin No. 4

April 2007

C O N T E N T S

Regeneration of <i>Kirengeshoma palmata Yatabe</i> by tissue culture.	Hirofumi KAWAMURA and Reiko MISAKI	1
Effect of successive application of poultry manure compost to soil and proper amount in paddy rice and spinach.	Shoko MIZUGUCHI, Hitoshi OGAWA and Yoshihito KAKEHASHI	7
Indication with a digital soil map of soil survey data in Tokushima prefecture	Shoko MIZUGUCHI and Yasufumi KURODA	17
Control effect on sweet potato root rot disease and diffusion in mulched row of chloropicrin applied into mulched row under different soil moisture conntents in sand soil	Yasuo KANAISO and Kouji MURAI	23

〔 徳島農研報 No.4 〕
1 ~ 5 2007

キレンゲショウマの組織培養による植物体再生

川村泰史*・三崎玲子**

Regeneration of *Kirengeshoma palmata* Yatabe by tissue culture

Hirofumi KAWAMURA and Reiko MISAKI

要 約

川村泰史・三崎玲子(2007)：キレンゲショウマの組織培養による植物体再生．徳島農研報(4)：1～5．

希少植物で景観植物としても利用の可能性があるユキノシタ科キレンゲショウマ属のキレンゲショウマを組織培養により多芽体を形成させて植物体を再生させる条件を選定した。

腋芽組織を材料として、多芽体を得るためには NAA0.1~0.5mg/L + BA5.0mg/L を添加した MS 培地が適当であった。

形成した多芽体から得たシュートを用いて BA0.1mg/L を添加した MS 培地で発根させて、植物体を得ることができた。

BA5.0mg/L を添加した MS 培地で多芽体の維持が可能であった。

これらの方法を組み合わせてキレンゲショウマの組織培養による植物体再生が可能となった。

キーワード：キレンゲショウマ，組織培養，BA，多芽体，植物体再生

はじめに

ユキノシタ科キレンゲショウマ属のキレンゲショウマは宮尾登美子の小説「天涯の花」で徳島県剣山周辺にある花として有名になった。徳島県版レッドデータブック「徳島県の絶滅のおそれのある野生生物2001」¹⁰⁾に掲載されており、絶滅の危険性が指摘されているうえ、近年はこの植物を目的とした観光客が殺到し、生育環境が悪化しているとされている。

このようななか、絶滅を防ぐと共に、景観植物等としての新たな利用方法を見出すためにも、キレンゲショウマの様々な増殖方法を確立しておくことが必要と考えた。また、キレンゲショウマについては組織培養を利用した増殖の報告はない。

これまで筆者らは本県で有望と考えられる山菜としてシオデ^{3,5,8)}、モミジガサ⁴⁾、クサソテツ²⁾、ヤブカンゾ

ウ⁶⁾、ノカンゾウ⁷⁾、アサツキ⁷⁾、ノビル⁷⁾等多くの野生植物の組織培養技術の開発に取り組んできた。他県でもタラノキ、アシタバ、セリ、サクラソウについて大量増殖と簡易育苗システムの開発まで取り組んできた古谷の研究¹⁾があり、地域特産物として活用される山菜や希少植物の増殖に取り組む動きがある。

そこで、本県の特産物としても活用できると考えられるキレンゲショウマの組織培養を行い、多芽体の獲得と植物体の再生が確認されたのでその概要を報告する。

試験方法

1 初代培養

三好郡池田町シンヤマ（現三好市池田町シンヤマ）にある農業研究所中山間担当で管理しているキレンゲショウマの植物体を材料として用いた。希少植物のため鉢植

* 現 徳島県立農林水産総合技術支援センター高度専門技術支援担当 ** 元 農業研究所

えの1株から得られる地上部を供試した。

2004年5月15日と7月16日に採取した植物体を水道水で十分に洗浄した後、70%エタノールに数秒浸漬し、1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液に10分間浸漬して殺菌した。滅菌水で3回洗浄した後、5mm程度の切片として5月15日は葉と腋芽、7月16日は花卉、葉、腋芽に分けて培地に置床した。

基本培地としてMS培地⁹⁾を用い、ショ糖30g/Lと植物生長調節物質であるNAAとBAを、NAA0.1mg/L+BA1.0mg/L, NAA0.1mg/L+BA5.0mg/L, NAA0.5mg/L+BA5.0mg/L, NAA0.5mg/L+BA10.0mg/Lの組み合わせで加えて、pH5.8に調整後、ジェランガム2.5g/Lを加えて加熱、溶解し培養容器に分注して121℃、15minの条件で高温高圧滅菌を行って得られた固形培地を用いた。

培養容器は150mm×25mmの大きさの試験管で、培地を20mL分注した。

培養条件は、培地面付近の照度約5,000lx、14時間日長、設定温度25℃とした。

調査は培養して得られた形態をカルス、不定根、芽(腋芽のまま変化が殆どない)、組織の生存・肥大、多芽体(複数の芽が出る肥大した組織)、枯死、コンタミネーション(雑菌による組織及び培地の腐敗・枯死、以下コンタミとする)として肉眼観察により分類する方法で行った。

なお、5月15日置床分は8月2日調査後に生存している芽をBA5.0mg/Lの培地に継代した。7月16日置床分の葉切片については9月7日の調査後に廃棄した。10月6日に花卉、腋芽のうち、生存している材料のみ同じ培地に継代した。12月1日に腋芽から得られた全ての多芽体をBA5.0mg/Lの培地に継代した。

2 継代培養

2005年1月6日に初代培養にて得られた多芽体からシュートを5mm程度に切除して材料として用いた。

基本培地としてMS培地を用い、ショ糖濃度40g/LとNAAとBAをBA0.1mg/L, NAA0.1mg/L+BA1.0

mg/L, BA5.0mg/L, NAA0.01mg/L+BA5.0mg/L, NAA0.1mg/L+BA5.0mg/L, NAA0.5mg/L+BA5.0mg/L, NAA0.5mg/L+BA10.0mg/Lの7通りの組合せで加えてpH5.8に調整後、ジェランガム2.5g/Lを加えて加熱、溶解し培養容器に分注してから121℃、15minの条件で高温高圧滅菌を行って得られた固形培地を用いた。

培養容器は、150mm×25mmの大きさの試験管で、培地を20mL分注した。

培養条件は培地面付近の照度約5,000lx、14時間日長、設定温度25℃とした。

シュート数、発根の有無について肉眼観察により分類する方法で調査した。

試験結果

1 初代培養

第1表に5月15日置床分を示し、第2表に7月16日置床分を示した。

供試部位別の形態形成については第1表、第2表-1、第2表-2に示したとおり、花卉はカルス以外の形態形成は見られず、葉は5月15日置床で不定根の形成がNAA0.1mg/L+BA1.0mg/L, NAA0.5mg/L+BA5.0mg/Lの両区とも見られたが、7月16日置床では第2表-1に示すとおり、形態形成は見られず、コンタミが多かった。

腋芽は第1表に示したとおり、5月15日置床ではNAA0.1mg/L+BA5.0mg/L, NAA0.5mg/L+BA5.0mg/Lで、共に供試数2個の内1個が生存して後に多芽体となった。7月16日置床分については第2表-2に示したとおり、NAA0.1mg/L+BA5.0mg/Lでは供試数5個の内2個、NAA0.5mg/L+BA10.0mg/Lでは供試数4個の内1個で多芽体を得ることができた。

5月15日置床の腋芽を材料としてNAA0.5mg/L+BA5.0mg/Lで得られた多芽体を第1図に示した。

また、得られた多芽体をBA5.0mg/Lを添加したMS培地で2004年から数ヶ月に一度同じ培地で継代し続けた多芽体を第2図に示した。第1図の多芽体と外観上では殆ど差はなかった。

第1表 供試部位別の形態形成に及ぼす植物生長調節物質の影響 (2004年5月15日置床)

植物生長調節物質		供試部位 (供試数)	形 態				
NAA	BA(mg/L)		カルス	不定根	芽	生存・肥大	枯 死
0.1	1.0	葉 (18)	13	5	0	0	0
		腋芽 (2)	1	0	1	0	0
0.5	5.0	葉 (12)	11	1	0	0	0
		腋芽 (2)	0	1	1	0	0

注) 2004年8月2日調査、数値は個体数

第2表-1 供試部位別の形態形成に及ぼす植物生長調節物質の影響 (2004年7月16日置床)

植物生長調節物質		供試部位 (供試数)	形 態				
NAA	BA (mg/L)		カルス	芽	生存・肥大	枯 死	コンタミ
0.1	1.0	花弁(19)	15	0	0	4	0
		腋芽(6)	1	3	0	1	1
		葉 (25)	0	0	8	0	17
0.1	5.0	花弁(19)	4	0	0	15	0
		腋芽(6)	3	2	0	0	1
		葉 (25)	0	0	19	0	6
0.5	5.0	花弁(19)	13	0	0	6	0
		腋芽(6)	0	2	0	4	0
		葉 (25)	0	0	15	0	10
0.5	10.0	花弁(19)	8	0	0	11	0
		腋芽(6)	0	4	0	2	6
		葉 (25)	0	0	19	0	6

注) 2004年9月7日調査, 数値は個体数

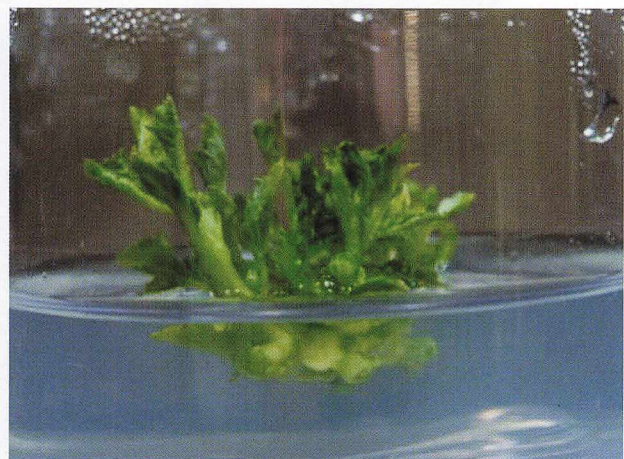
第2表-2 供試部位別の形態形成に及ぼす植物生長調節物質の影響 (2004年7月16日置床)

植物生長調節物質		供試部位 (供試数)	形 態				
NAA	BA (mg/L)		カルス	不定根	芽	多芽体	枯 死
0.1	1.0	花弁(4)	0	0	0	0	4
		腋芽(4)	0	0	1	0	3
0.1	5.0	花弁(5)	2	0	0	0	3
		腋芽(5)	2	0	1	2	0
0.5	5.0	花弁(10)	2	0	0	0	8
		腋芽(2)	0	0	0	0	2
0.5	10.0	花弁(4)	4	0	0	0	0
		腋芽(4)	1	1	1	1	0

注) 2004年12月1日調査, 数値は個体数



第1図 NAA0.5mg/L+BA5.0mg/Lの培地で得た多芽体 (2004年9月6日)



第2図 BA5.0mg/Lの培地で継代中の多芽体 (2006年9月8日)

2 継代培養

多芽体から得られたシュートを NAA と BA の組合せを変えた培地に置き、その後の形態形成について見た結果を第3表に示した。発根個体は NAA0.1mg/L+BA1.0mg/L で30個体中17個体、BA0.1mg/L で29個体中10個体であったが、他区では少なかった。しかし、肉眼での

観察では BA0.1mg/L を用いた場合に正常な植物体を得ることができたが、NAA0.1mg/L+BA1.0mg/L 区ではシュートが増えてシュートが短い状態で発根個体となり、正常な植物体ではなかった。

BA0.1mg/L の培地で得たシュートを使ってシュートが1本のままで発根した植物体を第3図に示した。

第3表 シュートの形態形成に及ぼす植物生長調節物質の影響

植物生長調節物質		生重 (g) (供試数)	形 態					
NAA	BA (mg/L)		-	±	+	++	+++	++++
0.0	0.1	0.45(29)	7	0	11	1	10	0
0.1	1.0	4.07(30)	1	1	5	6	7	10
0.0	5.0	5.27(30)	4	0	4	22	0	0
0.01	5.0	4.43(30)	0	0	3	26	0	1
0.1	5.0	4.81(30)	2	0	9	17	0	2
0.5	5.0	4.57(30)	4	1	7	14	3	1
0.5	10.0	2.51(30)	0	0	21	9	0	0

注) 2005年1月6日培養開始, 4月14日調査, 生重は平均値

- : 枯死, ± : 発根のみ, + : シュート5本未満・発根無, ++ : シュート5本以上・発根無, +++ : シュート5本未満・発根有, ++++ : シュート5本以上・発根有



第3図 BA0.1mg/L を添加した培地でシュートからの発根 (2005年4月14日)

考 察

今回のキレンゲショウマの初代培養では花卉、腋芽、葉を供試し、腋芽を用いた場合のみ多芽体となった。これまで筆者らはシオデを始め多くの植物で多芽体の形成、多芽体からの植物体再生を試みてきたが、植物生長調節物質のBA濃度は0.2~1.0mg/Lの濃度の範囲内で多芽体及び多芽球体の形成^{2,3,4,5,6,7,8)}が見られた。キレンゲショウマでは5.0~10.0mg/Lとこれまで扱った植物よりも高いBA濃度が必要であった。さらに葉切片を用いた場合でも5月15日置床した試験のようにNAA0.1mg/L+BA1.0mg/Lの培地でも18個のうち5個に不定根形成が見られ、13個はカルス化した。これらのことからキレンゲショウマは内生オーキシンが高く、不定芽形成にはこれまで実施した植物よりも多量のサイトカニンが必要であることが推察された。

また、多芽体のシュートを供試し継代培養を行ったところ、NAA0.1mg/L+BA1.0mg/Lの培地に比べてBA0.1mg/Lの培地で、正常な発根個体を得られたことから、発根には少量のサイトカニンが適していると考えられた。しかし、発根個体は29個体中の10個体と発根した割合は高くなかったため、より発根に適した培地を選定する必要があると考えられた。

以上のことから、キレンゲショウマは、材料として腋芽を用いてBA5.0mg/LにNAA0.1~0.5mg/Lを加えた培地で多芽体を形成させ、そのシュートを切除してBA0.1mg/Lの培地に移植して発根させることで組織培養により植物体を得ることが可能であると考えられた。初代培養の時期についてはコンタミの発生のなかった5月が適当と考えられた。

また、BA5.0mg/Lを加えたMS培地で2年間継代培養した場合においても第2図に示すとおり、第1図の多芽体と差は無く、多芽体の状態で維持することが可能と考えられた。

