

水質汚濁による被害田の改良に関する研究

第2報 窒素汚濁水かんがい水田の改良対策

平 山 力

Improvement of the Paddy Field Polluted by Irrigation of polluted Water.

Part II. Improvement of the Paddy Field Polluted by nitrate Water.

Chikara HIRAYAMA

都市排水等窒素汚濁水の流入する被害田の被害軽減対策を確立するねらいから、現地被害田で対策試験を行った。対策のポイントは基肥窒素の減肥・土壌改良・強度の中干し等節水栽培等においた。さらに被害田跡作としてオオムギの栽培も試みた。その結果、強度の中干し等節水栽培を行った区、山赤土 10 a あたり 10 t 客土した区では倒伏も軽減され、水稻の収量、品質も確保されたうえ、さらに、土壌の還元防止、土壌からの生成アンモニア量の低減にも役立ち、効果はあきらかに認められた。また、被害田跡作としてオオムギを栽培したところ、精麦重は基肥窒素の減肥率の増大により低下する傾向がみられた。

I 緒 言

都市排水や農村集落排水などの流入によるかんがい水質の悪化の傾向は年々増加しており、これら汚濁水の水田流入に伴う水稻被害に対して、その対策の確立が強く望まれている。

水稻の生育収量にとってもっとも影響をおよぼし、かつ問題となるのは、汚濁水中に含まれている窒素成分で、しかもこれら窒素成分の中でも有機態窒素含量の多い水質ほど、水稻被害の大きいことは前報¹⁾で述べた。

そこで、このような被害水田を対象として、水稻被害軽減対策法をあきらかにすることをねらって、昭和53～55年の3か年間、現地対策試験を行った。本報ではこれらの結果から、2, 3知見が得られたのでその概要を述べる。

II 試験方法

1) 試験場所

試験地は県内でも代表的な都市排水による汚染地帯に

該当する中丸川流域を選定した。

この流域は那珂台地に端を発し、那珂町から勝田市を経て那珂湊市に至る全長 15 km、流域面積 1,050 ha を有する南北に発達した谷津田である。谷津田の中央を流れる中丸川は、上流および中流部において勝田市の住宅団地内を貫流し、下流部は支流大川および本郷川と合流し、さらに那珂川と合流し太平洋に注ぐ。用水系は流域内の台地縁辺部水田の一部に台地湧水による地下水かんがい田もみられるが、ほとんどの水田は中丸川からの用水に依存している。本試験ほ場は、これら流域の上流部に位置し、過繁茂、倒伏等水質汚濁による水稻被害発生常習地帯である。

2) 土壌条件

土壌の断面形態、化学性については第1, 2表に示した。これによると、55cm以下黒泥層が出現し、土壌タイプは黒泥土壌群(井川統)に該当する。土性は全層細粒質である。化学的特徴では、腐植含量表層8%前後、表

第1表 供試は場の土壌断面形態

層位	層厚	土色(湿)	土性	班鉄	グライ層	腐植	礫	構造	ち密度(山中式)	可塑性	粘着性	透水性
1	0~18 ^{cm}	2.5Y3/1 (黒褐)	CL	膜状 富む	-	とむ	なし	-	16 ^{mm}	中	中	中
2	18~36	5Y2/1 (黒)	CL	膜状 富む	#	とむ	なし	柱状(中)	18	中	中	中
3	36~55	5Y2/1 (黒)	LiC	管状 富む	##	すこぶるとむ	あり	柱状(弱)	14	大	大	小
4	55~70	7.5Y2/1 (黒)	CL(M)	-	##	すこぶるとむ	あり	-	12	大	大	小

(昭54.11.15調査)

第2表 供試土壌の化学性

(乾土100gあたり)

層位	pH		T-N	T-C	C/N	腐植(%)	P ₂ O ₅ 吸収係数	有効態P ₂ O ₅ (mg)	有効態SiO ₂ (mg)	遊離酸化鉄(%)	置換性(mg)				NH ₄ -N生成量(mg)
	H ₂ O	KCl	(%)	(%)							CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	
1	5.8	5.5	0.52	5.2	10.0	8.9	1,570	15.9	23.6	1.8	291	135	21	30	22.8
2	5.9	5.1	0.40	4.5	11.3	7.7	1,480	6.9	34.0	1.2	220	140	20	13	16.8
3	5.7	4.8	0.34	6.2	18.2	10.6	1,300	3.6	42.5	0.7	199	87	10	7	6.5
4	5.7	5.0	0.30	6.7	22.3	11.4	1,300	4.6	12.3	0.5	158	80	11	9	4.7

層部における有効態P₂O₅、NH₄-N生成量のそれぞれ乾土100gあたり作土で15.9mg、22.8mgと高いことが目立つ。

3) 水質

かんがい水質は第3表に示した。これによると、T-N濃度は平均9.8ppmで、この中におけるケルダール態Nは平均3.3ppmを示し、全体の34%を占めている点が特徴的である。またこのことはSS値が平均204ppm、CODが9.4ppmと高い値を示していることからもうらづけられる。

4) 試験設計

試験規模は1区6.3㎡、2連制で区の配置を水稻単作系列と、稲麦2毛作系列の2つに分けた。水稻単作系列の田植えは5月19~21日、刈取りは9月29日~10月1日。稲麦2毛作系列では田植え6月4~6日、刈取り10月6~7日、大麦の播種は11月2日、刈取り5月31日~6月1日とした。供試した水稻品種はいずれもコンヒカリ、大麦はカシマムギである。

試験区の構成では、まず水稻単作系列で、(1)無処理区、(2)無N区、(3)窒素1/2減肥区、(4)ケイカル区(200kg/10a)

第3表 かんがい水質(中丸川)

(ppm)

年次(年)	流量(m ³ /sec)	EC(ms/cm)	DO	COD	SS	T-N	ケルダール態N	NO ₃ -N	T-P
53	0.53	0.365	3.0	10.4	165	9.9	3.1	6.8	1.31
54	0.50	0.382	3.2	8.6	230	9.7	3.3	6.4	1.25
55	0.55	0.392	2.8	9.3	217	9.9	3.4	6.5	1.35
平均	0.5	0.380	3.0	4.4	204	9.8	3.3	6.6	1.30

注) かんがい期(5, 6, 7, 8月)の平均値で示す。ケルダール態N(NH₄-N+有機態N)

(5)山赤土客土区(10t/10a, 火山灰土), (6)強度中干し区の6区を設けた。この中でとくに(6)の強度中干し区の水管理の方法は, 各年次とも6月23~25日~7月10~13日まで中干しを行い, 通常この地域慣行に比べて約1週間の節水を行い, 以後間断かんがいを行った。その他の区は地区慣行にしたがって行った。一方, 稲麦二毛作系列では, (1)標準区, (2)1/4基肥窒素減肥区, (3)1/2基肥窒素減肥区の3区を設けた。栽植密度は水稻で15cm×30cm, 3.3㎡あたり72株, 大麦は10aあたり播種量12kg, 全面播種とした。

施肥量は, 水稻無処理区基肥N, P₂O₅, K₂O, 各々4kg/10a, 大麦標準区N, P₂O₅, K₂O, 12, 16, 12kg/10a, 追肥12月中旬N各々2kg/10a施用した。

Ⅲ 試験結果

1 水稻単作系列

1) 水稻の生育収量

各処理区の水稲の生育収量については, 第4表に3か年の平均値で示した。これよりまず各区の草丈, 茎数についてみると, 無処理区の草丈, 茎数に比べていずれの

第4表 生育収量調査結果

区 別	項 目	7/10~13		刈 取 り 時		いもち病		収量(kg/10a)		
		草 丈 (cm)	茎 数 (本)	倒 伏	第 5 節 間長(cm)	葉	穂	わ ら	玄 米	比(%)
1	無 処 理 区	71.6	33.7	甚	9.7	中	中	909	477	100
2	無 窒 素 区	62.5	24.9	微~少	7.1	微	微	785	459	96
3	窒 素 1/2 減 肥 区	64.2	26.3	少~中	7.4	少	微	817	497	104
4	ケ イ カ ル 区	68.5	27.6	中~甚	7.2	中	少	891	494	104
5	山 赤 土 客 土 区	66.2	27.1	少	6.3	微	微	855	513	108
6	強 度 中 干 し 区	68.6	28.2	少~中	6.6	少	微	872	530	111