これらの方法を組み合わせて利用することで、組織培養によるキレンゲショウマの大量増殖技術を開発することができると考えられた。

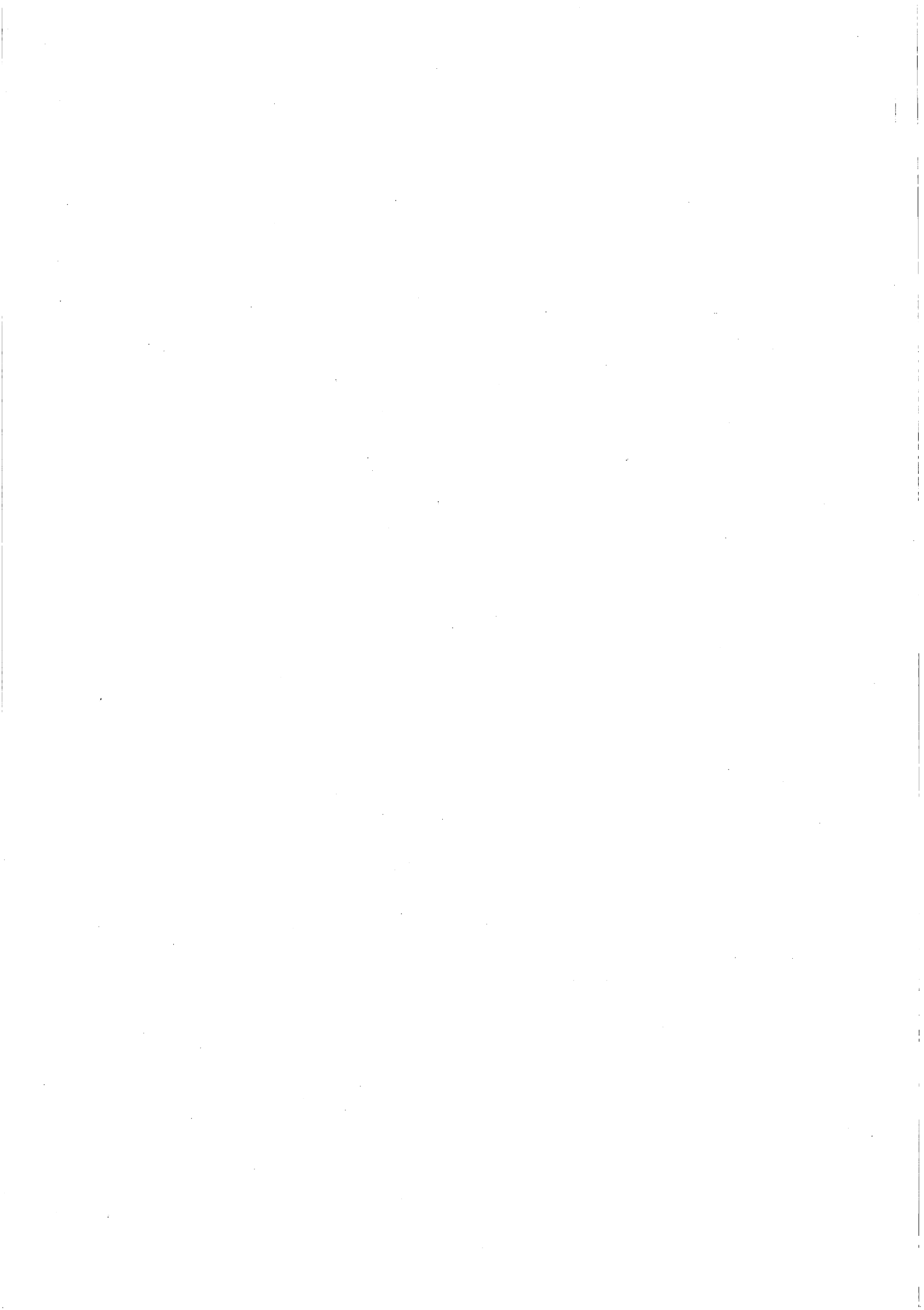
摘 要

希少植物で景観形成植物として利用可能と考えられるキレンゲショウマについて花卉、腋芽、葉を使って組織培養を用い、植物体を再生させる条件を選定した。

- 1 キレンゲショウマの腋芽組織から多芽体を形成させるためにはNAA0.1~0.5mg/L+BA5.0mg/Lを添加したMS培地が適当であった。
- 2 多芽体から得たシュートから発根させて植物体を得るためにはBA0.1mg/Lを添加したMS培地が適当であった。
- 3 多芽体を維持するためにはBA5.0mg/Lを添加したMS固形培地が適当であった。
- 4 これらの方法を組合せてキレンゲショウマの組織培養による植物体再生が可能となった。これらのことから、組織培養を用いて腋芽から多芽体を作成し、大量増殖法へ利用することが可能と考えられる。

引用文献

- 1) 古谷博(2005)：組織培養による山菜・観賞用野草の大量増殖と簡易育苗システムの開発—タラノキ、アシタバ、セリ、サクラソウを例にして—。広島農技セ研報(79)：1~95。
- 2) 井内美砂・後藤昭文・川村泰史(1999)：クサソテツの組織培養による大量増殖(第2報)多芽球体の誘導および植物体再生。徳島農試研報(35)：14~19。
- 3) 川村泰史・黒田秧(1990)：シオデの組織培養による大量増殖。第1報。組織培養による冬芽からの不定芽形成。徳島農試研報(27)：39~43。
- 4) 川村泰史(1992)：モミジガサの葉切片からの植物体再生。園学雑61(別1)：224~225。
- 5) 川村泰史・久島繁(1995)：組織培養の地域農業振興への適用—シオデ多芽体の誘導及び増殖と不定根形成における培養条件の検討—。筑波大農林研報(8)33~43。
- 6) 川村泰史・高木一文(2003)：ヤブカンゾウの組織培養による大量増殖。徳島農研報(1)：1~5。
- 7) 川村泰史・吉村健二(2005)：ノカンゾウ、アサツキおよびノビルの組織培養による大量増殖。徳島農研報(2)：1~11。
- 8) 黒田秧・川村泰史(1994)：連続多芽体培養によるシオデの大量増殖。四国農試研報(58)：69~83。
- 9) MURASHIGE, T and F.SKOOG(1962)：A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*, 15：473~497。
- 10) 徳島県(2001)：徳島県版レッドデータブック「徳島県の絶滅のおそれのある野生生物2001」。徳島県(徳島)：274。



{ 徳島農研報 No.4
7～16 2007 }

おがくず鶏糞堆肥連用時の土壌への影響と 水稲－ハウレンソウ体系での適正施用量

水口晶子・小川 仁*・梯 美仁**

Effect of successive application of poultry manure compost to soil
and proper amount in paddy rice and spinach.

Shoko MIZUGUCHI, Hitoshi OGAWA* and Yoshihito KAKEHASHI**

要

約

水口晶子・小川 仁・梯 美仁(2007)：おがくず鶏糞堆肥連用時の土壌への影響と水稲－ハウレンソウ体系での適正施用量．徳島農研報, (4)：7～16.

県内で多く生産されているおがくず鶏糞堆肥の連用が土壌の化学性の変化や作物の生育・収量に及ぼす影響を調査し，堆肥および化学肥料の適正施用量を検討した。

おがくず鶏糞堆肥の窒素無機化率は最大で約5%であった。

水稲，ハウレンソウの生育，収量は堆肥の年間施用量の増加にともない高くなった。

堆肥の連用により土壌中の全炭素，可給態リン酸，交換性加里の蓄積がみられ，蓄積を回避できる年間施用量は0.5t/10aであった。0.5tを連用する場合，水稲作では施肥基準量から37%，ハウレンソウ作では31%の減肥が可能であった。

キーワード：水稲，ハウレンソウ，おがくず鶏糞堆肥，適正施用量

はじめに

有機物施用による土壌の化学性や物理性改善の報告は多く^{9,14)}，本県においても有機物利用による土づくりの推進を図ってきた。

県内のプロイラーの出荷量は全国で上位であり，飼養羽数約440万羽(2003年現在)⁷⁾の約半数が県西部の産地で飼養されている。この他の畜種も含めた本県の家畜排泄窒素の農地に対する負荷量(農林水産省畜産企画課，2004年時点推計値)は150～200kgN/haに分類されており，耕地面積に比べ排泄物の発生量が多く，家畜ふんの適正なりサイクルの促進は重要な課題となっている。

土づくりに用いられている有機質資材の中でも，鶏糞堆肥は窒素や加里の含有量が高く，多量施用により地下水汚染や土壌への重金属等の蓄積等環境に悪影響を与え

ることが懸念される^{1,2,4)}。

そこで本県で生産されているおがくず鶏糞堆肥(以下堆肥)について環境への負荷を考慮した適正施用基準の策定を目的として，水稲－ハウレンソウ体系の輪換田利用における堆肥の連用施用が土壌の化学性の変化や作物の生育・収量に及ぼす影響を調査した。

試験方法

1 堆肥の窒素無機化率調査

培養ビンに風乾土40gおよび風乾後微粉碎した堆肥0.5g(含水率9.5%)を入れ混合し，常法に従い畑状態，湛水状態において各々10，20，30℃で56日後まで保温培養を行った。3日後，7日後および7日後以降は7日ごとに無機態窒素量を水蒸気蒸留法により定量した。

2 堆肥の連用が水稻、ハウレンソウの生育・収量および土壌に及ぼす影響

栽培試験は1998年から2002年にかけて、農業研究所内のほ場で行った。試験区の構成は第1表、耕種概要は第2表のとおりである。2002年には慣行区として標準化成肥料区（以下標準化成区）を設け、ハウレンソウ作に化成肥料で窒素24.2kg, リン酸20.8kg, 加里20kg/10a, 水稻作に窒素9kg, リン酸6kg, 加里9kg/10aを施用した。水稻栽培後の稲わらは全量すき込んだ。

さらに2002年ハウレンソウ作については各堆肥施用区に基肥として化成肥料（窒素16%, リン酸16%, 加里16%）を窒素成分で標準化成区の約半量の12kg/10a施用する区を設けた。

供試したおがくず鶏糞堆肥の化学分析値は第3表のとおりである。

水稻では移植約40日後の最高分けつ期および収穫前に各区20株について生育調査を行った。収量は各区50株を刈り取り調査した。ハウレンソウでは各区1.5㎡について収量調査を行った。葉色の測定には葉緑素計（ミノルタ製 SPAD-502）を用いた。また、病害虫発生時にそ

の発生程度を調査した。

土壌及び作物体の分析は土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法⁶⁾に準じて以下のように行った。

土壌は5~20cmの深さで採取し、無機態窒素は水蒸気蒸留法により測定した。その他の項目は風乾後2mmのふるいを通し、全窒素、全炭素は乾式燃焼法、可給態リン酸はトルオーグ法、交換性塩基は原子吸光度法、可給態窒素は培養法、亜鉛は0.1%塩酸抽出および硝酸・過塩素酸分解後、原子吸光度法で各々測定した。土壌の三相分布は100mL採土管で土壌を採取し、土壌三相計（大起理化製 DIK-1121）を用いて測定した。

3 減肥可能量の算出

水稻、ハウレンソウの2002年作における標準化成区と各堆肥施用区を用いて、堆肥連用条件下での減肥可能量を算出した。すなわち標準化成区と各堆肥施用区収量差Aを求め、これに標準化成区で単位成分当たり得られるであろう収量Bを乗じ、標準化成区と同等の収量を得るのに必要となる各成分施用量Cを算出した。標準化成区の各成分量とCの差を減肥可能量とした。

$$A = (\text{標準化成区収量} - \text{無施用区収量}) - (\text{各堆肥区収量} - \text{無施用区収量})$$

$$B = \text{標準化成区各成分量} / (\text{標準化成区収量} - \text{無施用区収量})$$

$$C = A \times B$$

$$\text{減肥可能量} = \text{標準化成区各成分量} - C$$

(単位:kg/10a)

第1表 試験区の構成

試験区	おがくず鶏糞堆肥施用量 (kg/10a)		
	水稻作付時	ハウレンソウ作付時	年間投入量
無施用	0	0	0
0.5-0t	500	0	500
0-0.5t	0	500	500
0.5-0.5t	500	500	1000
0-1t	0	1000	1000
0.5-1t	500	1000	1500
0-2t	0	2000	2000
0.5-2t	500	2000	2500

注) 試験区面積: 1区45㎡
土壌条件: 細粒灰色低地土

第2表 耕種概要

	水稻				ハウレンソウ			
	堆肥施用日	移植日	収穫日	品種	堆肥施用日	播種日	収穫日	品種
1998					11/4	11/4	2/23	リード
1999	5/17	5/20	9/3	キヌヒカリ	10/29	11/5	3/6	リード
2000	5/7	5/19	9/1	キヌヒカリ	10/16	10/17	12/6	リード
2001	5/15	5/18	8/24	キヌヒカリ	10/15	10/15	12/25	フィーリング125
2002	5/14	5/20	9/2	キヌヒカリ	10/10	10/11	12/16	サンビア

注) 水稻は条間33cm, 株間17cm, ハウレンソウは畝幅150cm, 株間10cm, 4条まきとした。

第3表 おが屑鶏糞堆肥の分析値

水分	窒素	炭素	CN比	リン酸	加里	石灰
26%	3.2%	23.5%	7.4	3.0%	2.8%	3.5%

注) 1998年分析値

試験結果

1 供試堆肥の窒素無機化率

無機態窒素量の経時変化を第1図に示した。畑状態では培養温度20℃および30℃で培養開始から1週間まではアンモニア態窒素が存在していたが、2週間後にはほとんど存在しなくなった。硝酸態窒素はアンモニア態窒素の減少とともに増加した。培養温度10℃では緩やかではあるが4週間経過後、硝酸化成が始まった。

湛水状態では培養温度10℃で3日後にアンモニア態窒素の増加が認められ、その後減少した。培養温度20℃、30℃ではアンモニア態窒素は日数が経過するにつれて減少し、温度が高くなるほどその減少程度が大きかった。

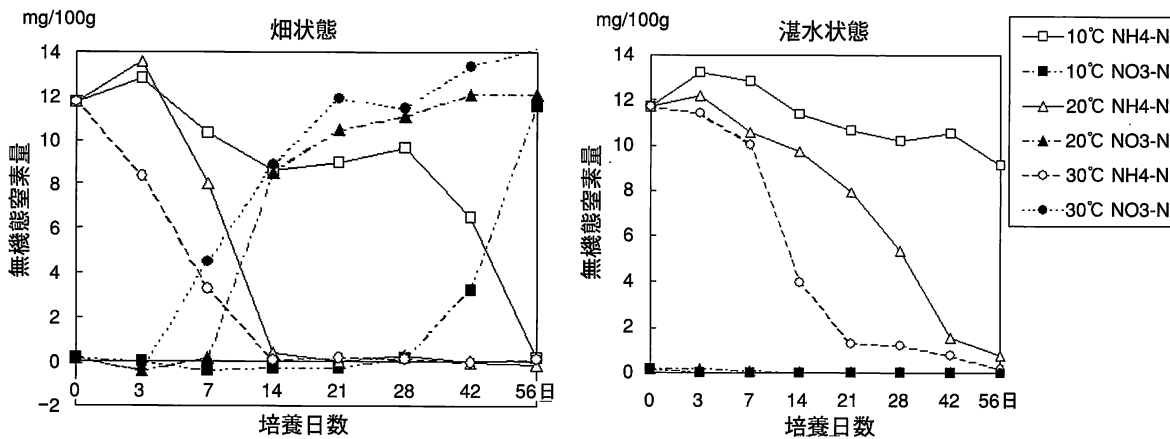
窒素無機化率の経時変化を第2図に示した。畑状態ではいずれの温度でも無機化率が約-8%まで減少し、その後増加した。減少のピークは10℃では2~3週間後、20℃、30℃では1週間後であった。特に培養温度30℃