注) 昭53, 54, 55, 3か年の平均値でしめた。倒伏程度: 甚, 多, 中, 少, 微の5段階で観察した。
いもち病発病程度区分: 甚(60%) 多(40%) 中(20%) 少(10%) 微(9%)

区の値もこれを下まわったが, 玄米収量では無窒素区以外あきらかにこれをうまわり, とくに山赤土客土区8%, 強度中干し区11%と無処理区に比べて増収となった。一方わら収量をみると, 玄米収量とは反対に, 無処理区で他の処理区に比べて高い値がみられあきらかな過繁茂の様相が認められた。また刈取時点において, 各区の倒伏の程度について観察したが, その結果では, 無処理区は3か年とも被害程度は甚で, 全面倒伏したのに対し, 無窒素区, 窒素1/2減肥区では微~中の被害で軽かったが, 山赤土客土区, 強度中干し区では少~中で, いずれの年次においても, 倒伏が玄米収量に影響をおよぼす段階には至らず被害は軽減された。そしてこのことは第5節節間長の調査結果にも反映され, 無処理区の値が9.7cmに対して窒素1/2減肥区, ケイカル区で7.4cm, 7.2cm, 山赤土客土区, 強度中干し区でそれぞれ6.3cm, 6.6cmの値がみられた。またいもち病の発生は, 各処理区とも無

処理区に比べて少ない傾向がみられた。

次に, 各処理区の登熟歩合と米の品質について検査した結果を第5表に示した。これによると, 3か年間の平均値でみた登熟歩合は無処理区で低く, 窒素1/2減肥区, 山赤土客土区, 強度中干し区で高く, これらの中でとくに強度中干し区の高い値が目立った。千粒重は処理区間では窒素1/2減肥区で低く, 無窒素区山赤土客土区でやや高かった。もみおよび玄米中の窒素濃度を分析した結果では, 各処理区に比べて無処理区でやや高い傾向がみられ, 玄米の検査等級によれば, 各処理区の中では, 強度中干し区がもっともよく, 次いでケイカル区, 山赤土客土区の順となり, いずれも着色米, やけ米等はみあたらなかった。

2) 対策処理と土壌条件

ここでねらった対策処理のポイントは, (1)基肥窒素の減肥, (2)土壌改良, (3)中干し等節水栽培の3つにおいて

第5表 登熟歩合と米質の検査結果

区 別	項 目 一株 穂数 (本)	登 熟 歩 合 (%)	1,000 粒 重 (g)	窒素濃度(%)		検 査 等 級			
				もみ	玄米	形質等級	検査等級	着色米	やけ米
1 無 処 理 区	28.8	82.1	21.1	1.3	1.4	1	3	0.2	なし
2 無 窒 素 区	20.3	84.5	21.2	0.9	1.1	1	2	あり	〃
3 窒素 $\frac{1}{2}$ 減肥区	21.6	88.5	20.9	1.0	1.2	1	3	なし	
4 ケイカル区	23.5	84.2	21.1	1.2	1.3	1	2	〃	なし
5 山赤土客土区	21.0	87.6	21.3	1.1	1.2	1	2	〃	〃
6 強度中干し区	22.0	88.9	21.1	1.2	1.3	1	1	〃	〃

注) 一株穂数, 登熟歩合, 1,000粒重は3か年の平均値。検査等級は昭53, 54について記載した。
なお, 登熟歩合の値は水(比重1.0)浸透によったものである。

実施したが, いずれもそのねらいは栽培期間における汚濁水流入にともなって惹起する土壤の強還元化, 供給過剰となる窒素分の低減にあった。このようなことから, とくに各処理区間に生育差のみられた最高分けつ期に着目し, 現地は場において作土のEh₆値(酸化還元電位), Fe(III), そしてNH₄-N含有量について調査しその結果を第6表に示した。

これによると, Eh₆値は山赤土客土区でやや低い傾向がみられたがその他の区では大差なく, おおむね-200mv程度の値であった。Fe(III)(2価鉄)は, Eh₆値を反映して, 山赤土客土区でやや低かったほかは, おおむね220~250mg/乾土100g程度を示し, NH₄-Nの含有量は各区間に差がみられ, とくに無窒素区, 山赤土客土区

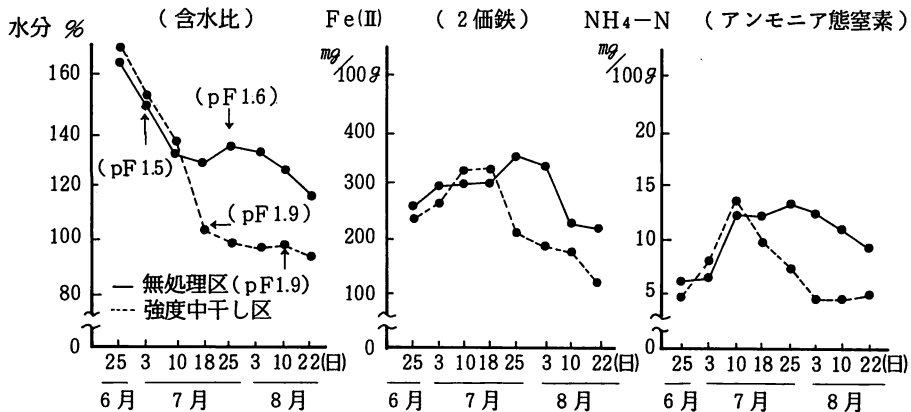
第6表 最高分けつ期の土壤Eh₆とNH₄-N(乾土)

区 別	項 目 Eh ₆ (mv)	Fe(III) (mg/100g)	NH ₄ -N 含有量 (mg/100g)
2 無 窒 素 区	-195	250	5.5
3 窒素 $\frac{1}{2}$ 減肥区	-198	234	7.0
4 ケイカル区	-200	220	7.3
5 山赤土客土区	-150	197	4.3
6 強度中干し区	-198	231	9.7

注) 昭53, 54, 55の3か年の平均値で示す。

の含有量は無処理区の約1/2にとどまった。

一方, さきの水稲栽培試験結果から処理効果の目立った中干し処理区について, 土壤のFe(III), NH₄-Nを経時



第1図 中干し処理と土壤水分, 2価鉄, アンモニア態窒素の変化(昭55)

的に追跡した結果を第1図に示す。これによると、中干し処理によって土壤水分は低下し、このことにより土壤中のFe(Ⅲ)、NH₄-N含有量はあきらかに低下することが認められた。すなわち、中干し前の作土の含水比は、無処理区、強度中干し区とも160~140%程度でpH値はいずれも1.5程度の値であったが、中干し実施後、無処理区と比較すると無処理区の含水比130~120%程度にとどまりpF1.6の値を示していたのに対し、中干し区では、含水比100~90%に低下し、pF値も1.9となった。Fe(Ⅲ)含量も中干し区で中干し実施により極端に値は低下し、NH₄-N含有量も中干し前乾土100gあたり15~20mg程度あったものが、中干し後10mgを下まわる値となり、こ

れらの傾向は前述したように作土の含水比約100%以下、pF1.8附近以下で顕著であった。また、この段階における作土表面の乾きの観察結果では、表面に巾2cm程度の亀裂が発生し、足跡の土壤の盛り上った部分では、脱水により土壤はかなり乾いている状態となった。

2 稲麦二毛作系列

1) 大麦の生育収量

無処理の水稻均一栽培を行った跡地について、裏作麦の全層播を行い、これらの生育収量についてみた結果を第7表に示した。これによると大麦の草丈茎数は標準区に比べて窒素1/4、1/2と窒素量を減らすことによって低下し、わら重、精麦重においても、生育と同様の傾向

第7表 大麦の生育収量とN吸収量

項目 区別	3/26~27		5/21~22		収量 (kg/10a)		N (%)		N吸収量 (kg/10a)		
	草丈 (cm)	茎数 (本/m ²)	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	わら重	精麦重(左比)	わら	子実	わら	子実	計
標準区	16.8	122	16.8	389	553	445(100)	0.51	1.94	2.8	8.6	11.4
窒素1/4減肥区	15.9	112	15.9	396	466	413(93)	0.45	1.49	2.1	6.2	8.3
窒素1/2減肥区	15.4	106	15.4	373	357	339(76)	0.43	1.50	1.5	5.1	6.6