では6週間後に無機化率がプラスに転じた。

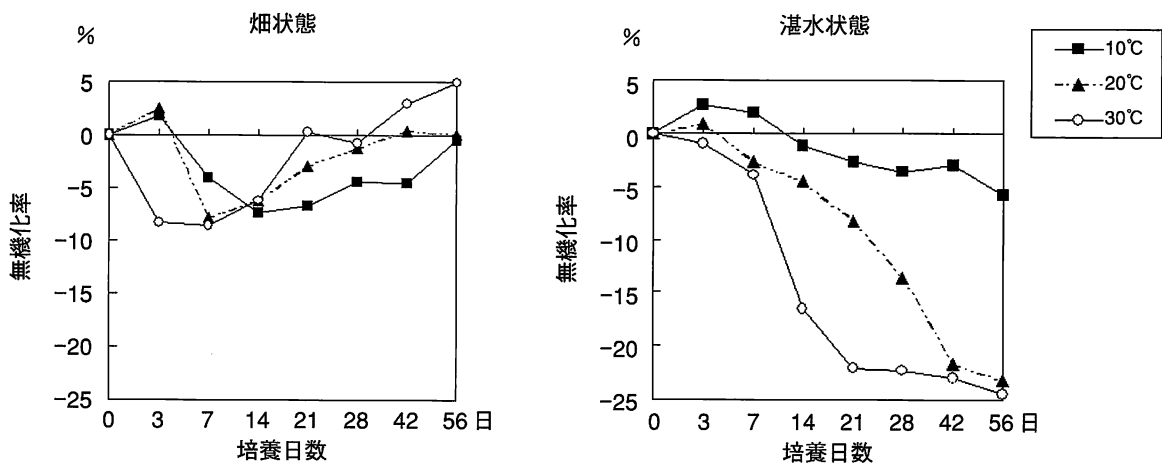
湛水状態における10℃の培養では3日後の無機化率が3%程度であったが、その後減少しマイナスとなった。20、30℃では無機化率は日数が経過するにつれて減少し、56日後には-20~-25%となった。

2 堆肥の連用が水稲、ハウレンソウの生育・収量および土壌に及ぼす影響

水稲の生育調査結果を第4表に、収量、品質調査結果を第5表に示した。水稲の生育は最高分けつ期の草丈、葉色および収穫期の稈長、穂数ともに水稲栽培時に堆肥を施用した処理区が無施用の処理区を上回った。収量も同様の傾向がみられ、前作のハウレンソウ栽培時の堆肥施用量が多いほど高い傾向があった。標準化成区を設けた2002年は年間堆肥施用量が2.5tと最も多い0.5-2t区の精玄米重が標準化成区を上回った。成熟期(2000年調査)は無施用区で最も早く、0.5-2t区で無施用区より4日程度遅くなった。各区とも倒伏はしなかったが、葉



第1図 おがくず鶏ふん堆肥土壌混和培養時の無機態窒素量の経時変化



第2図 培養温度とおがくず鶏ふん堆肥の無機化率の経時変化

第4表 水稻生育調査結果 (2002)

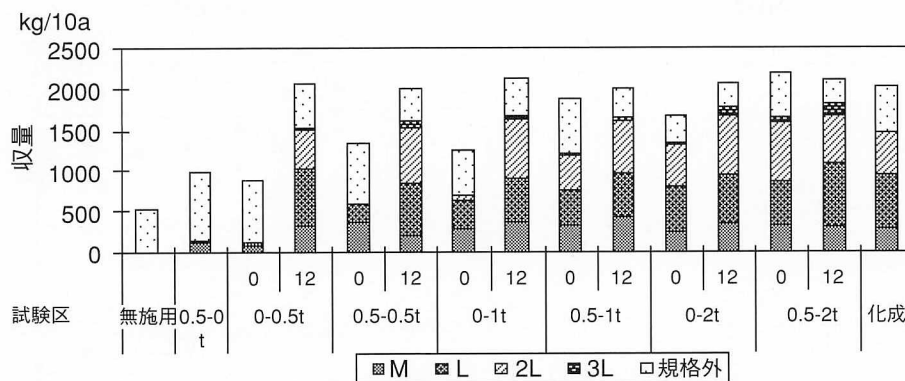
試験区	最高分げつ期生育調査 (7/2)			収穫期調査 (8/28)		
	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	葉色	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)
無施用	51.6	14.8	33.5	82.1	16.3	14.2
0.5-0t	54.4	17.6	35.9	85.6	16.6	16.1
0-0.5t	52.7	14.4	35.4	83.8	16.6	16.6
0.5-0.5t	56.7	20.0	37.4	88.5	16.7	17.4
0-1t	55.8	21.3	33.8	85.0	17.1	17.3
0.5-1t	58.0	20.9	38.8	88.6	16.2	18.1
0-2t	54.5	22.8	35.1	87.7	16.2	17.3
0.5-2t	58.3	24.7	38.7	90.4	16.8	21.4
標準化成	62.1	26.8	35.8	94.5	17.7	20.3

第5表 水稻の収量、品質調査結果

試験区	精玄米重 (kg/10a)				成熟期	玄米中窒素 (%)		葉いもち発生株率 (%)	
	1999	2000	2001	2002		2001	2002	2001	2002
無施用	364	494	344	285	8/30	1.00	1.13	0	0
0.5-0t	537	565	499	360	8/30	1.04	1.13	0	0
0-0.5t	399	511	356	320	9/1	1.02	1.10	0	0
0.5-0.5t	527	651	537	428	9/1	1.07	1.08	4	0
0-1t	418	553	392	386	9/1	1.04	1.13	0	4
0.5-1t	540	629	540	446	9/1	1.09	1.16	24	0
0-2t	466	559	489	423	9/1	1.08	1.11	4	0
0.5-2t	566	630	587	494	9/3	1.15	1.16	32	20
標準化成	-	-	-	474	-	-	1.08	-	0

第6表 ホウレンソウの収量、品質調査結果 (2002)

試験区	平均葉重 (g)	収量 (kg/10a)	指数 (対化成区)	作物体中 T-N (%)	窒素吸収量 (kg/10a)	葉色	硝酸 (ppm・FW)	水溶性シュウ酸 (mg/100gFW)
無施用	5.6	530	26	2.66	1.7	43	52	648
0.5-0t	9.1	983	49	3.20	3.6	48	46	824
0-0.5t	11.0	895	44	3.09	3.4	49	64	953
0.5-0.5t	11.3	1326	65	3.34	5.0	50	85	840
0-1t	14.8	1243	61	3.79	5.2	52	220	1040
0.5-1t	17.7	1876	93	4.56	8.9	52	2051	1295
0-2t	26.0	1681	83	4.87	8.1	53	2821	1383
0.5-2t	21.2	2191	108	4.57	9.9	52	1991	1253
標準化成	16.6	2025		4.78	9.9	54	1943	1095



第3図 ホウレンソウの規格別収量 (2002)

注) 上段数字は化成肥料による窒素の追加量。12は窒素肥量として12kg/10aを施用。
規格3L (長さ34m~40cm), 2L (28cm~34cm), L (23cm~28cm), M (20cm~23cm)

いもちの発生株率は0.5-2t区で高くなった。玄米中の窒素含量は堆肥施用量の多い区で高くなる傾向が認められた。

連用5作目となる2002年のハウレンソウの収量、品質を第6表に、化成肥料の追加施用時の収量を第3図に示した。収量はハウレンソウ栽培時に施用する堆肥量が多いほど高くなり、また前作の水稲栽培時の堆肥施用により高くなった。0.5-2t区では標準化成区と同等の収量が得られた。病害、生育障害の発生はみられなかった。

化成肥料による窒素の追加量の影響については窒素成分を12kg/10a上乗せした結果、0-0.5t区~0.5-2t区の標準化成区と同等の収量が得られた。

堆肥の連用が土壌に及ぼす影響の調査として、試験期間中の土壌中無機態窒素の推移を第4図に示した。水稲栽培時の無機態窒素量は堆肥施用直後から増加し、約2週間後に最大となり、その後減少した。発生量は水稲栽培時0.5t施用系列で2~4mg/100g程度であった。

ハウレンソウ栽培時の土壌中の無機態窒素量は堆肥施用直後から増加し、約1カ月後に最大となって、その後減少した。発生量は堆肥施用量が最も多い0.5-2t区で一作目(1998年)で約12mg/100g、二作目以降(1999~2001年)では約6mg/100gであった。ハウレンソウ栽培終了後の冬期にはほとんど無機態窒素の発生はみられなかったが、気温の上昇とともに3月下旬から徐々に無機態窒素量が増加した。

堆肥連用前後(作付前および2002年水稲収穫後)における土壌の化学性を第7表に示した。作付前土壌と連用後の土壌を比較すると、堆肥の年間施用量が1.5t以上の処理区で土壌中の全炭素、全窒素、可給態窒素、苦土、加里、可給態リン酸の増加が認められた。石灰は年間施用量が2t以上の処理区でもほとんど増加していなかつ

た。可給態ケイ酸はすべての処理区で減少した。亜鉛は全亜鉛、0.1N塩酸浸出亜鉛とも堆肥施用量の増加にともない増加が認められ、年間施用量1t処理区的全亜鉛は3~9mg/kg増加、2t施用で14mg/kg増加した。

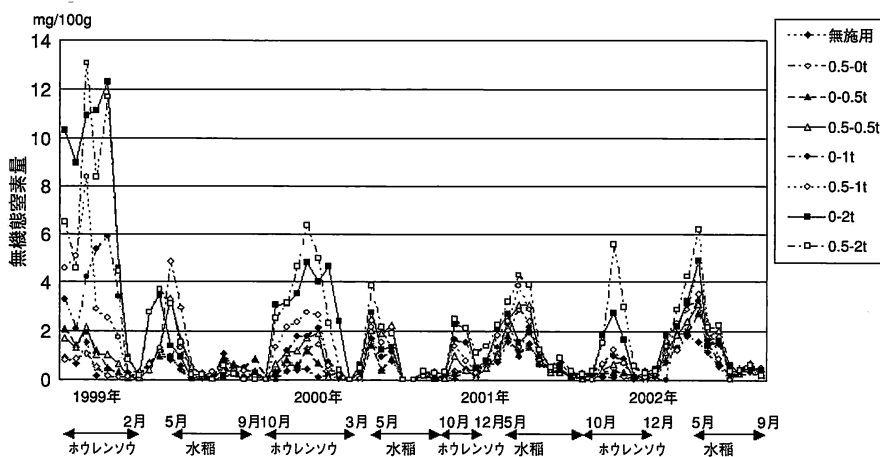
増加がみられた成分のうち全窒素、交換性加里について作付前土壌からの増減の経時変化を第5図、第6図に示した。全窒素は堆肥の年間施用量が2t以上の区において経時的に増加し、4年間で約0.1%増加した。交換性加里は0.5-2t区で2000年後半から急激に増加した。0.5-1t区、0-2t区でも増加が認められたが増加量はやや小さかった。

堆肥年間施用量と土壌中の全炭素、全窒素、可給態リン酸、交換性加里の増加量の関係を第7図、第8図に示した。土壌中の成分の増減量が0となる堆肥の年間施用量は全窒素で0.6t/10a、全炭素で0.8t/10a、可給態リン酸0.8t/10a、交換性加里0.6t/10aであった。

堆肥連用後の土壌の三相分布を第8表に示した。堆肥連用による土壌物理性の改善効果は判然としなかった。

3 減肥可能量の算出

試験方法3の式により堆肥連用時における化成肥料の減肥可能量を算出した結果を第9図、第10図に示した。なお、普通期水稲の県の施肥基準¹³⁾は10a当たり窒素9kg(基肥6kg,追肥3kg)、リン酸6kg,加里9kg(基肥6kg,追肥3kg)、ハウレンソウの施肥基準は窒素25kg(基肥15kg,追肥10kg)、リン酸17kg,加里25kg(基肥15kg,追肥10kg)である。減肥可能量を試算した結果、年間の堆肥施用量が0.5t/10aの場合、水稲作においては窒素、加里が3.3kg、リン酸が2.2kg(施肥基準量の37.2%)、ハウレンソウ作では窒素7.4kg、リン酸6.3kg,加里6.1kg(施肥基準量の30.5%)となった。



第4図 堆肥を連用した土壌中の土壌中無機態窒素量の年次別推移
注) 矢印は作付期間

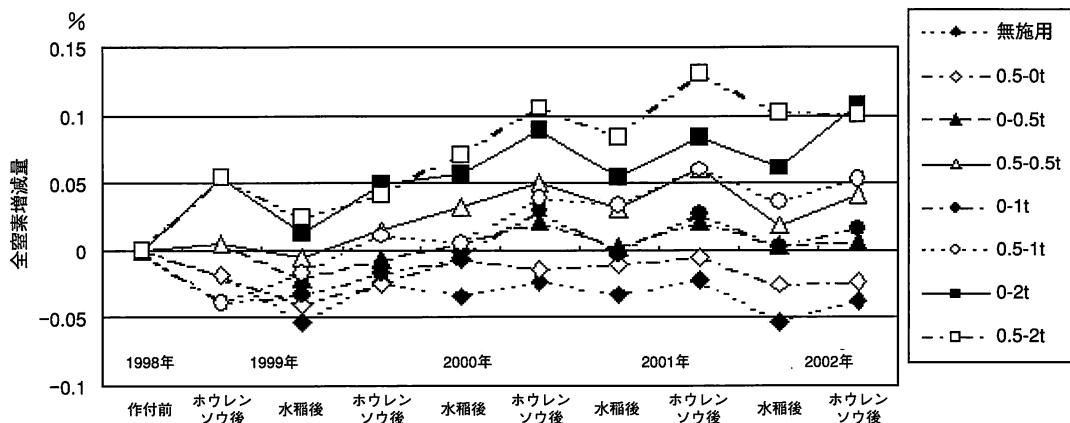
第7表 堆肥連用前後の土壌の化学性

試験区	年間施用量 (t/10a)	延べ施用量 (t/10a)	T-C		T-N		可給態窒素 (畑)		可給態窒素 (湛水)	
			作付前 (%)	2002 (%)	作付前 (%)	2002 (%)	作付前 (mg/100g)	2002 (mg/100g)	作付前 (mg/100g)	2002 (mg/100g)
無施用	0	0	2.16	1.64	0.24	0.19	10.1	5.8	7.3	2.6
0.5-0t	0.5	2	2.16	1.87	0.24	0.21	10.1	7.4	7.3	5.7
0-0.5t	0.5	2.5	1.83	1.78	0.20	0.21	7.9	7.1	6.4	5.5
0.5-0.5t	1	4.5	1.83	1.87	0.20	0.22	7.9	8.1	6.4	7.4
0-1t	1	5	1.85	1.72	0.20	0.20	3.8	7.0	5.8	5.0
0.5-1t	1.5	7	1.85	1.96	0.20	0.24	3.8	8.6	5.8	8.8
0-2t	2	10	1.45	1.71	0.16	0.22	4.6	8.6	4.3	7.9
0.5-2t	2.5	12	1.45	1.96	0.16	0.26	4.6	10.2	4.3	9.9

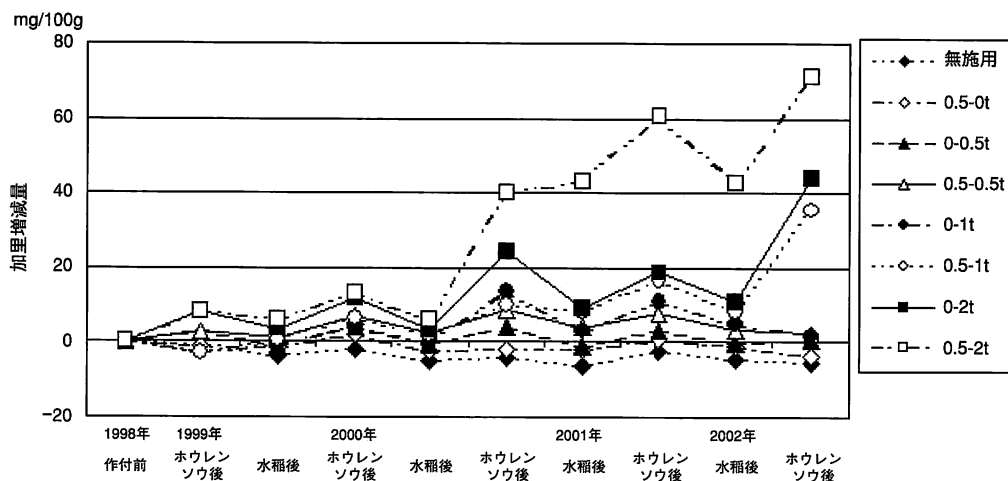
試験区	pH		EC (dS/m)		CEC (cmol/kg)		交換性 CaO (mg/100g)		交換性 MgO (mg/100g)		交換性 K ₂ O (mg/100g)	
	作付前	2002	作付前	2002	作付前	2002	作付前	2002	作付前	2002	作付前	2002
無施用	7.6	7.2	0.07	0.07	15.4	14.7	259	248	48	55	14	9
0.5-0t	7.6	6.9	0.07	0.09	15.4	12.9	259	250	48	56	14	13
0-0.5t	7.7	6.9	0.05	0.10	14.2	14.6	243	244	47	57	11	10
0.5-0.5t	7.7	7.0	0.05	0.10	14.2	14.8	243	258	47	60	11	14
0-1t	7.3	6.9	0.05	0.09	14.1	14.6	231	236	45	56	11	15
0.5-1t	7.3	7.0	0.05	0.11	14.1	14.9	231	251	45	59	11	19
0-2t	6.9	6.9	0.04	0.09	13.4	14.6	212	230	42	54	9	20
0.5-2t	6.9	6.9	0.04	0.11	13.4	15.1	212	234	42	54	9	52

試験区	可給態リン酸 (mg/100g)		可給態ケイ酸 (mg/100g)		遊離酸化鉄 (%)		全 Zn (mg/kg)		Zn (0.1M HCl) (mg/kg)	
	作付前	2002	作付前	2002	作付前	2002	作付前	2002	作付前	2002
無施用	69	34	20.9	13.3	1.80	1.77	111	109	9.2	9.6
0.5-0t	69	42	20.9	11.7	1.80	1.80	111	116	9.2	12.1
0-0.5t	52	39	19.9	13.7	1.84	1.82	106	109	8.3	9.9
0.5-0.5t	52	43	19.9	11.4	1.84	1.78	106	115	8.3	11.8
0-1t	44	38	19.9	11.4	1.82	1.81	106	109	7.6	10.3
0.5-1t	44	56	19.9	10.6	1.82	1.79	106	111	7.6	12.3
0-2t	27	49	18.4	12.2	1.94	1.83	103	117	7.9	13.1
0.5-2t	27	65	18.4	10.3	1.94	1.84	103	118	7.9	15.1

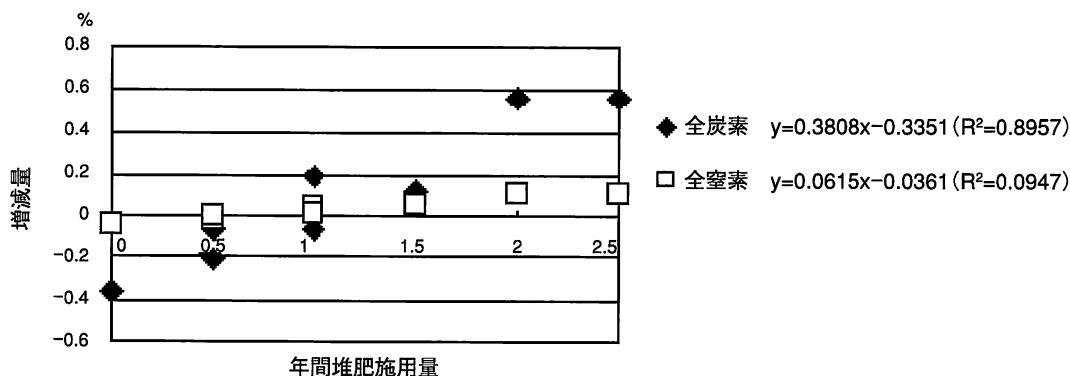
注) 土壌採取日: 作付前1998年11月1日, 2002年9月6日 (水稲収穫後)



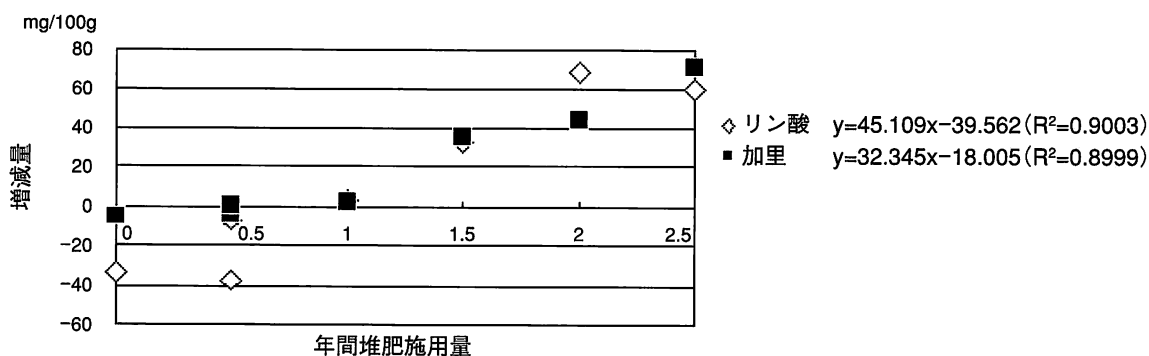
第5図 堆肥を連用した土壌における全窒素含量増減の年次別推移



第6図 堆肥の連用による土壌中の交換性加里の増減量



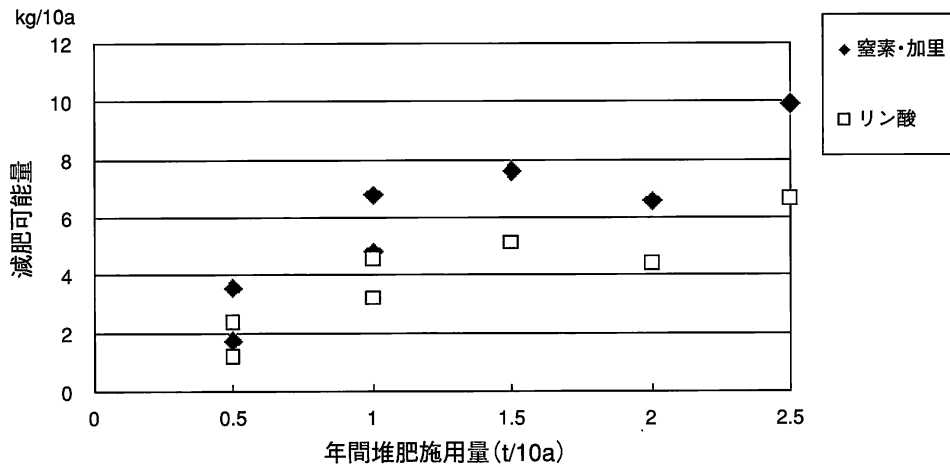
第7図 堆肥施用量と土壌中全炭素、全窒素含量の増減量



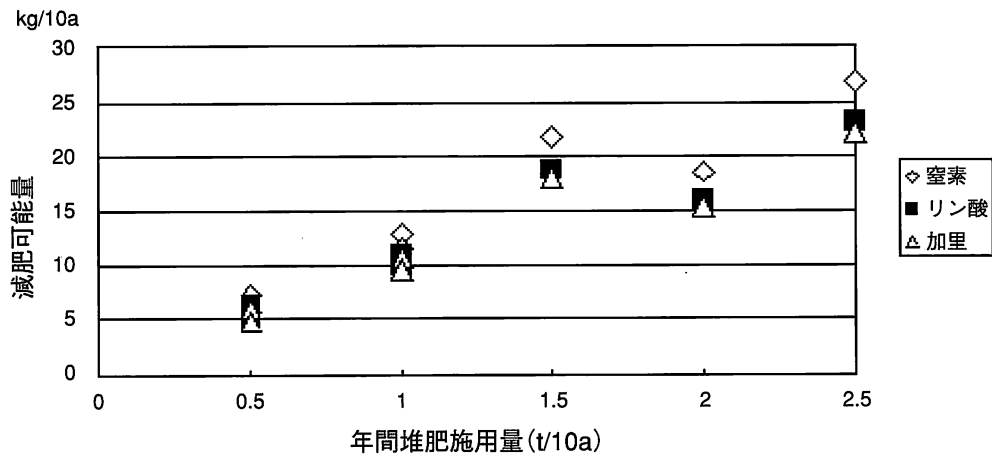
第8図 堆肥施用量と可給態リン酸、交換性加里の増減量

第8表 堆肥連用後の土壌の物理性 (2002)

試験区	仮比重	三相分布 (%)			孔隙率 (%)	真比重
		固相	液相	気相		
無施用	0.91	35.0	44.8	20.2	65.0	2.60
0.5-0t	0.89	33.8	42.5	23.7	66.2	2.63
0-0.5t	0.89	33.6	44.6	21.7	66.4	2.64
0.5-0.5t	0.89	33.7	41.0	25.3	66.3	2.64
0-1t	0.90	35.8	46.1	18.1	64.2	2.52
0.5-1t	0.89	34.8	43.8	21.4	65.2	2.56
0-2t	0.89	35.0	45.8	19.1	65.0	2.54
0.5-2t	0.88	34.6	44.0	21.4	65.4	2.55



第9図 水稲作における年間堆肥施用量と化成肥料減肥可能量
 窒素・加里 $y=3.186x+1.7546$ ($R^2=0.7776$)
 リン酸 $y=2.124x+1.1697$ ($R^2=0.7776$)



第10図 ホウレンソウ作における年間堆肥施用量と化成肥料減肥可能量
 窒素 $y=9.6967x+2.5257$ ($R^2=0.8992$)
 リン酸 $y=8.3344x+2.1709$ ($R^2=0.8992$)
 加里 $y=8.0138x+2.0874$ ($R^2=0.8992$)

考 察

1 供試堆肥の窒素無機化率

畑状態では培養開始時からアンモニアの揮散がみられ、その後培養温度20℃および30℃においては速やかな硝化がみられた。10℃では4週間後に硝酸化成が始まり、硝酸化成率が100となるのに8週間を要した。このことから栽培時に地温が10℃を下回る時期には硝酸化成が期待できないため、肥料による窒素成分の施用が必要と考えられた。湛水下では無機態窒素の発生量は経時的に減少し、培養温度が高いほど減少の程度は大きかった。無機化率は30℃、4週間で-20%を下回った。湛水下では温度が高いほど早く有機化、脱窒が進行したと推察される。本試験での無機化率は最大で約5%（8週間、30℃、畑培養）であり上川農試で調べられた発酵鶏糞の無機化率

（2週間30℃湛水培養）が平均で30.2%であるのと異なる傾向を示した。これは徳橋¹²⁾が述べているように副資材として用いられているおがくずの影響があると考えられた。

2 堆肥の連用が水稲、ホウレンソウの生育・収量および土壌に及ぼす影響

水稲の生育、収量は前作のホウレンソウ栽培時の堆肥施用量が多いほど高い傾向があり、前作に施用した堆肥の水稲栽培時への影響が認められた。ホウレンソウについても前作の水稲栽培時の堆肥施用により収量が増加した。土壌中の全窒素含量の増減の推移をみると、夏作時より秋作時で増加の傾きが大きく、地力窒素を利用する割合の高い水稲では前年度作で有機化された窒素が水稲の生育に利用されているものと考えられた。

土壌への影響については、上沢¹⁴⁾は堆肥の連用による土壌の変化の一般的傾向として全炭素、全窒素、CEC、可給態リン酸、交換性苦土、交換性加里が増加すると述べている。本試験においても堆肥の施用量が多い処理区では同様の結果となった。本試験では可給態リン酸の増加による収量・品質への影響はみられなかったが、リン酸の集積が収量の低下を招くという報告⁸⁾やリン酸集積により土壌からのリン酸溶出量が増加するという報告¹⁵⁾もあり、過剰な堆肥連用栽培においては肥料成分のアンバランス、環境への負荷が懸念される。

本試験における堆肥の連用では土壌中の石灰含量の増加がほとんどみられなかった。鶏ふん堆肥中の石灰含量は飼料に含まれるカルシウム量の影響を受けやすく、採卵鶏糞堆肥に比べてプロイラー堆肥ではかなり低い¹¹⁾。供試堆肥はプロイラー鶏糞由来であるため石灰含量は3.5%と比較的低く、土壌への負荷量が小さかったと考えられた。

亜鉛は作物にとって必須元素であるが、農地の管理基準³⁾(全亜鉛120mg/kg)が定められている。豚糞や鶏糞を原料とする堆肥には亜鉛が比較的多く含まれているため、堆肥施用による土壌への蓄積が報告されている²⁾。供試堆肥も年間2t(延べ施用量10t)の施用で土壌中の全亜鉛量が14mg/kg増加した。武田¹⁰⁾によると土壌(沖積土、褐色森林土)中の平均的な亜鉛賦存量は96mg/100kgである。供試堆肥の連用により亜鉛量がこのまま直線的に増加すると仮定すれば、延べ施用量20tで管理基準値を超過すると考えられた。

3 減肥可能量の算出

堆肥利用を進める上で、連用条件下での生産物や環境への影響を考慮した施肥基準値を生産現場に示すことが必要となる。そこで堆肥利用時の施肥量を調節するため減肥可能量を検討した。4年間堆肥連用条件下において、ハウレンソウ栽培で堆肥0.5t施用では31%、1t施用で51%、2t施用で約91%の減肥が可能と試算できた。一方、堆肥に窒素成分で12kg/10a(48%)の化成肥料を上乗せした栽培試験において、ハウレンソウ栽培時の堆肥施用量が0.5t以上の区で標準化成肥料区と同等の収量が得られた。0.5t施用区では実証試験の減肥率より試算値の方が低いが、1t区では試算値と実証の減肥量がほぼ一致した。化成肥料を併用施用下において、堆肥の量が少ない区ほど上乗せ効果が大きかったことについて、松本ら⁵⁾は畜ふん資材と化成肥料を併用した場合、資材単独施用に比べ窒素吸収量、窒素利用率が高まったと述べており、本試験でも利用率が高まったのではない

かと推察できた。

堆肥の有効利用は望まれているものの、単一の有機物の連用は成分の蓄積や環境負荷等の問題がある。作物の生育に影響なく成分の蓄積が回避できる供試堆肥の水稻-野菜体系での施用量として年間0.5t/10aが適当であると考えられた。季節または作物での違いを考慮して施肥量を調節する必要があると考えられた。

摘 要

- 1) 供試堆肥の窒素無機化率は56日後、30℃では畑状態で5%、湛水状態で-25%であった。
- 2) 堆肥のみを連用して栽培した結果、水稻、ハウレンソウの生育、収量は堆肥の年間施用量の増加にともない高くなった。
- 3) 作付前土壌と堆肥連用後土壌の化学性を比較した結果、堆肥の増加にともない、土壌中の全炭素、全窒素、可給態窒素、交換性苦土、交換性加里、可給態リン酸、全亜鉛の含量が増加した。
- 4) 水稻-ハウレンソウ(野菜)体系での堆肥連用時における施用量は年間0.5t/10aが適当であり、この場合施肥基準量から、水稻では37%、年内採りハウレンソウ作では31%程度の減肥が可能である。

引用文献

- 1) 原田靖生・木村武(2004):家畜ふん堆肥の施用技術 家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル. 農林水産技術会議事務局 農業・生物系特定産業技術研究機構:61~76.
- 2) 堀兼明・福永亜矢子・尾島一史・須賀有子・浦嶋泰文・田中和夫, 池田順一(2005):家畜ふん堆肥を連用した野菜栽培農家圃場および試験圃場における亜鉛の蓄積実態, 近中四農研報, 4:109~128.
- 3) 環境庁水質保全局長(1984):農用地における土壌中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準(通達)
- 4) 朴光来・山本洋司・日高伸・加藤茂・熊澤喜久雄(1995):埼玉県における露地野菜畑土壌からの浸透水中のNO₃-N濃度とδ¹⁵N値. 土肥誌, 66(2):146~154.
- 5) 松本英一・鹿島美咲・折本美緒(2001):3種の畜ふん資材の窒素肥効率. 平成13年度 関東東海北陸農業研究成果情報, III:186~187.
- 6) 財農産業振興奨励会(1993):土壌, 水質及び作物体分析法:1~181.