注) 昭54, 55の平均値で示す。

を示した。さらにわらや子実の窒素濃度や吸収量について分析した結果によると、窒素減肥区はいずれも標準区に比べて低下する傾向がうかがわれた。このように、窒素汚濁水の水田流入で肥沃化した水田において跡作に大麦を栽培した場合、基肥窒素を1/4、1/2と窒素量を減肥すると、減肥率の増大に伴って、精麦重は低下した。すなわち標準施肥の収量が10aあたり445kgであったのに対し、窒素1/4減肥区で7%、窒素1/2減肥区で24%低下することが認められた。

IV 考 察

都市排水を主体とする窒素汚濁田の改良対策を確立するため、(1)基肥窒素の減肥、(2)土壤改良、(3)強度の中干しによる節水栽培等にポイントをおき現地試験を行った。その結果、強度の中干し、山赤土客土による土壤改良に

よる効果がみられ、とくに強度の中干しによる節水栽培の効果が目立った。ここで行った中干し区の処理期間は、地区慣行に比べて一週間程度節水期間を延長し、それ以後は間断かんがいがいとしたが、土壤中のFe(Ⅲ)、NH₄-N含有量の追跡調査を行った結果では、これらの区は、無処理区や他の処理区に比べ、あきらかに水分の低下と共にFe(Ⅲ)、NH₄-Nの値の低下が認められ、強度の中干しによる節水栽培が水稻に対する過度の窒素吸収を抑制する効果のあることがあきらかになり、これに次いで山赤土客土による効果も目立った。山赤土客土の場合は、鉄、マンガン等豊富に持っている資材補給により、汚濁田作土の還元化阻止をねらったが、このことがあきらかに、水稻の倒伏防止や米の品質確保に役立ったことは前述したとおりである。しかし、実際の客土となると、これらの対策は運搬客入労力や経費、資材確保の点で難点が残る。

都市汚水の流入等にもなう水中の窒素濃度と水稲の生育収量との関係については、すでに3ppm以上で生育に障害の兆候がみられ、5ppm以上ではこれが収量に影響し、減収となる場合の多いことはよく知られている^{3,4)} また、これら窒素過多による水稲の減収は、過繁茂にもなう受光体勢の不良化、病害虫の発生、倒伏、生育遅延等生態的要因と、同化産物あるいは体内転移の不均衡が直接の原因となっており、汚濁田の水稲は窒素の吸収量が多い反面、加里や珪酸の吸収量が少なく、穂への転流炭水化物が不足するとされている⁵⁾

もちろん、水稲に対する窒素濃度の影響は施肥によって大きく変る。前述したとおり、本試験地のかんがい水中の全窒素は平均9.8ppmと高かった。これを用いて水稲栽培を行った結果では、無窒素区の玄米収量が10aあたり459kgとかなりの収量が得られており、倒伏程度もきわめて低かった。かんがい水中の全窒素1ppmの効果は、おおむね10aあたり窒素で1kg相当量となり、さきの9.8ppmのかんがい水中の全窒素濃度は9.8kgの窒素量がかんがい水中から補給されたことになる。

また、都市排水を主体とする汚濁水は有機態窒素が多く、浮游物等は水田の水口部に沈積する¹⁾したがってこのような水口部における水稲生育は、沈積物の分解やEhの低下等で初期生育は抑制される心配があるが、後期に分解放出窒素の影響により過繁茂倒伏に結び付くことが懸念される。

一方、CODと水稲収量との関係については $Y = 0.84 + 0.90 \times (X)$ (Y:玄米収量, X:CODppm)の相関のあることが知られており⁴⁾被害を5%以内にとどめるためには、COD値を8.2ppm以下でなければならないという。

COD値平均9.4ppmを示す本試験地かんがい水はまさに被害発生に結びつく内容としては十分といえよう。

次に汚濁水により流入沈積した有機態窒素が、冬季に無機化、硝化され、跡作ムギの生育収量に及ぼす影響が懸念された。栽培試験の結果では基肥窒素の減肥率の増大によりオオムギの精麦重は低下し、このような場において、生育収量を確保するためには水稲栽培の場合と異なり基肥窒素の確保が重要であることが示唆され、跡

作ムギ導入にあたっての一知見を得た。

V 摘 要

都市排水等窒素汚濁水の流入する被害水田の被害軽減対策を確立するねらいから、現地対策試験を行った結果を要約すると次のとおりである。

- 1) 対策法のポイントを基肥窒素の減肥、土壌改良、強度の中干し等節水栽培において水稲の栽培試験を行った。
- 2) 対策の効果は、強度の中干し区、山赤土客土区で水稲倒伏は軽減され、品質収量も確保され、あきらかに認められた。
- 3) 強度の中干し区では中干しによりFe(II)、NH₄-N含有量の低下が認められた。
- 4) 山赤土客土は資材の確保、現地での労力、経費の点を考慮すると難点もあり、窒素の減肥も初期生育確保の点で心配もある。このようなことから、期待できる対策法として強度の中干し処理が適当と考えられた。
- 5) 被害田跡作にオオムギを栽培した結果、基肥窒素の減肥率の増大により精麦重は低下する傾向がうかがわれた。

謝辞：試験実施にあたり、親切なご指導と助言をいただいた酒井一元環境部長（現電ヶ崎試験地主任）には心からのお礼と感謝の意を表します。また、現地及び室内調査作業等終始ご協力いただいた管理部笹沼照子、小塚まさ子技術員、栗田みさ子（元管理部技術員、現退職）氏及び部内関係者に厚くお礼申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 平山ら（1981）：水質汚濁による被害田の改良に関する研究、第1報、中丸川流域とその他2,3 窒素汚濁水かんがい水田の実態調査、茨農試研報, 21, 91～105。
- 2) 田北ら（1962）：石狩川汚濁水の水稲生育に及ぼす影響について、北海道農試集報第9号。
- 3) 中安ら（1967）：都市近郊における水稲汚水害に関する研究。東京都農試研報第4号。

水質汚濁による被害田の改良に関する研究

- 4) 愛知農試(1965):水質汚濁対策試験成績書。
- 5) 茨城県開発部公害課(1968):中丸川水系水質保全対策調査報告書。
- 6) 長戸ら(1968):かんがい水の水質が水稻の生育, 稔実上におよぼす影響, 日作紀 37, 3。

農業用水水質の地域性

平山 力

On the Areal Distribution of the Agriculture water quality
in Ibaraki Prefecture

Chikara HIRAYAMA

県内の農業用水水質の地域的特徴をあきらかにするため、土地条件や土地利用形態の異なる主要地区5か所を選定し、水質調査を行った。その結果、かんがい水質にはあきらかな地域の特徴が認められた。これを、まず、窒素についてみると、谷津田そ菜地区が最も高く、利根下流や県北山間地区では低い。リンでは谷津田各区や県北山間地区で低く、利根下流や小貝中流で高目となった。さらにCOD、Fe(II)、Cl、SO₄は利根下流で高く、谷津田、県北山間地区で低く、DOはこれと全く逆の傾向を示した。因に地区内のT-N濃度を平坦地を中心にみるとおおむね2~4ppmの範囲にあることが認められた。

I 緒 言

農業用水は通常稲作のかんがいが主体で、河川水の利用が多い。しかし、地域によっては湖水、ため池、天水、深井戸等その水源は若干異なる。いずれにしてもこれらの水質が作付けされた作物の生育収量に及ぼす影響は無視できず、これら水質の地域特性をあきらかにすることは、作物の栽培管理上きわめて重要である。

県内の農業用水の水質については、すでにいくつかの報告^{1)~5)}がある。しかし、いずれも公共水系を中心に概査したものや汚濁水流入にともなう影響を調査した例が多く、水稻の生育ステージを考慮し、水質の各成分を地域別にとらえた例は少ない。

そこで、ここでは県内の農業用水水質の地域的特徴をあきらかにするため、対象地区を地形と土地利用形態との関連で比較的都市化による汚濁の影響の少ない主要地区を選び、水質の調査を行った。その結果、水質の地域的特徴として2,3の知見が得られたのでその概要を報告する。なお本調査は農村総合整備モデル事業の一環として昭和53~57年に行ったものである。