- 7) 農林水産省中国四国農政局徳島統計情報センター (2004) : 徳島農林水産統計年報. 47~52.
- 8) 猿田正暎・岩田正久・高橋哲夫(1983) : 野菜畑土壌における有効リン診断基準の設定. 群馬園芸試報, 11 : 19~29.
- 9) 宋林正・田中康隆(1992) : 水田輪換畑野菜作における有機物施用技術 (第3報) 土壌およびホウレンソウ収量の変化から見た各種有機物連用時の適正施用量. 奈良農試研報, 23 : 43~49.
- 10) Takeda, A., Kimura, K. and Yamasaki, S. (2004) : Analysis of 57 elements in Japanese soils, with special reference to soil group and agricultural use. *Geoderma*, 119 : 291~307.
- 11) (財)畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所(2004) : 年報 第8号. 43~51.
- 12) 徳橋伸(1978) : オガクズ入り家畜ふん堆肥窒素の肥効に関する研究, 高知農林報告, 10 : 5~16.
- 13) 徳島県(1995)主要農作物施肥基準. 第8回改訂
- 14) 上沢正志(1991) : 化学肥料・有機物の連用が土壌・作物収量に与える影響の全国解析. 農業技術, 46(9) : 393~397.
- 15) 山本光宣・松本昌直・福島務(2002) : 裏作レタス導入水田における施肥リン酸の形態と削減静岡農試研報, 47 : 35~40.

〔 徳島農研報 No.4 〕
〔 17～21 2007 〕

徳島県におけるデジタル土壤図を利用した 土壤調査データの表示

水口晶子・黒田康文

Indication with a digital soil map of soil survey data in Tokushima prefecture

Shoko MIZUGUCHI and Yasufumi KURODA

要 約

水口晶子・黒田康文(2007)：徳島県におけるデジタル土壤図を利用した土壤調査データの表示。徳島農研報(4)：17～21。

徳島県農耕地のデジタル土壤図に土壤情報を組み込み、地理情報システム(GIS)を用いて土壤情報の表示や属性データ毎の色分け表示を可能にした。

県内農耕地の土壤有機物分解能を評価し、分解能マップを作成した。

キーワード：土壤図、土壤情報、GIS、有機物分解能

はじめに

全国的に実施された地力保全基本調査(1959～1978年)に基づいて縮尺5万分の1土壤図が作成され、農耕地の基礎情報資料として施肥改善などに活用されてきた。1982～1989年には(財)日本土壤協会により地力保全基本調査データのデジタル化が行われ、土壤情報データベースが整備されている。これらのデータを利用して三重県⁹⁾、千葉県¹⁾では独自のシステムの開発によってデータの閲覧や各種の解析が可能となっている。

一方、全国的に行われている土壤環境基礎調査(1979～1998年)および土壤機能実態モニタリング調査(1999年～)(以下、定点調査)により、徳島県においても県内農耕地土壤の理化学性の実態や変化を明らかにしてきた²⁾。しかし、蓄積されたデータを生産現場において有効に利活用できていない現状がある。

そこで本県でも地理情報システム(GIS)を利用して、これらのデータを積極的に現場の土壤管理に活用することを目的に、土壤保全事業で得られた定点調査のデータを格納したデジタル土壤図の作成および環境保全機能の

ひとつである有機物分解能マップの作成を試みた。

なお、この取りまとめは土壤保全対策事業の一環として実施した。

材料および方法

1. 定点調査データを格納したデジタル土壤図の整備

(財)日本土壤協会から2000～2001年に配布された「土壤図更新システム(Windows対応)」⁵⁾を用いて、同様に配布された「平成4年版更新用土壤図データ」(CD-ROM)、「平成4年版基盤整備基本調査図データ」(CD-ROM)、「更新用土壤図データ」(CD-ROM)⁶⁾、「5万分の1地形図データ徳島県版(国土地理院 承認番号平12総複、第246号)」(CD-ROM)の各データを重ね合わせ、更新用の原図形データに適宜修正を加えることにより、徳島県を包括する合計19図幅のデジタル土壤図更新作業を行った。

得られたデジタル土壤図をGISソフトMapInfo Professional Ver. 7(以下MapInfo)に導入し、定点調査1巡目(1979～1983年)および5巡目(1999～2003年)

のデータを結合させた。

2. 有機物分解能マップの作成

有機物分解能マップ作成にあたっては、第1表のデータを用いた。「土地利用図メッシュ」、「気候値メッシュ」、「標高・傾斜度メッシュ」は国土数値情報変換ソフト ksj2 mif (MMTM.TV 社) を用い MapInfo 用ファイル形式に変換した。「土地利用図メッシュ」と「メッシュデータ」の結合による 1/10 細分メッシュの作成、「気候値」、「傾斜値」、「土壌ネームファイル」から必要部分の抜き出しを行った後、これらのデータベースの関連づけを行い、評点を計算した。評価には国土資源プロジェクトの手法^{4,8)}を用い、それぞれの因子に第2表に示した評点を与え、次式により有機物分解能 (D) を求めた。得られた評点を基に第3表によって土壌を分級し、MapInfo により「1/50,000地形図」と重ねて有機物分解能マップを作成した。

$$D = (T + R + ST) \times S \times LU$$

T : 年平均気温

R : 年降水量

ST : 作土の土性

S : 傾斜

LU : 土地利用

結果および考察

1. 定点調査データを格納したデジタル土壌図の整備

1985年までに行われた土壌分類の修正の結果、灰色低地土灰褐色の「多多良」「善通寺」「納倉」「松本」「栢山」がそれぞれ褐色低地土「江刺」「三河内」「長崎」「八口」「井尻野」に変更、また、褐色森林土の「上」の一部が赤色土の「唐原」へ変更されており、これに基づいて、県内に出現する土壌統 (2次案) 41に加え、利用形態から県東部沿岸部の砂地畑 (砂丘畑, 造成畑) および圃場

第1表 有機物分解能マップ作成における使用データ一覧

使用データ		ファイル名 (入手先)	
形状データ	土壌図データ	「メッシュデータ」	2002年配布 CD-ROM (日本土壌協会)
	国土数値情報	「土地利用メッシュ」	L03-03M 作成年度1997年 (国土交通省)
属性データ	平均気温	国土数値情報	「気候値メッシュ」 G02-62-M 作成年度1974年 (国土交通省)
	年降水量	国土数値情報	「気候値メッシュ」 G02-62-M 作成年度1974年 (国土交通省)
	傾斜	国土数値情報	「標高・傾斜度メッシュ」 G04-56M 作成年度1975年 (国土交通省)
	土性	「土壌ネームファイル」	2002年配布 CD-ROM (日本土壌協会)
	地目	「土壌ネームファイル」	2002年配布 CD-ROM (日本土壌協会)
土壌分類			
地形図	「1/50000地形図データ 徳島県版」(国土地理院 承認番号 平12総複, 第246号)		

第2表 有機物分解能評価因子の評点

評点	年平均気温 (T)	評点	年降水量 (R)	土性 (ST)	傾斜 (S)	土地利用 (LU)
5	7.0~ 9.2	0		強粘		水田 (湿田), 他
6	9.2~12.3	1	<1000mm	強粘~粘	8~15°	森林, 半湿田
7	12.3~16.6	2	1000~2000mm	粘	3~8°	水田 (乾田)
8	16.6~22.6	3	2000mm<	粘~壤		
9	22.6~	4		壤, 礫	0~3°	果樹園, 桑園
		5		壤~砂		
		6				畑, 草地

第3表 有機物分解能 (D 値) の評価

分級	D 値	評価
I	240<	強
II	160~240	やや強
III	80~160	中
IV	20~80	弱
V	<20	なし

第4表 デジタル土壌図に格納したデータ一覧

土壌群名	作土深	交換生石灰
土壌統群名	pH(H ₂ O)	交換性苦土
土壌統名 (2次案)	pH(KCl)	交換性加里
表土土性	全炭素	塩基飽和度
次層土性	全窒素	可給態リン酸
礫層	CEC	可給態ケイ酸
		遊離酸化鉄

整備地の分類を追加し、徳島県を包括する合計19図幅の土壤図の更新を完了した。

得られた土壤図には、第4表に示した土壤断面情報および定点調査の作土の化学性を土壤統別平均値として格納し、GISソフト上で土壤統群の色分け表示または特性データの表示が可能となった。

この土壤図を用いて定点調査1巡目と5巡目の可給態リン酸含量を表示したのが第1図である。松家ら²⁾は1巡目～4巡目の定点調査により本県における地目別、作付体系別の農耕地土壌の実態と変化について明らかにしている。これによると、樹園地での全炭素含量、陽イオン交換容量の増大、各地目での可給態リン酸含量の増加が特に顕著であった。その後の1999～2003年（5巡目）では可給態リン酸含量はさらに増加しており、土壤図上で1巡目と5巡目の可給態リン酸含量を表すことにより増加の様子を見ることができる。

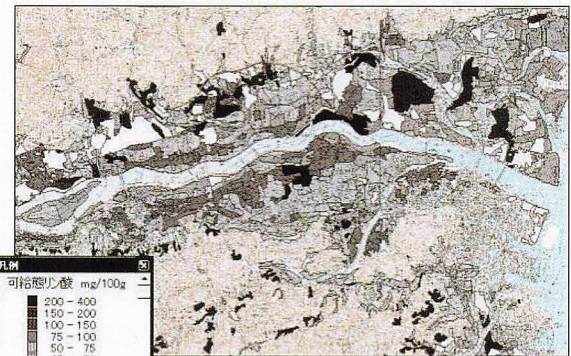
5巡目のアンケート調査結果からリン酸肥料投入量（10aあたり）は水田（水稲単作）で7.9kg、水田（水稲野菜作）30.5kg、普通畑26.5kg、樹園地13.5kgであった。本県のリン酸の施肥基準では水稲4～9kg、野菜類15～30kg、果樹類12～21kgとなっており、適正範囲での施用が行われているものの、作物に吸収されないリン酸の蓄積が土壌中の可給態リン酸含量増加の要因と考えられ、さらなるリン酸の減肥対策が必要と考えられた。

2 有機物分解能マップの作成

県内全域の農耕地の有機物分解能を100×100mメッ



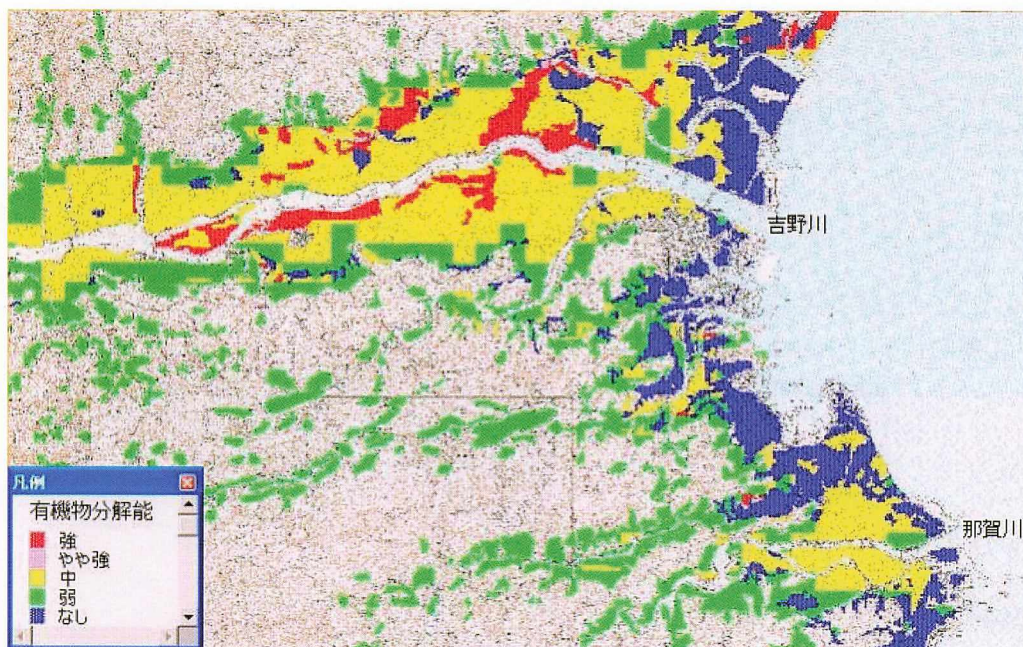
1巡目 可給態リン酸



5巡目 可給態リン酸

第1図 デジタル土壤図での定点調査1巡目（1979年～1983年）と5巡目（1999年～2003年）の可給態リン酸含量

シュで色分けし、地図と重ね合わせ、第2図のような有機物分解能マップを作成した。分解能の等級別割合は全65,722メッシュのうち、評価：「強」4.1%、「やや強」0.3%、「中」26.4%、「弱」54.5%、「なし」14.7%であった。地域別では県主要河川である吉野川、那賀川流域の



第2図 徳島県東部における有機物分解能マップ

平野部では「強～中」、山間部で「弱」、沿岸部で「なし」の等級が多く分布した。

第3図には定点調査1巡目と5巡目の全炭素含量と有機物分解能を示した。有機物分解能が「中」と判定されていた平野部(各地図上部)において1巡目より5巡目の全炭素含量が低下している地帯がみられる。これらの地帯では水稲収穫後に野菜を栽培する輪換田利用の水田がある。畑作利用により土壌有機物は消耗するため、このような圃場では有機物施用が必要であると考えられた。また、有機物分解能「弱」の山間部(各地図下部)では、有機物の積極的な投入はされていないと考えられるが、全炭素含量に変化がなかった。これは下草や落葉からの有機物の供給量が多いことが要因と考えられた。

GISを利用した土壌図または土壌情報の活用例として、三重県では任意の地域と縮尺の基本土壌図および応用土壌図を表示でき、さらに土壌図または地形図表示画面上で定点調査の土壌断面や土壌理化学性データ等の検索機能をもつ、GPSを搭載した携帯可能な土壌調査支援システムが開発されている⁹⁾。また千葉県でもデジタル化された農耕地土壌図と土壌環境基礎調査(定点調査)のデータによる土壌区の特徴値からなる土壌情報活用システムが開発され、デジタル土壌図と分析値を基にGISシステムによって各種の解析が可能となり、現場での利用が進んできている¹⁾。さらに、埼玉県では陽イオン交換容量レベル別の水稲への施肥法をGIS化し施肥対応に利用されている⁷⁾等がある。

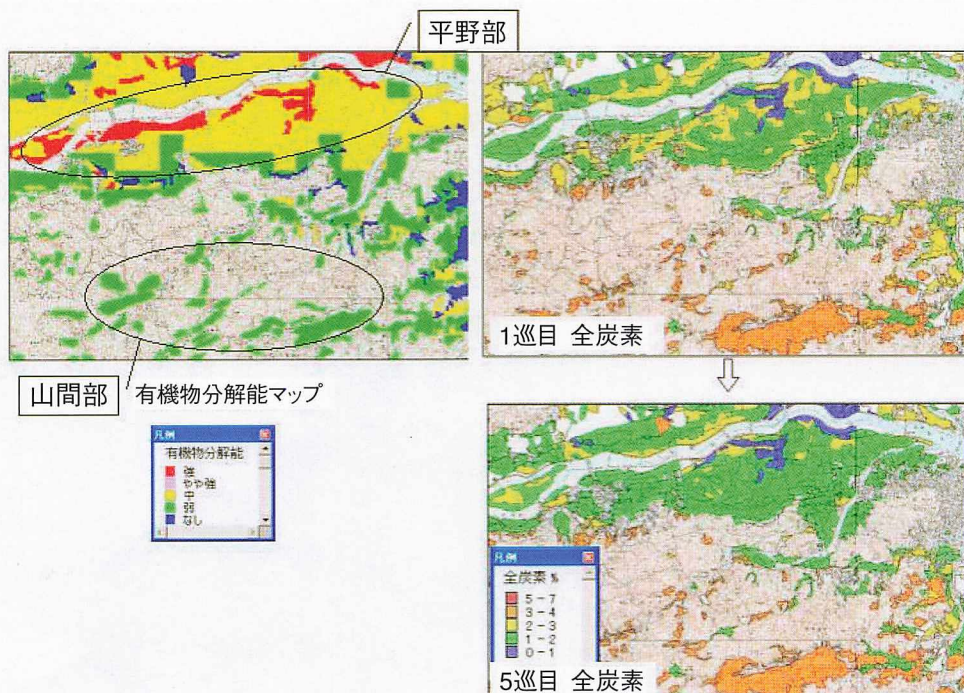
このようにデジタル土壌図を利用することにより、これまでに数値データとして蓄積されている土壌情報の地図上での表示または利用が可能になるとともに、時系列での比較もでき、効率的な土壌管理対策の資料となる。また、適地適作地図の作成および新産地育成等の場面での利用も期待できる。生産現場での土壌情報の活用のためには、今後は中井³⁾も述べているように地域を限定した大縮尺のより精密な土壌図も要求されるであろう。

近年、環境に配慮した土壌管理が望まれているなかで、今回評価を行った有機物分解能は土壌実態にあった家畜糞堆肥等の有機物適正施用の基礎資料として活用できると考えられる。

なお、本土壌図に格納したデータは土壌統の平均値であり、その地点の分析値でないことに留意する必要がある。また、今回の土壌図の作成に用いた土壌特性データは地力保全基本調査に基づくものであり、ポリゴンの形状も更新時に修正を行ったものの、土壌や土地利用の変動を反映し現状に適合した土壌図にしていくため、土壌図の更新は今後も継続して行う必要がある。

謝 辞

有機物分解能の作成にあたって、ご指導いただいた独立行政法人農業環境技術研究所中井信氏に厚く感謝申し上げます。



第3図 定点調査における全炭素含量の変化と有機物分解能の比較

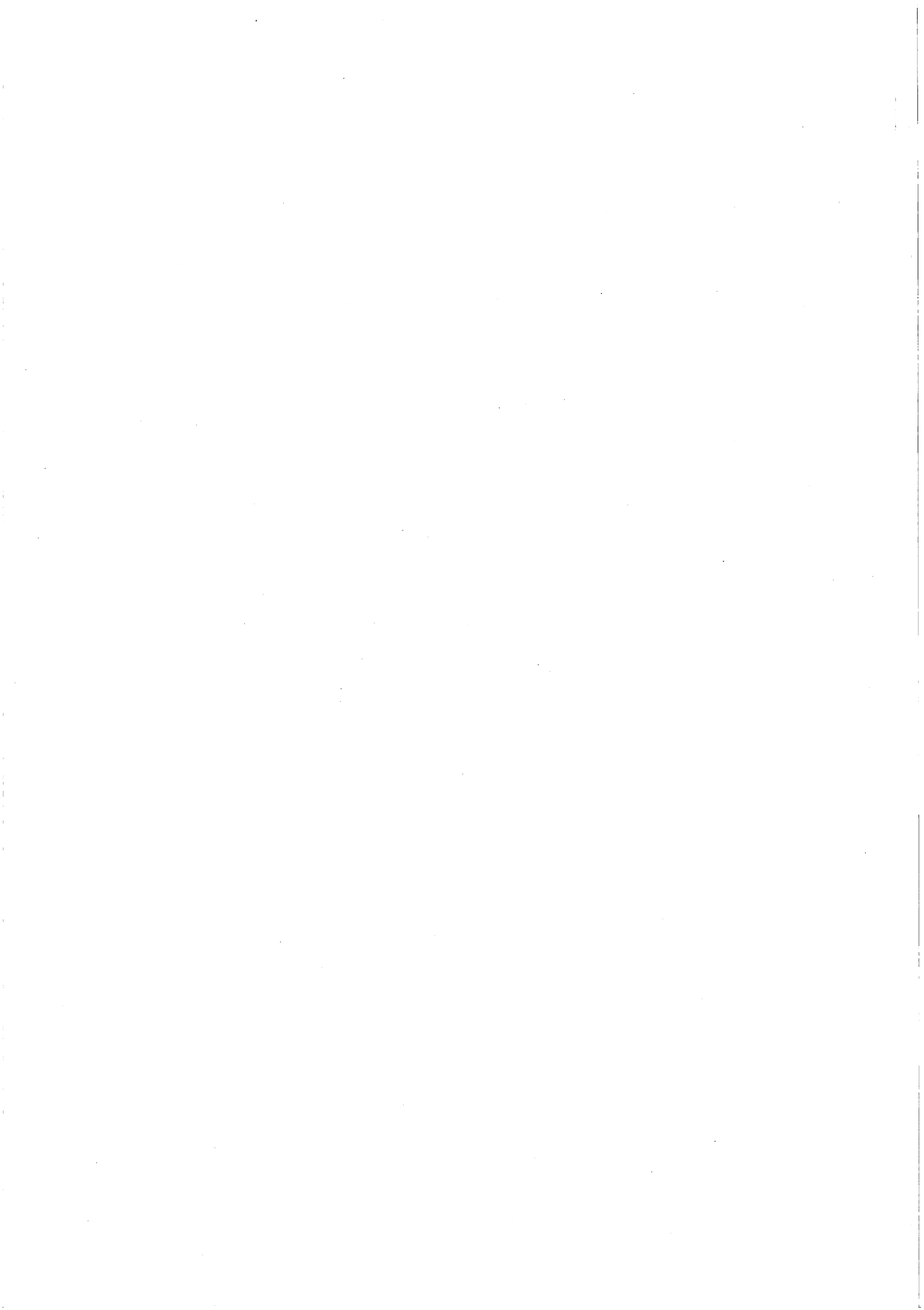
摘 要

徳島県農耕地の土壌について、土壌統群ごとの特性データを格納したデジタル土壌図の整備を行った。このデジタル土壌図を利用することにより、これまで土壌保全事業により集積されている土壌情報の取得を迅速かつ視覚的に行うことができる。

土壌特性、気象、土地利用情報等を結合、解析し、県内農耕地の有機物分解能の評価を行い、有機物分解能マップを作成した。有機物分解能は平野部では「強～中」、山間部で「弱」、沿岸部で「なし」の等級が多く分布した。

引用文献

- 1) 千葉県農業試験場地力保全研究室(2002)：新版千葉県耕地土壌図。千葉県農業試験場，千葉県農林水産部耕地課
- 2) 松家義克・梯美仁・小川仁(2000)：徳島県におけるこの20年間の農耕地土壌の実態と変化。徳島農試研報 36：23～36.
- 3) 中井信(2005)：世界の土壌分類体系と農林業への応用7。土壌分類の利用と今後の課題。土肥誌，76(6)：917～924.
- 4) 日本土壌協会(1996)：平成7年度農耕地環境保全情報システム開発事業報告書(総集編)。財日本土壌協会：73～74.
- 5) 日本土壌協会(2001)：土壌図更新システムユーザーズガイド。財日本土壌協会
- 6) 日本土壌協会(2003)：地力保全土壌図データベース利用の手引き。財日本土壌協会
- 7) 埼玉県農総研・生産環境担当(2003)：コシヒカリ施肥対応を目的とした陽イオン交換容量の地理情報システム化。平成15年度 関東東海北陸農業 研究成果情報：148～149.
- 8) 菅原和夫・井ノ子昭夫(1987)：有機性廃棄物分解能の評価の整理。国土資源資料 No.21，農林水産技術会議事務局，農業環境技術研究所：117～119.
- 9) 安田典夫(2001)：GPSを搭載した農耕地の土壌調査支援システムの開発。ペドロジスト45(1)：14～22.



〔 徳島農研報 No.4 〕
〔 23~30 2007 〕

砂質土壌の異なる土壌水分下でマルチ畦内処理したクロルピクリン剤の サツマイモ立枯病防除効果と畦内における拡散

金磯泰雄・村井恒治

Control effect on sweet potato root rot disease and diffusion in mulched row of
chloropicrin applied into mulched row under different soil moisture contents in sand soil

Yasuo KANAISO and Kouzi MURAI

要

約

金磯泰雄・村井恒治(2007)：砂質土壌の異なる土壌水分下でマルチ畦内処理したクロルピクリン剤のサツマイモ立枯病防除効果と畦内における拡散。徳島農研報(4)：23~30。

異なる土壌水分条件に設定した砂質土壌において、マルチ畦内に処理したクロルピクリン剤のサツマイモ立枯病防除効果および畦内における拡散について試験した。

クロルピクリン剤は処理時における土壌の含水率が6%以上の条件で立枯病に対して高い防除効果を示し、それより低くなるほど効果が低下した。

クロルピクリン剤は土壌の注入位置より上部では含水率の高低にかかわらずよく拡散するが、下部では土壌水分含量が高いほど拡散濃度が高まった。

薬剤処理前の2月下旬における深さ20cmまでの土壌水分の現地調査では、砂丘畑の含水率は5~6%、造成畑では6~8%であった。

以上のことから、クロルピクリン剤による砂質土壌におけるマルチ畦内消毒では、6%以上の土壌水分の確保がサツマイモ立枯病に対して安定した防除効果につながるため、砂地畑特に砂丘畑では処理前に水分確保への配慮が必要となることが明らかとなった。

キーワード：砂質土壌、クロルピクリン剤、土壌水分、サツマイモ立枯病、防除効果

はじめに

クロルピクリン剤のマルチ畦内処理による病害の防除法は、福西¹⁾によってサツマイモかいよう病対策として砂質土壌で報告されたのが最初である。その後広く野菜の土壌病害の防除技術として各種土性での適用性が試験され、多くの土壌病害に対する有効性が確認されている^{2,3,9)}。

徳島県のサツマイモ栽培では同処理法が開発されて以降大過なく経過してきたが、1990年代になって立枯病の発生が顕著となり、同剤の防除効果に疑問の声が上がってきた。サツマイモ立枯病は日本では鈴井ら¹⁰⁾に

よって1986年に初めて報告された放線菌 *Streptomyces ipomoeai* に起因する病害で、徳島県でも貞野ら⁷⁾によって1991年に発生が確認された。サツマイモ立枯病に関してはクロルピクリン剤以外は防除効果が著しく低いため^{4,5)}、産地では同剤による土壌消毒が作付け前に不可欠となっている。しかし現在までのところ、同剤に対する耐性菌発生の報告はみられず、効力低下の原因の究明が必要となった。

クロルピクリン剤による土壌消毒効果には土壌水分および温度条件が関係しているとされている。すなわち通常低温期あるいは土壌水分が多い条件下では土壌中のガス拡散が阻害または不十分となり^{13,14)}、防除効果が低下

する報告がみられる^{8,12)}。しかし砂質土壌では冬期における消毒効果が十分認められるため⁶⁾、防除効果の低下については土壌水分条件等との関係が大きいものと推察されたので検討した。

試験方法

1 異なる土壌水分下におけるクロルピクリン剤のマルチ畦内処理と立枯病の発生

1) コンクリートポットでの水分条件設定下における試験
徳島農研ほ場内のコンクリートポットで、1996年および1997年の2カ年実施した。

(1) 耕種概要

試験1 (1996年)

1995年4月にクロルピクリン剤をマルチ畦内処理したが立枯病が多発生した現地(鳴門市鳴門町)の病土(砂)を採取し、コンクリートポット(1.8×0.9×0.5m)に混和して、1996年に2区制で実施した。

4月15日に灌水して水分条件 $7.1 \pm 0.5\%$ (高水分)を設定し、対照として現地(鳴門町)で前年4月に計測した5%程度の $5.2 \pm 0.5\%$ 区を設けた。18日に耕耘して幅75cm、長さ1.5m、高さ30cmの畦を立て、採土後黒色ポリエチレンフィルム(厚さ0.02mm)で被覆した。被覆後直ちに手動注入器を用いて30cm間隔で15cmの深さにクロルピクリン剤(99.5%)3または5mL/穴を注入し、ガムテープで直ちに穴を封じた(以下も同じ)。

5月8日、サツマイモ‘なると金時’(品種‘高系14号’の地元系統選抜種)の苗(長さ30cm)5本/ポットを、30cm間隔1条で1~3cmの深さに20cmの長さを埋めるよう水平に挿した(以下も同じ)。

試験2 (1997年)