II 調査方法

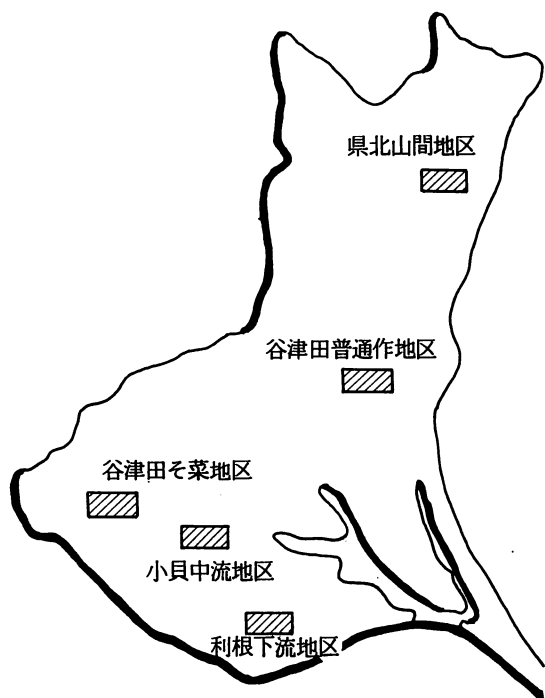
1) 調査地区

調査対象地区は、第1図に示したとおり、県の南部から北部に亘る純農村地帯を中心に、とくに地形と土地利用形態の異なる5地区を選定した。地区の概要は次のとおりである。

(1) 利根下流地区：新利根村を中心とする利根下流の代表地域で、標高YP5~6mを有する低湿平坦地帯である。対象面積は2,580haで、ほとんどが黒泥、泥炭土壌に該当する。大部分が水稻単作で、調査実施時点では地区全体の83.3%がこれに相当した。

(2) 小貝中流地区：谷和原村を中心とする平坦地で標高YP10~12mである。面積は2,254ha、土壌は大部分細粒灰色低地土、灰色系に該当する。土地利用状況では全体の90.2%が水田で調査時点では水稻の単作であった。

(3) 谷津田そ菜地区：本地区は八千代町を中心とするスイカ・メロン、ハクサイ地帯を包含する。対象面積は1,758ha、標高はYP22~25m、土壌は火山灰台地と



第1図 調査地区位置図

これら台地に挟まれた谷津田含めて表層腐植質多湿黒ボク土で、地区内の土地利用状況は水田30.3%、畑47.1%、山林14%その他となっている。

(4) 谷津田普通作地区：内原町を中心とする標高YP 31～35 mの比較的台地較差の少ない土地条件である。面積は2,780 ha、分布する土壌は大部分厚層多腐植質黒ボク土であり、土地の利用状況は水田29.3%、畑20%、山林35%その他となっており地区内には平地林を主体とする山林が多い。

(5) 県北山間地：十王町、高萩市、里美村に連なる県北山間地で、標高YP 50～350 m、林地は杉、松、桧、雑木を主体とし、各河川の上流地域となっていることから地区内のところどころに湧水か所も散在する。

2) 調査方法

(1) 地点と調査時期

調査地点は地区内の河川、農業用水路を中心に10～15か所を選び、これらの地点について5～8月のかんがい期、10～3月の非かんがい期に分けて月1回、降雨増水時を配慮しながら分析用試料の採水を行った。

(2) 採水方法

採水は流下する河川、農業用水路の中央部流心より20ℓ容ポリバケツを用いて行った。現地ですぐに水温、DOの固定、汚濁状況、臭等の観察を行った後、1ℓ容広口ポリビンに採取し、室内に搬入して分析に供した。

(3) 分析項目、分析法

分析項目は全窒素(T-N、以下項目は記号で記す)、ケルダール態窒素(Kj-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、全リン(T-P)、化学的酸素要求量(COD)、溶存酸素(DO)、2価鉄(Fe(II))、塩素(Cl)等農業用水としての水質評価にかなり係りを持つ項目と、石灰(Ca)、苦土(Mg)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、硫酸(SO₃)、珪酸(SiO₂)等である。分析は「工場排水試験法」⁶⁾により、JIS、K0102にしたがった。

Ⅲ 調査結果

(1) 地区別T-N、T-P

地区別T-N、T-Pについての調査結果を第1表に示した。

これよりまずT-Nについてみると、対象地区の中で終始高い値のみられたのは谷津田そ菜地区であった。すなわち、その濃度を5～8月のかんがい期でみると3.13～4.60 ppmの範囲、平均3.76 ppm、10、12、3月3回にわたって調査した非かんがい期では4.73～9.60 ppmの範囲、平均8.23 ppmと非かんがい期の値がかんがい期に比べて倍以上となった。さらにその他の地区についてみると、その値は地区により、かんがい、非かんがい期で若干異なった。まず、かんがい期をみると、小貝中流地区で3.21～3.80 ppmの範囲、平均3.16 ppm、谷津田普通作地区で1.73～3.35 ppm、平均2.65 ppm、利根下流地区2.38～2.75 ppm、平均2.29 ppm、県北山間地区0.51～0.74 ppm、平均0.58 ppmの順となったが、非かんがい期をみると、谷津田そ菜地区の次に、谷津田普通作地区の2.12～3.70 ppm、平均2.35 ppm、小貝中流地区1.41～2.60 ppm、平均1.80 ppm、利根下流地区1.34～1.85 ppm、平均1.60 ppm、県北山間地区0.30～0.49 ppm、平均0.37 ppmの順であった。全体をとおして林地の多い県

第1表 地区別T-N, T-P

(ppm)

地区	項目	かんがい期		非かんがい期	
		T-N	T-P	T-N	T-P
利根下流地区 (n=15)	最大~最小	2.75~2.38	0.44~0.18	1.85~1.34	0.37~0.14
	\bar{x}	2.29	0.26	1.60	0.23
	CV(%)	12.5	27.8	10.3	19.7
小貝中流地区 (n=15)	最大~最小	3.80~3.21	0.34~0.11	2.60~1.41	0.27~0.10
	\bar{x}	3.16	0.15	1.80	0.16
	CV(%)	11.7	22.0	10.7	13.4
谷津田そ菜地区 (n=14)	最大~最小	4.60~3.13	0.06~0.01	9.60~4.73	0.04~0.02
	\bar{x}	3.76	0.03	8.23	0.03
	CV(%)	21.6	8.9	24.0	3.9
谷津田普通作地区 (n=12)	最大~最小	3.35~1.73	0.03~0.01	3.70~2.12	0.03~0.01
	\bar{x}	2.65	0.02	2.35	0.03
	CV(%)	29.4	3.7	12.3	3.7
県北山間地区 (n=10)	最大~最小	0.74~0.51	0.02~0.01	0.49~0.30	0.02~0.01
	\bar{x}	0.58	0.01	0.37	0.01
	CV(%)	11.2	3.0	7.6	3.0

注) かんがい期: 5~8月, 非かんがい期: 10, 12, 3月, \bar{x} 平均値, CV(%) 変異係数, n = 地点数

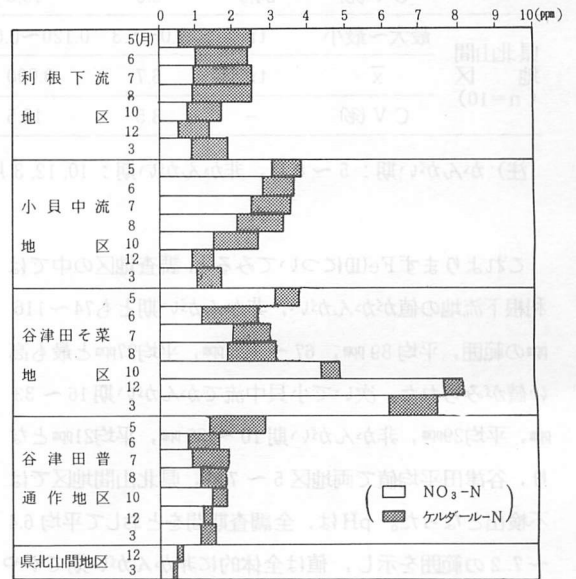
北山間地区の低い値が目立ったが、さらに地形的に最も低い位置にある利根下流地区のN濃度が以外に低い値で推移していたことが注目された。また、かんがい期におけるT-N濃度を地区平均で見ると、0.58 ppmの県北山間地区を除いて2.29~3.76 ppmの範囲で県北山間地区の約4~6倍の値となった。