1996年10月に立枯病が多発生した現地(鳴門市里浦町)の病土(砂)を採取し、試験1同様コンクリートポット(1.8×0.9×0.5m)に混和して、1997年に試験した。

4月17日に灌水して水分条件 $8.2 \pm 0.5\%$ (高水分)を設定し、対照として現地(里浦町)で計測した(前年2月)4.5%程度の $4.6 \pm 0.5\%$ (低水分)区を設けた。20日に耕耘して畦立し、試験1同様に処理した。

5月12日に挿苗した。

(2) 土壌水分の測定

畦立て終了時のマルチ被覆直前に、各ポットの畦3カ所の深さ0~20cm部分から約200gの砂を採取して重量を測定し、乾燥後重量差により土壌水分(含水率)

を求めた。乾燥は定温器を105℃に設定して5時間実施した。

(3) 調査方法

試験1は1996年9月20日、試験2は1997年9月26日に全株の茎および塊根を対象に、立枯病の発生を調査した。茎については、挿苗茎部におけるかいよう斑の発生面積率(%:地下部の茎の表面積に対するかいよう斑発生の割合)を、また塊根では30g以上の全塊根(30~40個)の発病率(%:着イモ数に対する発病イモ数の割合)を調査した。

2) ほ場における土壌水分と立枯病の発生

(1) 耕種概要

1997年、1998年、1999年の3カ年、徳島農研ほ場の立枯病発生ほ場において、灌水量等で土壌水分を調整して実施した。

各年次とも畦幅75cmのマルチ栽培で、高さ30cmの畦を作り、採土後黒色ポリエチレンフィルム(厚さ0.03mm)で被覆した。15cmの深さに30cm間隔でクロルピクリン剤を注入後、生じた穴を直ちにガムテープで封じ、なると金時の苗を40cm間隔で1条に挿した。施肥等管理は慣行とした。

1997年は3月22日に耕耘畦立て後マルチ被覆して薬剤を注入し、4月15日に挿苗した。

1998年は3月24日に耕耘畦立て後マルチ被覆して薬剤を注入し、4月20日に挿苗した。

1999年は3月20日に耕耘畦立て後マルチ被覆して薬剤を注入し、4月20日に挿苗した。

2区制で各年次とも12株について茎と30g以上の全塊根(80~120個)を対象に、発病面積率および発病の有無を調査した。調査月日はそれぞれ9月28日、10月8日、10月3日であった。

(2) 土壌水分の調整と測定

各年次とも1月から幅1.5m(2畦)×長さ3mを単位として畔波で区切り、低水分区設定予定地は黒色ポリエチレンフィルム(0.03mm)で被覆して雨水等を防いだ。マルチ被覆直前に各区設定した土壌水分とするために必要な灌水量となるよう予め設定した時間0, 1, 2, 5, 10および20分間マルチ被覆を行う前日に灌水した。さらに1998年および1999年は低水分区にガラス室内で風乾した同じほ場の砂を混入した。翌日に耕耘畦立てして1)と同様に各処理区3カ所から土壌を採取後直ちにマルチ被覆しクロルピクリン剤を注入した。土壌水分も1)と同様の方法で、含水率を算出した。

なお各年とも4月8日以降は各区の畦間へ灌水し、

挿苗時には各処理区とも6～7%の土壌水分にし、以降は同一管理とした。

(3) 調査方法

1) に準じて実施した。

2 異なる土壌水分下におけるクロルピクリン剤のマルチ畦内処理と拡散

(1) 耕種概要

大型プラスチックポット(60×80×50cm)に1996年に鳴門市里浦町の前年立枯病が多発した圃場より採取した砂を入れ、幅60cm、長さ80cm、高さ30cmの畦を作り、畦面を黒色のポリエチレンフィルム(厚さ0.02mm)で被覆した。

(2) 試験区

土壌水分を5月20日に低水分区:2.2±0.5%, 中水分区:5.3±0.5%, 高水分区:7.5±0.5%になるよう調整し、クロルピクリン剤を1穴当たり3mL、30cm間隔で深さ15cmに注入した。

(3) 調査方法

クロルピクリン剤の畦内における拡散調査は、注入後1, 3, 6, 9, 24および45時間後に、畦中央部のクロルピクリン剤注入点(30cm間隔、深さ15cm)2カ所の間接の深さ10cm, 30cmで実施した(第1図)。各測定点へMU式採気採水管を差し込み、上部シリ

ンセプタムからガスタイトシリンジを用いて空気を5mL採取し、バイアル瓶中のヘキサン20mLに溶解、ガスクロマトグラフ(ECD検出器)により測定した。

3 現地ほ場における土壌水分量

1) 深度別調査

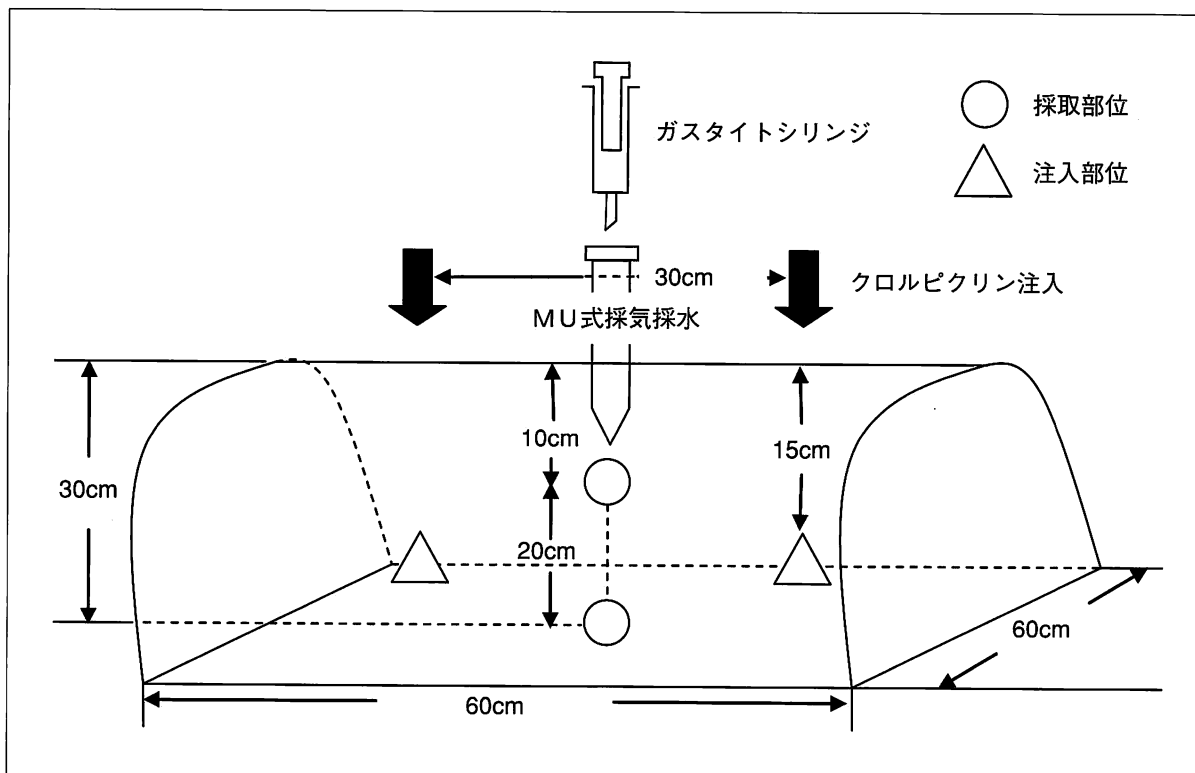
1998年12月22日および1999年2月6日に鳴門市里浦町(砂丘畑:海砂が自然に堆積した海岸地域)および大津町(造成畑:湿田に海砂を60~80cmの高さに客土)の各ほ場から10cmの深さごとに60cmまで砂を3カ所ずつ採取して1.1)に準じて測定し含水率を算出した。

2) 地域別調査

1999年~2003年の5カ年の2月に上記2ほ場の外4ほ場計6ほ場について、表層1cm程度の乾燥した砂を除去し20cmの深さまでの砂を各5カ所から採取し、1.1)に準じて測定し含水率を算出した。

採取は鳴門市鳴門町(砂丘畑, 造成畑), 里浦町(砂丘畑), 大津町(造成畑), 板野郡松茂町(造成畑)および徳島市川内町(造成畑)で、1999年2月20日, 2000年2月26日, 2001年2月21日, 2002年2月23日および2003年2月23日に行った。

なお砂の採取は採取日の3日前以降10mm以上の降雨がなく、前日が晴天日の条件で実施した。



第1図 クロルピクリン濃度の測定方法

第1表 砂質土壌の高水分条件下におけるクロルピクリン剤による土壌消毒とサツマイモ立枯病の発生

採取場所	土壌水分 (%)	茎での発病面積率 (%)			発病塊根率 (%)		
		0	3	5 mL	0	3	5 mL
鳴門町	5.2±0.5	100 ¹⁾	7.3	5.8	— ²⁾	15.3	8.2
	7.1±0.5	100 ¹⁾	2.2	0	— ²⁾	0	0
里浦町	4.6±0.5	100 ¹⁾	14.4	13.5	— ²⁾	25.7	13.6
	8.2±0.5	100 ¹⁾	0	0	— ²⁾	0	0

注 1) 枯死

2) —は塊根の形成がなく調査不能

結 果

1 異なる土壌水分下におけるクロルピクリン剤のマルチ畦内処理と立枯病の発生

1) コンクリートポットでの水分条件設定下における試験

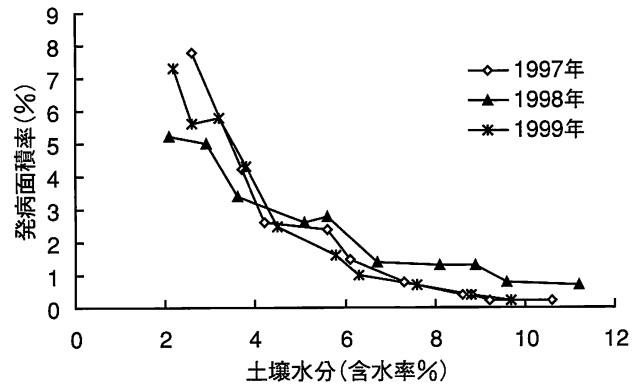
現地の立枯病発生ほ場から持ち帰った砂を混和し、異なる水分条件下でクロルピクリン剤を注入した2カ年の結果は第1表に示した。対照として設定した現地ほ場に近い含水率の5.2%および4.6%区では、薬剤処理区において挿苗の茎部および塊根ともに立枯病の発生がかなり認められたが、7.1%および8.2%（いずれも±0.5%）区では発病をほぼ完全に抑制した。薬剤処理量との関係では無処理は含水率に関わらず全株枯死したが、処理区では3, 5 mLとも同程度の高い防除効果を示して差はみられず、薬剤の効果の低下は認められなかった。

2) ほ場における土壌水分と立枯病の発生

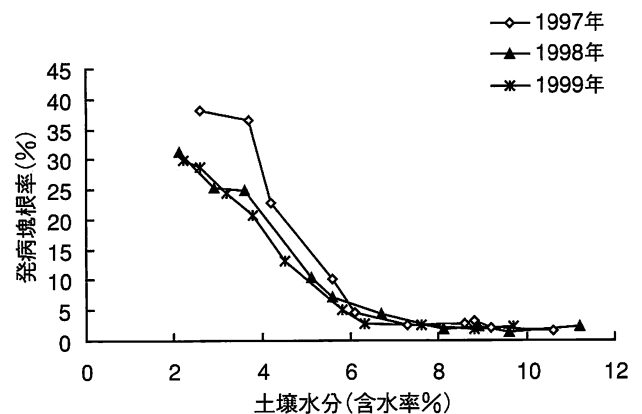
砂質土壌で土壌水分を高水分（7%以上）から低水分（5%以下）条件に設定し、3年間クロルピクリン剤を処理した結果は第2図と第3図に示した。

挿し苗の茎部における発病面積率は第2図のように、3カ年とも土壌水分と密接な関係がみられ、含水率2~3%では発病率がやや高かった。これに比べて4~6%では低く、6%以上でも次第に低くなった。しかし、図示してないが無処理区の100%（全株枯死）に対して、処理区の発病面積率は最高でも1997年の8.7%と低く、顕著な薬剤の防除効果がみられ、茎が枯死することはなかった。

塊根における発病状況は第3図に示すように、傾向的には茎部の状況と変わらず発病程度の差も顕著にみられた。3カ年とも高土壌水分下における防除効果は高く、逆に低水分下の防除効果は含水率が低下するほど低くなった。いずれの年次も処理時の土壌水分が6%以上あれば概して5%以下の発病率であり、高い防除効果が認められた。なお無処理区では全株とも茎部が枯死したため、調査不能であった。



第2図 砂質土壌におけるクロルピクリン剤処理時の土壌水分とサツマイモ挿苗茎部の立枯病発生



第3図 砂質土壌におけるクロルピクリン剤処理時の土壌水分とサツマイモ塊根の立枯病の発生

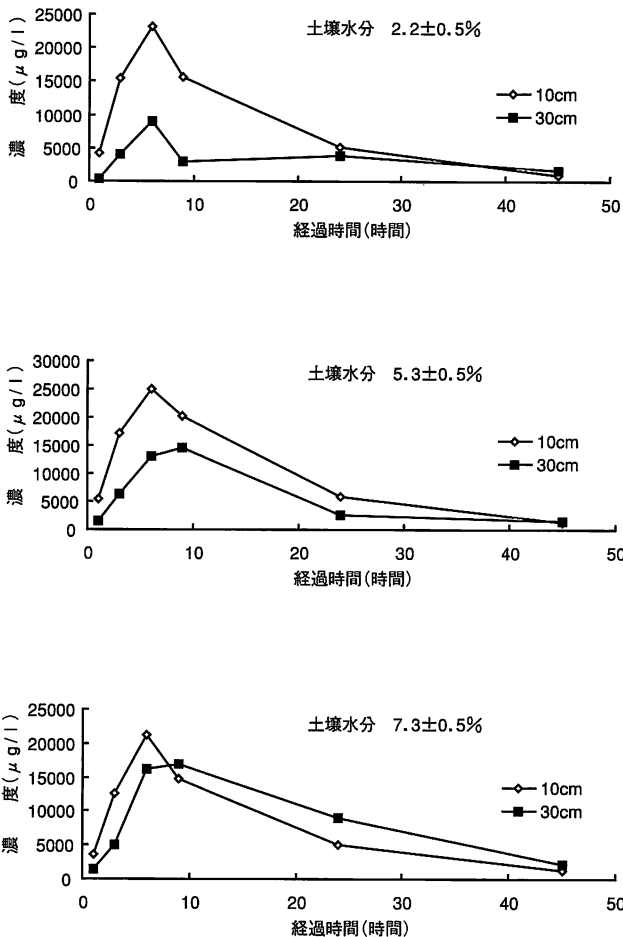
2 異なる土壌水分下におけるクロルピクリン剤のマルチ畦内処理と拡散

畦内におけるクロルピクリン剤の濃度は第4図に示したように、含水率の高低に関わらず処理後急速に増加して6時間あるいは9時間後に最高となり、その後24時間後まで速く低下し、それ以降45時間後まではゆっくりと低下した。しかし濃度の推移は土壌水分の高低により大きく異なった。すなわち低水分区2.2±0.5%（以下2.2%）では深さ10cm, 30cmともに6時間後に最高値を示したが、濃度はそれぞれ23,077μg/L, 8,932μg/Lと顕著に異なり、30cmの深さでは10,000μg/Lに達しなかった。その後9時間後に減少し、24時間後にはいず

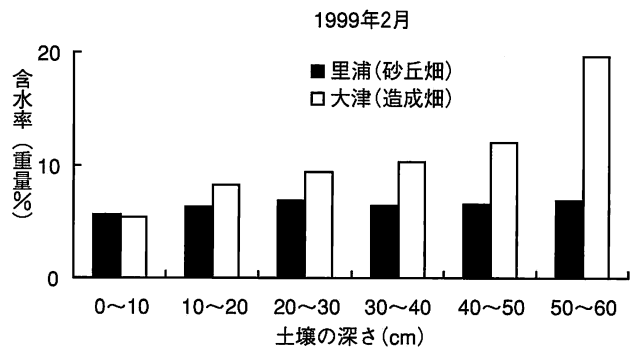
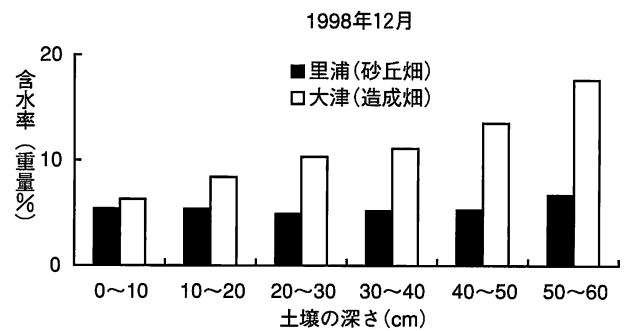
れの深さも5,000 $\mu\text{g/L}$ 前後のよく似た濃度となり、その後漸減した。中水分区5.3 \pm 0.5% (5.3%) については、10cmの深さでは傾向的には変わらなかったが、6時間後の最高値が25,076 $\mu\text{g/L}$ になるなど全般に低水分区よりもやや高く推移した。しかし、深さ30cmでは6時間後より9時間後に最高値14,483 $\mu\text{g/L}$ となるなど低水分区の推移に比べると著しく高く、濃度の差異が明瞭にみられた。また高水分区については、深さ10cmは低

水分区とよく似た推移をみせたが、30cmでは中水分区よりもさらに濃度の上昇が顕著となり、9時間後には10cmよりも高い濃度の16,948 $\mu\text{g/L}$ に達し、24時間後も9,053 $\mu\text{g/L}$ と試験区中最も高く推移した。

3水分区の濃度を深さ別にみると、10cmにおける推移には大きな差異はみられなかったが、30cmの深さでは高水分区が最も高く、低水分区が最も低く推移した。また3水分区の中では深さ別濃度の差が高水分区で最も小さく、逆に低水分区で最も大きいなど土壌水分条件の差異が顕著であった。



第4図 土壌水分とクロルピクリン濃度の時間的推移



第5図 鳴門市里浦町および大津町の2圃場における土壌の深さ別含水率

第2表 現地ほ場における含水率(重量%)の年次別推移

場所	ほ場の種類	1999	2000	2001	2002	2003年
里浦町	砂丘畑 ¹⁾	5.9	5.1	5.7	5.5	5.4
鳴門町	〃	5.6	5.3	5.6	6.0	5.1
鳴門町	造成畑 ²⁾	6.7	6.1	6.6	6.8	6.4
大津町	〃	7.4	6.9	6.8	6.9	7.3
松茂町	〃	6.7	6.6	6.3	6.6	6.5
川内町	〃	7.1	6.8	7.6	7.3	6.8

注 1) 砂丘畑：海砂が自然に堆積した海岸地域のほ場

2) 造成畑：湿田に海砂を60~80cmの高さで客土したほ場

3 現地ほ場における土壤水分区

現地2ほ場における深度別含水率の調査結果は第5図に示した。砂丘畑の里浦町では12月、2月ともに深さによる含水率の差はほとんどなく、5~7%の範囲内であった。これに対して湿田に砂を客土した大津町では下層ほど含水率が高く、2月の50~60cmの深さでは19.6%を示した。

現地6ほ場で20cmの深さまでの含水率を5年間調査した結果は第2表に示した。砂地畑の種類によって明瞭な差異がみられ、砂丘畑が5~6%であるのに対し、造成畑では6~8%と各年次とも0.5~2%高かった。

考 察

クロルピクリン剤による土壤消毒では、処理時における土壤の水分含量が防除効果に影響するという報告がみられる^{8,13)}。しかし砂質土壤ではこれに関係する報告はなく、不明な点が多い。さらに1990年代になってクロルピクリン剤の殺菌効果が低下したのではないとする現地の意見も多くみられた。そこで砂質土壤において、クロルピクリン剤のマルチ畦内処理時における土壤水分と防除効果およびガス拡散について検討した。

クロルピクリン剤による土壤消毒では通常土壤の水分含量が高いと発病抑制効果が低下すると報告されている^{8,12,13,14)}。この原因として、高水分条件下では薬剤のガス拡散が阻害されるためと考えられており、和田ら¹⁵⁾は壤土や砂壤土では水分含量が高いとガス拡散が悪いとしている。しかし、今回の砂質土壤における試験では低水分条件下で防除効果の低下が認められ、水分含量が低下するほど効果も低下した。逆に高水分下におけるクロルピクリン剤の立枯病防除効果は安定して認められ、従来の他の病害に対する報告と異なる結果となった。これに関して、水分含量の高低は土性により異なるため一概に比較できないが、同じ含水率でもクロルピクリン剤の拡散が土性によって大きく異なることを窺わせる。また今回の試験では含水率の変化による挿し苗の茎における発病差は少ないが、塊根では顕著な差が認められ、土壤水分が土壤の深さ別防除効果に顕著に影響することが判明した。そこで低水分下を含めて検討した結果、処理時に含水率6%以上の水分条件下であれば塊根についても極めて高い防除効果が認められたが、それ以下では含水率が低くなるほど顕著に効果が低下した。

含水率によって防除効果に差がみられたので、砂質土壤で低水分区(2.2±0.5%)および高水分区(7.5±0.5%)と間の中水分区(5.3±0.5%)の3段階を設定

し、クロルピクリン剤の畦内での拡散状況を調査した。低水分区では注入部位より上部への拡散が主となり、下部への拡散は不十分であったが、高水分区では上部だけでなく下部への拡散が十分認められ、中水分区では両者の中間の推移を認めた。このことから、高水分下では下部まで十分拡散するため、塊根および茎ともに発病が著しく抑制され、逆に低水分下では拡散が良好な上部に位置する茎での発病は少ないが、拡散が不十分な下部に形成される塊根での発病が多くなったものと推察された。なお立枯病の抑制に必要な畦内での濃度条件については、今後詳細な検討が必要と思われる。

福西¹⁾、加々美ら³⁾および下長根ら⁹⁾はマルチ畦内消毒の効果が土性を問わず、多くの病害に適用できるとしており、砂質土壤のサツマイモ立枯病でも特効的に効果が高い⁵⁾。しかし、一般に普通の土壤では高水分である20~30%の含水率ではガスの拡散が阻害されるので消毒効果が低下するとされているが、砂地畑では多量の水を含んでいる場合でも通常8~10%程度と壤土等より顕著に含水率が低く、防除効果の低下につながらないことが判明した。逆に砂質土壤では高い防除効果を得るためにはクロルピクリン剤の下部への拡散が必要で、高い含水率によって上部への拡散を抑制することが下部への拡散を促して高い防除効果につながることを判明した。このことは玉川・入交¹³⁾の報告のように、土性によって消失量が異なるため、拡散のあり方が防除効果に影響し、病原菌の生息する土壤中で拡散をいかに確保できるかに負うところが大きいものと思われた。

現地ほ場における含水率の調査では、砂丘畑と造成畑では含水率が大きく異なり、前者では深い地点でも含水率はほとんど変わらないが、後者では下層部ほど高くなった。防除効果に影響すると考えられる20cmの深さまでの含水率でも砂丘畑が5~6%と低いのに対し、造成畑4ほ場では6~8%と高かった。このことから薬剤処理地点において砂丘畑は防除効果への影響が懸念される含水率のレベルであるが、造成畑では比較的問題が少ないことが判明し、マルチ畦内処理するにあたって砂丘畑で特に水分条件に配慮が必要であると考えられた。

以上のように一般的に壤土等では土壤水分が高いと拡散が不十分となって防除効果が低下するが、砂質土壤では下層への拡散を促進して防除効果が安定して高くなることを判明した。土性によって含水率の高低の表現が異なるので一律に比較できないが、壤土等では土壤水分が低条件下でも砂質土壤では極めて高い条件下ということになり、明らかに土性による拡散の差異を実証している¹³⁾。また今回の試験結果によると、砂質土壤では含水

率が高いと表面からの薬剤の逸散が抑制されるため高い防除効果をもたらしていることになり、防除面における福西ら²⁾の報告にはなかった知見が見出された。さらに防除効果については土性だけでなく土壌の温度条件によっても影響を受けることが知られており、低温下ではクロルピクリン剤の拡散が阻害されて効果が低下するため¹⁰⁾通常冬期の処理はしにくい、西南暖地の砂質土壌では晴天日なら2月でも防除効果が確保でき⁶⁾、砂質土壌の特殊な拡散性が窺われた。

なおマルチ畦内処理にあつては気温や湿度条件にもよるが、耕耘畦立時に0.5~1%程度含水率が低下するので、砂丘畑だけでなく、造成畑でも乾燥がちなほ場では事前に降雨条件等を十分配慮する必要があるものと考えられる。

摘 要

砂質土壌の異なる土壌水分下において、マルチ畦内処理したクロルピクリン剤のサツマイモ立枯病防除効果と畦内における拡散について検討した。

- 1) 砂質土壌では注入時の土壌水分含量によってクロルピクリン剤による防除効果に顕著な差が認められ、6%以上の水分があればクロルピクリン剤の処理は有効であるが、それより少ない水分下では含水率の低下とともに防除効果が低下した。
- 2) クロルピクリン剤を注入すると、注入位置より上部では土壌水分含量に関わらず同様なガス濃度がみられたが、下部においては明瞭な差がみられ、含水率が高いと下部へ拡散するガス濃度が高く推移し、逆に低いと濃度も低く推移した。
- 3) 現地ほ場における含水率の調査では、深度別の場合砂丘畑は60cmの深さまで5~7%と余り変わらないが、造成畑では5~20%と大きく変化し、深くなるほど高くなった。また20cmの深さまでの調査では砂丘畑の5~6%に対し、造成畑では6~8%とやや高く、前者では防除効果に影響する含水率であった。

引用文献

- 1) 福西務(1976): 四国地方で多発生しはじめた早掘りサツマイモの潰瘍病と防除. 今月の農薬, 20(8): 76~79.
- 2) 福西務(1977): 土壌燻蒸剤のマルチ畦内消毒による土壌病害防除. 徳島農試研報, 15: 33~42.
- 3) 加々美好信・福西務・中西謙二(1985): マルチ畦内

- 消毒の各種土性への適用. 徳島農試研報, 22: 28~38.
- 4) 金磯泰雄(1998): 各種資材のサツマイモ立枯病に対する発生抑制効果とこれら資材の併用によるクロルピクリン剤施用量の低減化. 徳島農試研報, 34: 14~22.
 - 5) 金磯泰雄(1999): サツマイモ立枯病に対する各種薬剤の防除効果とダゾメット粉粒剤の実用性. 徳島農試研報, 35: 26~33.
 - 6) 金磯泰雄・米本謙悟(1999): 冬期におけるクロルピクリン剤等によるサツマイモ立枯病に対する土壌消毒効果. 四国植物防疫研究, 34: 15~24.
 - 7) 貞野光弘・広田恵介・河本往臣・土屋健一・鈴木孝仁(1991): 徳島県の砂地畑におけるサツマイモ立枯病の発生. 日植病報, 57: 433~434 (講要).
 - 8) 清水節夫・和田健夫・赤沼礼一・矢ノ口幸夫(1983): クロルピクリン剤のマルチ畦内処理法によるハクサイ黄化病の防除に関する研究. 長野野菜花き試報, 3: 45~65.
 - 9) 下長根鴻・千葉恒夫・松田明(1983): クロルピクリンのマルチ畦内消毒による各種土壌病害の防除. 関東東山病虫研報, 30: 37~38.
 - 10) 鈴木孝仁・宮下清貴・工藤和一・鬼木正臣(1986): サツマイモ立枯病とその病原菌 (新称). 日植病報, 52: 505 (講要).
 - 11) 谷博・林捷夫(1996): 砂地畑におけるクロルピクリンの拡散 (第2報) マルチ畦内消毒における畦表面および畦間からの拡散と土壌中拡散. 徳島農試研報, 32: 59~63.
 - 12) 武田和男・清水節夫・今井元吉・関口昭良(1984): クロルピクリン剤のマルチ畦内処理法によるハクサイ黄化病の防除効果3. 処理時期別の2作持続効果および作型の影響. 関東東山病虫研報, 30: 37~38.
 - 13) 玉川重夫・入交 毅・小山田政美(1985): クロルピクリンの土壌残留およびそれにおよぼす土壌要因の影響. 日本農薬学会誌, 10: 205~210.
 - 14) 和田健夫・矢ノ口幸夫・高沼重義・清井敏博(1982): 土壌くん蒸剤の拡散 第1報 数種土壌くん蒸剤の大気中への拡散および土壌消毒地帯における大気中クロルピクリン濃度について. 長野農試報, 2: 26~34.
 - 15) 和田健夫・矢ノ口幸夫・小林靖子(1984): 土壌くん蒸剤の拡散 第2報 土壌くん蒸剤の拡散および土壌残留に及ぼす土壌条件等の影響. 長野農試報, 3: 39~54.
 - 16) 和田健夫・矢ノ口幸夫・赤沼礼一・武田和男・清水節夫(1984): クロルピクリン剤のマルチ畦内処理法に

よるハクサイ黄化病の防除効果4. 冬期処理クロルピクリンの土壤中拡散消長. 関東東山病虫研報, 31: 62~63.

Summary :

Effect of soil disinfection and diffusion of chloropicrin applied into the mulched row were investigated under various moisture content in sand soil. Soil disinfection by

chloropicrin under high moisture content in sand soil showed high efficacy on the disease occurrence. Chloropicrin in the mulched row diffused thoroughly upper and lower part under enough soil moisture content, though the chemicals under low soil moisture content of sand soil could not diffused lower part of injection site. Diffusion of chloropicrin under moisture content over 6 % in sand soil brought stable control effect on the disease.

編集委員

金 磯 泰 雄
板 東 一 宏
貞 野 光 弘
谷 博
中 野 昭 雄
尾 山 智 子

徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所
研究報告 第4号

平成19年4月30日 印刷

平成19年4月30日 発行

発行 〒779-3233 徳島県名西郡石井町石井
徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所
電話 088-674-1660 (代)

印刷 株式会社 教育出版センター
〒771-0138 徳島県徳島市川内町平石流通団地27
電話 088-665-6060