調査地区別にみたT-P値にはあきらかな差異が認められた。すなわち、調査地区の中で常に高い値のみられたのが利根下流地区で、かんがい期0.18~0.44 ppmの範囲、平均0.26 ppm、非かんがい期0.14~0.37 ppm、平均0.23 ppmとかんがい期、非かんがい期ともその値には大差はみられなかった。次いで小貝中流地区でここではかんがい、非かんがい期それぞれ0.11~0.34 ppm、平均0.15 ppm、0.10~0.27 ppm、平均0.16 ppmでいずれも値に大差はなかった。さらにT-Pの値は谷津田地区になるといずれの地区も平均で0.02~0.03 ppmと前述沖積平坦地帯に位置する両地区に比べてその値は極端に小さくなり、県北山間地区に至ってはいずれの時期も平均0.01 ppmとその値はさらに低

下した。

(2) 地域別N形態

第2図には水質中のNの形態を地域別に示した。



第2図 地区別窒素形態

ここではNの形態をNO₃-NとKj-Nに分けて示したがこれによると、利根下流地区を除いてほとんどの地区でKj-Nの値に比べてあきらかにNO₃-Nがうわまわり、とくに目立ったのは前述した谷津田そ菜地区で全期間NO₃-Nの高い値であった。次いで小貝中流地区、谷津田普通作地区の順となり、利根下流、県北山間地区はいずれも値は低かった。かんがい期非かんがい期別にみたNO₃-N濃度では谷津田そ菜地区の非かんがい期の値が

極端に高かったことが注目された。

一方、Kj-Nをみると地区別では利根下流、小貝中流と地形的に低い沖積平坦地で値の高まる傾向がみられ、とくに利根下流地区ではN全体の中でかんがい、非かんがい期ともあきらかにKj-NがNO₃-Nの値を凌駕した。

(3) Fe(II), pH, EC, Cl

水質中のFe(II), pH, EC, Clの調査結果は第2表に示した。

第2表 地区別Fe(II), Cl等

地区	項目	かんがい期				非かんがい期			
		Fe(II)(ppm)	pH	EC(ms/cm)	Cl(ppm)	Fe(II)(ppm)	pH	EC(ms/cm)	Cl(ppm)
利根下流地区 (n=15)	最大~最小	116~74	6.9~6.4	0.530~0.260	117~24	128~67	7.4~6.9	1.750~0.520	130~26
	\bar{x}	89	6.8	0.435	68	97	7.2	1.395	71
	CV(%)	37.4	4.4	13.1	46.2	28.0	2.6	19.6	39.3
小貝中流地区 (n=15)	最大~最小	33~16	6.8~6.4	0.290~0.170	30~15	35~10	7.3~6.8	0.405~0.210	39~18
	\bar{x}	29	6.7	0.230	22	21	7.1	0.330	27
	CV(%)	25.2	3.6	12.5	21.0	27.4	3.1	16.8	17.6
谷津田そ菜地区 (n=14)	最大~最小	11~3	6.6~6.3	0.460~0.260	23~15	9~3	7.1~6.6	0.910~0.270	30~13
	\bar{x}	6	6.4	0.365	18	5	7.0	0.715	21
	CV(%)	29.6	2.4	11.7	14.3	22.5	3.0	24.8	16.1
谷津田普通作地区 (n=12)	最大~最小	10~4	6.8~6.5	0.290~0.160	20~13	8~2	7.2~6.6	0.275~0.160	24~15
	\bar{x}	7	6.6	0.220	16	5	7.1	0.205	18
	CV(%)	24.0	3.0	10.6	8.5	12.5	3.9	17.1	14.6
県北山間地区 (n=10)	最大~最小	tr	7.0~6.3	0.120~0.040	11~7	tr	6.9~6.4	0.130~0.030	10~6
	\bar{x}	tr	6.7	0.090	8	tr	6.8	0.085	8
	CV(%)	-	3.5	12.5	13.0	-	3.6	28.3	15.3

注) かんがい期: 5~8月, 非かんがい期: 10, 12, 3月, \bar{x} 平均値, CV(%) 変異係数, n = 地点数

これよりもまずFe(II)についてみると、調査地区の中では利根下流地の値がかんがい、非かんがい期とも74~116 ppmの範囲、平均89 ppm、67~128 ppm、平均97 ppmと最も高い値がみられた。次いで小貝中流でかんがい期16~33 ppm、平均29 ppm、非かんがい期10~35 ppm、平均21 ppmとなり、谷津田平均値で両地区5~7 ppm、県北山間地区では不検出となった。pHは、全調査期間をとおして平均6.4~7.2の範囲を示し、値は全体的に非かんがい期でやや高まる傾向を示した。EC値は利根下流地区かんがい期

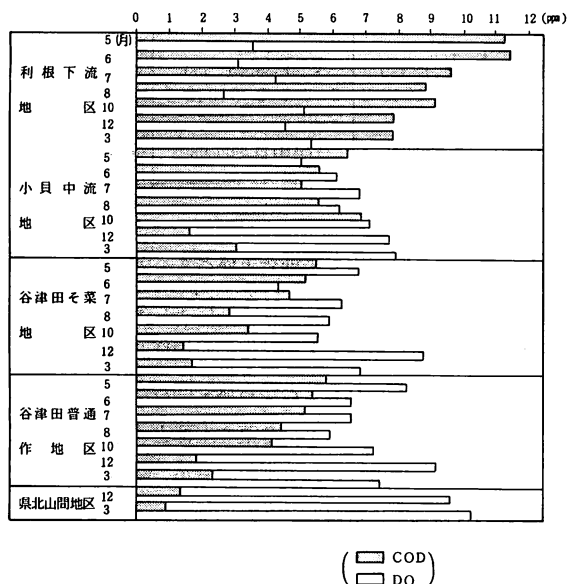
で0.260~0.530 ms/cm、平均0.435 ms/cm、非かんがい期0.520~1.750 ms/cm、平均で1.395 ms/cm、次いで谷津田そ菜地区かんがい期で0.260~0.460 ms/cm、平均0.365 ms/cm、非かんがい期で0.270~0.910 ms/cm、平均0.751 ms/cmとなりさらに小貝中流地区平均で0.230 ms/cm、非かんがい期、0.330 ms/cm、谷津田普通作地区平均で0.220, 0.205 ms/cm、県北山間地区平均0.090, 0.085 ms/cmの順となった。Clは利根下流地区かんがい期で24~117 ppmの範囲、平均68 ppm、非かんがい期26~130 ppm、平均71 ppmで

農業用水水質の地域性

対象地区の中では終始高い値がみられた。次いで小貝中流地区のかんがい期平均 22 ppm, 非かんがい期 27 ppm, さらに谷津田そ菜地区, 同普通作地区で平均 16 ~ 21 ppm, 県北山間地区平均いずれの期間も 8 ppm と県南河川流域から県北山間地区に向って値の低下は明瞭であった。

(4) 地区別 COD, DO

第 3 図には地区別にみた COD, DO 値の推移を図示した。これよりまず COD について地区別にみると, 常



第 3 図 地区別 COD, DO

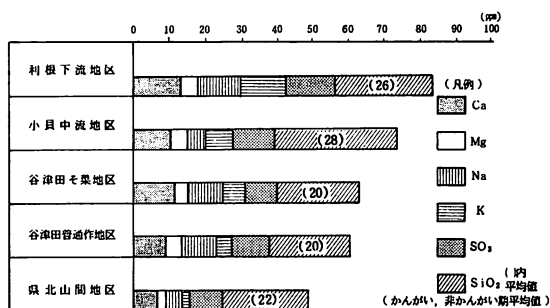
に高い値のみられたのが利根下流地区であり, 全期間をとおして 7 ~ 11 ppm の範囲であった。小貝中流や谷津田各地区は含めて 2 ~ 7 ppm の範囲, 県北山間地区は 1 ppm 前後の最も低い値となった。またこれを時期別の推移でみると, 5 ~ 8 月のかんがい期間は各地区ともその値は 5 月, 6 月に高く, 順次低下する傾向がみられるが, 10 月以降の非かんがい期では全般的に 10 月で値は高かった。

次に DO についてみると, その傾向は前述した COD と全く反対の傾向となった。すなわち, 県北山間地区では非かんがい期のみ調査結果となったがその値は 10 ppm をうわまわり, 谷津田各地区でも 5 ~ 9 ppm の範囲, 小貝中流地区で 5 ~ 8 ppm と順次値は低下し, 利根下流地区ではおおむね 3 ~ 5 ppm の範囲を示し, 対象地区内で最も低

い値がみられた。時期別推移では利根下流, 小貝中流地区では 5 月, 6 月で値は低く 7 月以降それがうわまわるのに対し, 谷津田各地区では 5 月に値はむしろ高く, 漸次低下の傾向を辿った後, 非かんがい期に至って値は急激にうわまわった。

(5) 地区別 Ca, K, SiO₂ 等

第 4 図には Ca, Mg, Na, K, SO₃, SiO₂ の値をかんがい, 非かんがいを併せその値を平均値で図示した。これによると, 各成分の濃度を地区別トータルとしてみた水質には, あきらかに差がみられた。すなわち, その傾向は利根下流地区で最も大きく, 小貝中流, 谷津田各地区がこれに次ぎ, 続いて県北山間地区となった。またそれぞれの水質成分を地区別に概観すると, Ca (13 ppm) Na (12 ppm), K (13 ppm), SO₃ (14 ppm) の濃度はいずれも利根下流地区で高かった。小貝中流地区では SiO₂ 濃度が 28 ppm と他の地区を凌駕し, 利根下流地区はこれに次いだ。その他それぞれの地区にみられた成分濃度範囲をみると, Ca は 6 ~ 10 ppm, Mg はいずれも 5 ppm 前後, Na は 4 ~ 10 ppm, K は 2 ~ 6 ppm, SO₃ は 8 ~ 12 ppm, SiO₂ は 20 ~ 26 ppm の範囲であった。



第 4 図 Ca, K, SiO₂ 等

IV 考 察

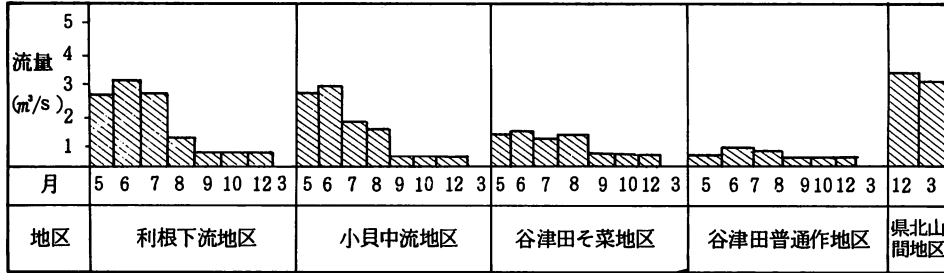
1 水質の地域的特徴

ここでとりあげた水質調査のねらいは, 県内の農業用水の水質の特徴を, 土地利用状況と地域の立地条件との関連であきらかにしようとしたもので, そのための水質

調査を県内の主要地区5か所選んで行った。その結果、それぞれの地区のかんがい水質に地域的な特徴が認められた。

すなわち、地域別にみた農業用水中のT-N濃度では、利根下流や小貝中流地区に比べて谷津田畑作地区が高い値を示し、とくにそ菜地区でこの傾向が目立った。また

これら高い地区について調査時期をかんがい期、非かんがい期に分けて調査した結果では、非かんがい期の濃度が高かった。この理由の一つには第5図にも示したとおり、非かんがい期の流量がかんがい期に比べて極端に少なくなっていることもあげられるが、小川¹³⁾らの作物の種類と施肥時期が系外排出に係っていること、さらに永井¹⁴⁾



第5図 地区別の流量

らの指摘するとおり、永年地下停滞水中に地上部から地下に溶脱したN成分が蓄積貯蔵され、これらの排出も考えられる。

Nの形態では利根下流や小貝中流地区でN総量の中のKj-Nの占める割合が多く、とくに利根下流地区ではその割合はNO₃-Nをうまわった。これに対し谷津田地区や県北山間地区ではKj-Nが少なかった反面NO₃-NがN全体の大部分の割合を占めた。勿論このことはその理由の一つに前述した調査地区の土地条件があげられよう。すなわち、Kj-Nの多かった利根、小貝両流域では地形的に標高5~12m程度の排水不良の低湿平坦で全体的に還元条件とみられる範囲、これに対してNO₃-Nの多かった谷津田、県北山間地区は標高20~350mの台地、丘陵地、山地も含め表層3~4mの火山灰で覆われ、下層は成田層といわれる砂礫層に続き、透水性はきわめてよい酸化的条件となっている。さらにFe(III)、T-N、Cl⁻、COD等の値も前述したとおり、谷津田、県北山間各地区に比べて利根下流、小貝中流各地区で値は高まったがこれらの理由もさきの地形、土壌等土地条件に起因するものと考えられる。

谷津田そ菜地区は、調査結果によればNO₃-Nが全般的に高かった。古畑⁷⁾らは長野県原村のそ菜畑暗きょ水から常時50ppm前後のNO₃-Nが検出されていることを報告

し、筆者らも県内のそ菜畑を主体とする畑地浅層地下水中に50~70ppmのNO₃-Nが含まれていることをすでに報告⁸⁾した。もともとそ菜畑は作物の輪作回数も多く集約的な条件下におかれることから施肥回数が多くなる。このような状況からみると、そ菜を主体とする畑地地域ではそ菜栽培下で施与される肥料成分が、降雨等の影響で余剰のNが地下に溶脱し、これが地下水を經由して系外に排出されることが懸念され、谷津田そ菜地区にみられた高い値はこれらに起因するものと推察される。水田には水質を浄化する機能のあることが知られており、さらに水田には脱N作用があり、この働きは還元化の強い土壌ほど大きいことも報告^{9~11)}されている。利根下流地区のN濃度が低かった一因にはこれらの働きによる影響が考えられ、このことは前述したCOD、Fe(III)濃度の高かったことからもうかがい知れる。

谷津田各地区水質中のT-P濃度は全般的に低かった。このことはすでに知られているとおり火山灰土によるP吸着の影響¹⁵⁾とみられる。一方、利根下流地区では概してT-P、Cl⁻濃度が高く、とくに利根下流地区に至ってはCa、Na、K、SO₃も含めその値は調査地区中最も高かった。このことについては、下流部への物質の流れも考えられているが、さらにこれらの地域が、かつて古東京湾時代に海であったことが知られていることからみ

て、これら海水成分が下層埋没土壌や地下浸透水を通じ、かんがい水質に反映された結果によることも無視できない。

2 N濃度の現況

農業用水中にカリやケイ酸の多いかんがい水をかんがいでいる地域では、これら成分の天然供給が作物の生産に好影響を及ぼすことは、すでに小林¹⁷⁾の指摘しているとおりでである。しかし、近年都市化にともなう用水の汚濁の進行は、過剰N等による作物被害の発生と結びついて問題化した。このような背景から1970年農林水産者公害研究会は農業用水の水質基準を発表した。これによると、pH、6.0～7.5、COD 6ppm 以下、SS 100ppm 以下、DO 5ppm 以上、T-N 1ppm 以下、電気伝導度 0.3ms/cm 以下となっている。また水稲栽培にあたっての水質の許容範囲¹⁸⁾としては、pH 8ppm 以下、SS 100ppm 以下、DO 5ppm 以上、Cl $-500\sim 700\text{ppm}$ 以下、電気伝導度 1ms/cm 以下T-N 5ppm 以下NH $4-N3\text{ppm}$ 以下の値が知られている。

前述の調査結果によれば、かんがい期のT-N濃度を地区平均でも、県北の 0.58ppm 以外は $2.29\sim 3.76\text{ppm}$ の範囲でもはや県内平地で農業用水の基準値であるT-N 1ppm 以下の水質はほとんど得られず、むしろ地区におけるN富化の傾向は前述した許容範囲に近づいており、このことから腐栄養化の兆候はあきらかにうかがえる。もちろん、かんがい水中のN濃度は水稲のN吸収と収量性から評価する必要のあることはいままでもない。T-Nによる水稲被害は過繁茂による倒伏、登熟不良、いもち病等病害虫の多発、米品質の低下また発現の様相は、品種・天候、水管理、土壌の種類、栽植密度、肥培管理、水口部等流入位置等によって種々異なることは当然であり、さらに水稲被害の発生は、Nの形態によっても異なる。通常水稲はNO $3-N$ の利用率は低いとされているが、小川²⁰⁾によれば、標肥区の水稲収量はNO $3-N$ の濃度が 0ppm 区でピークを示し、濃度が高まるほど減収する。また、減肥区ではNO $3-N10\text{ppm}$ 区で最高収量が得られたと報じている。調査結果では谷津田各地区のNO $3-N$ はT-Nの大部分を占めており、これらが谷津田の水稲生育に及ぼす影響は無視できない。したがって、今後これ

ら水質の保全を期待するためには水田自体による水質浄化や水の循環利用に依存するばかりではなく、積極的な排出規制のための行政指導、集落ごとの排水浄化処理場の建設、さらにより高度なN削減のため技術開発が望まれる。

V 要 約

- (1) 県内の農業用水を地形・土地利用形態との関連で主要地区5か所を選び水質調査を行った結果、水質の特徴として地域性が認められた。
- (2) T-Nはかんがい期、非かんがい期通して谷津田そ菜地区で最も高い値を示し、県北山間地区は最も低かった。また、利根下流地区が比較的低い値のみられた点注目された。
- (3) Nの形態では、利根下流地区、小貝中流地区でN全体の中のKj-Nの割合が多かったのに対し、谷津田各地区、県北山間地区ではNの大部分がNO $3-N$ であった。
- (4) Fe(III)、T-P、Cl、CODは谷津田、県北山間各地に比べて、利根下流、小貝中流地区で高い傾向がみられた。
- (5) Ca、Na、K、SO 3 は利根下流地区で、SiO 2 は小貝中流で最も高かった。
- (6) DOはCODと反対の傾向を示し、谷津田各地区、県北山間地区で高かった。
- (7) 県内平坦部各地区のT-N濃度は平均値比較で $2.29\sim 3.76\text{ppm}$ の範囲にあり、水質基準値 1ppm からみて高い値にあることを知った。

謝辞：本調査を行うにあたり、適切なご助言と有益なご指導をいただいた元環境部長（現農試竜ヶ崎試験地主任）酒井一氏に心から感謝の意を表します。

なお、本研究の一部は昭和55年10月に開催された日本土壌肥料学会関東支部会において発表した。

引 用 文 献

- 1) 茨城農試：関東東海土壌肥料ブロック会議資料（1973）。
- 2) 上野忠男、石川昌男、吉原貢：茨城県下の農業用水

- 調査(第1報), 県内における農業用水水質の実態について, 日土肥講要集 22, Part II, (1976)。
- 3) 茨城農試: 茨城県における農業用水水質の現状, (1977)。
 - 4) Ex 研究所: 霞ヶ浦水質保全対策総合解析調査報告書(1980)。
 - 5) 茨城大学農学部霞ヶ浦研究会編: 霞ヶ浦, P 133 ~ 135 三共科学選書 7, (1977)。
 - 6) 日本工業規格: 工場排水試験法, 日本規格協会 (1971)。
 - 7) 農業研究センター編: 関東東海地域試験研究会資料 (耕地管理), (1982)。
 - 8) 平山力ら: 土壌利用形態の異なる台地内谷津田周辺地区の湧水水質について, 日土肥講要集, 22, 159。
 - 9) 農事試水質研究室: 昭和 49年度試験研究成績 P 15, (1977)。
 - 10) 小川吉雄, 酒井一: 水田における窒素浄化機能の解明, 土肥誌, 56, 1 ~ 9 (1985)。
 - 11) 茨城農試: 昭和 59 年度, 成績概要書, (1984)。
 - 12) 茨城農試: 昭和 58 年度成績概要書 (1983)。
 - 13) 小川吉雄ら: 畑地からの窒素の流出に関する研究, 茨城農試特別研報 4, (1979)。
 - 14) 永井恭三, 村岡真知は, 老田実: 茨城県阿見町における飲料用井戸水の無機窒素含量の年間の変化について, 茨大農学術報告 23 59 ~ 63 (1975)。
 - 15) 岩田武司: 農事試験, 49, (1928)。
 - 16) 大山年次監修, 蜂須紀夫編: 茨城県地学ガイド, 245 ~ 254, (1978)。
 - 17) 小林純: 本邦河川の水質について, 農学研究, 39, 27 ~ 29 (1951)。
 - 18) 農林水産省公害研究会: 農業(水稻)用水基準及び水産環境水質基準について, 昭和44年度公害研究会報告。(1970)。
 - 19) 坂井弘監修: 農業公害ハンドブック (1974)。
 - 20) 茨城農試: 試験成績概要書 (1983)。

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点

松井武彦・上田康郎・高橋 修^{*}・平沢信夫・浅野伸幸

Damages of sweet potato caused by the cupreous chafer,
Anomala cuprea Hope (Coleoptera ; Scarabeidae) and it's control

Takehiko MATUI, Yasurou UEDA, Osamu TAKAHASI,
Nobuo HIRASAWA and Nobuyuki ASANO.

サツマイモのドウガネブイブイ幼虫に対する防除対策試験を1983年から1986年に実施した。ドウガネブイブイの幼虫齢の進展とともにサツマイモにおける被害が増加した。幼虫1個体あたりのサツマイモ総摂食量は5.31gと推定された。幼虫の1時間あたりの移動距離は10cm～15cmであった。幼虫の密度と被害程度との関係は明らかでなかった。被害イモ率と被害度の間には高い相関が認められた。薬剤による防除試験は粒剤10種、液剤3種を供試して実施した。薬剤による被害軽減効果は無処理区100に対し、処理区は0～200と大差があった。MPP粒剤の畦立時畦内混和処理の効果が比較的安定していた。粒剤の畦内の濃度分布は畦上部に集中することが推察された。1齢幼虫に対する薬剤の残効は、ダイアジノンSLゾル剤で施用後90日、MPP粒剤では130日後においても十分な効果が認められた。有機物の土壌混入は被害を増加させた。昆虫寄生菌とMPP粒剤を混用した畦立時施用は被害を軽減させた。

目 次

I	緒 言	218	2)	サツマイモの被害と幼虫の平均齢期	223
II	材料および方法	218	3)	被害のサツマイモ品種間差	223
III	結果および考察	220	3	ドウガネブイブイ幼虫の防除試験と防除上の問題点	224
1	ドウガネブイブイ発生期の気象概況とドウガネブイブイの発生状況	220	1)	薬剤の効果の経時変化	224
1)	気象概況	220	(1)	施用後日数と効果	224
2)	成虫の発消長	220	(2)	幼虫の齢期と薬剤の効果	224
3)	幼虫の発消長	220	(3)	土壌の採集部位と効果	225
2	ドウガネブイブイ幼虫の摂食量とサツマイモの被害	222	2)	幼虫の行動と薬剤忌避	225
1)	幼虫の摂食量	222	(1)	幼虫の移動能力	225
			(2)	薬剤忌避行動	226
			(3)	圃場における被害防止効果	227
			3)	圃場における薬剤防除試験	227
			4)	薬剤試験の効果の振幅	229

* 現在、茨城県水戸病害虫防除所

5) 畦内土壤中における薬剤の分布230
 6) 枠試験および他資材との組合せ232
 4 問題点および考察234
 IV 謝 辞236
 V 摘 要236
 引用文献237

I 緒 言

茨城県下のサツマイモ圃場におけるコガネムシ類の発生は1970年代はアカピロウドコガネが主体であった。1980年頃からドウガネブイブイの発生が増大し被害が問題となった。ドウガネブイブイによるサツマイモの被害はアカピロウドコガネと同様にイモの表面を食害し、商品価値が著しく低下することで収量への影響は少ない。アカピロウドコガネは多食性ではあるがサツマイモ圃場で世代の完結が可能である。しかしドウガネブイブイの場合は成虫が主に樹木の葉を摂食し、サツマイモ圃場へは産卵のために飛来し幼虫がイモを食害する。成虫と幼虫の生息場所が異なることが防除を困難にしている。茨城県行方郡麻生町において1983年から1985年まで3年間、薬剤による被害防止試験を中心に実施した。また薬剤の残効、幼虫の行動解析のため室内検定試験を1986年に実施した。実用化しうるに十分な結果を得るに至らなかったが、試験方法を含めて問題点の検討を行い今後の研究推進の参考としたい。

II 材料および方法

試験実施場所：茨城県のほぼ中央に位置する水戸市の農業試験場内圃場（水戸市圃場）と県の南東部に位置する行方郡麻生町青沼の農家圃場（麻生町圃場）においてドウガネブイブイの密度、サツマイモの被害調査、薬剤、有機物ならびに昆虫寄生菌等の施用効果の検討を行った。

供試昆虫：ドウガネブイブイ（*Anomala cuprea* Hope）野外成虫の産卵による幼虫個体群（圃場および野外枠試験）、野外採集成虫を放飼し、その産卵による個体群（パイプハウス内試験）、野外採集成虫から採卵し、腐葉土とサツマイモを餌として飼育した1齢から3

齢（終齢）幼虫（室内試験）を供試した。

成虫の発消長：水戸市と麻生町に隣接する北浦村で成虫の発消長調査を行った。水戸市ではブラックライト（10W）を使用して1983年から1985年の3年間、北浦村では白色電球（60W）を使用して1984年と1985年の2年間実施した。

幼虫の発消長：麻生町のサツマイモ栽培圃場において1983年から1985年まで3年間、7月下旬から10月中旬（収穫期）まで10日間隔で幼虫密度を調査した。マルチをした畦内と畦間で土壤中（30cm×30cm）の幼虫密度をそれぞれ5ヶ所で、また収穫時にも土壤中（50cm×50cm）3か所の調査を行った。

サツマイモの被害調査：サツマイモの被害は被害イモ率と被害度で表示した。被害イモ率は調査したイモから屑イモを除き、小イモ以上の被害イモ率とした。被害度は屑イモを含めた全調査イモについて、被害の程度を指数化（無を0、少を1、中を2、多を3）し次式によって算出した。

$$\text{被害度} = \frac{\text{少被害イモ数} + \text{中被害イモ数} \times 2 + \text{多被害イモ数} \times 3}{\text{全調査イモ数} \times 3}$$

サツマイモの生育時は5株、収穫時には9株について調査した。

サツマイモの被害の品種間差：水戸市圃場に枠圃（4m²）を設置し、枠圃内に2畦を設けた。紅赤と高系14号を供試し、1品種あたり1畦に6株栽培した（2反復）。また寒冷紗張りパイプハウス内に枠圃（1m²）を設け、枠内に3株を栽培した。栽植にあたって前記2品種の構成を2：1および3：0とした（8反復、32区）。

薬剤の効果の経時変化：薬剤の土壌混和後の効果の推移を明らかにするため麻生町圃場にMPP粒剤とダイアジノンSLゾルを、水戸市圃場にダイアジノンSLゾルを施用し施用後所定日に土壌を採集して室内において効果検定試験を実施した。薬剤の土壌混和方法は畦立て前に畦となる位置に浅い溝をつけ、MPP粒剤は条状に施用し、ダイアジノンSLゾルは区全面にジョーロで散布した後ロータリー耕、畦立て、マルチ張りを行った。土

壤採集管（口径 5 cm の塩化ビニール製パイプ）を用いて 1 区あたり 3 地点を選定し、土壌を 1 地点より 300 g ~ 1 kg を採集した。採集した土壌の幼虫に対する効果試験は土壌をポリエチレン製飼育容器にサツマイモとともに入れ、幼虫を放飼して死亡状況を観察した。薬剤施用後 60 日の飼育容器の大きさは径 7.5 cm、深さ 5 cm、施用後 90 日および 130 日は径 12 cm、深さ 7 cm とした。1 齢幼虫に対する効果試験は施用後 60 日土壌でふ化幼虫を 1 区あたり 5 個体供試し 3 反復。施用後 90 日は 1 齢後期幼虫を 1 区あたり 5 個体供試し 3 反復、施用後 130 日は 1 齢後期幼虫を 1 区あたり 2 個体供試し 6 反復とした。

異なる幼虫齢に対する効果試験は、施用後 90 日土壌で 1 齢後期と 2 齢初期幼虫を 1 区あたりそれぞれ 5 個体供試して 3 反復。施用後 130 日は 2 齢後期と 3 齢中期幼虫を 1 区あたりそれぞれ 2 個体供試して 3 反復とした。

薬剤混和土壌は採集部位によって効果の変動が懸念されたので、薬剤施用後 90 日にマルチ内土壌を最上部から 5 ~ 15 cm の部位、20 ~ 30 cm の部位、畦間の土壌を地表部から 5 ~ 15 cm の部位、20 ~ 30 cm の部位の 4 区を選定し、1 区あたり 3 カ所から土壌を採集した。1 区あたり 2 齢幼虫を 5 個体供試して 3 反復とした。

また幼虫の薬剤に対する忌避行動を調査するため、塩化ビニール製容器（15 cm × 27 cm、深さ 10 cm）の片側 1/2 に深さ 7 cm まで麻生町圃場の薬剤施用後 90 日の土壌を詰め、反対側 1/2 に薬剤無施用土壌を入れた。餌としてサツマイモを中央に埋め込み 2 齢幼虫を放飼して生息、死亡位置を調査した。1 容器あたり 5 個体を供試し、3 反復とした。

ダイアジノン SL ゾル区における土壌中の薬剤濃度の推移調査は日本化薬株式会社上尾研究所に依頼した。

幼虫の行動解析：幼虫の移動能力を調査するため透明アクリル板（40 cm × 40 cm 厚さ 3 mm）2 枚を水平に 6 mm あけて設置し、間に土壌を詰めた。中央に 2 齢幼虫を放飼し、行動位置、距離を測定した。

圃場における薬剤防除試験：麻生町圃場で 1983 年から 1985 年までの 3 年間、水戸市圃場で 1984 年と 1985 年

の 2 年間、各種薬剤によるドウガネブイブイ防除効果試験を実施した。サツマイモの供試品種は被害が多い紅赤とした。栽植密度は畦幅 90 cm、株間 30 cm で、高畦ポリエチレンフィルムマルチ栽培とした。1 区面積は 22.5 m²（4.5 m × 5 m）で 1 ~ 4 連制とした。

薬剤の施用方法：圃場試験では畦立て前に畦となる位置に浅い溝をつけ、粒剤を肥料と共に条状に施用したのちロータリー耕、畦立て、マルチ張りを行う畦立時畦内土壌混和处理とした。クロルピクリンによる土壌消毒も同時に実施した。生育時施用はサツマイモの生育期に粒剤の茎葉散布と液剤の土壌注入を行った。粒剤は手散き全面散布、液剤は手動式注入器で株間に注入した。枠試験では万能で圃場試験と同様に粒剤を混和した。

土壌中における薬剤分布の推定：大豆（納豆小粒）を薬剤の代用として①全面散布、②畦位置 30 cm 幅散布、③深さ 10 cm、幅 5 cm の溝を 30 cm 間隔で 2 条掘り、溝中に散布し、ヤンマー F 15 D トラクター、ヤンマーマルチ RCA 900 M ロータリ（作業速度：0.448 m/S）によって混和した後、分布状態を調査した。

MPP 粒剤と有機物および昆虫寄生菌の組合せによる防除効果：野外では 1 区面積は 4 m²（2 m × 2 m）とし畦畔板（幅 30 cm）を使用して土中 25 cm まで埋め込み地上部開放枠とした。枠内に 2 畦を設けサツマイモを 12 株栽植した。寒冷紗張りのパイプハウス（幅 5.5 m、奥行 10 m、高さ 2.7 m）内では 1 区面積は 1 m²（1 m × 1 m）とし野外試験と同様に畦畔板で区切った。枠内に 1 畦を設けサツマイモを 3 株栽植した。有機物および昆虫寄生菌の処理は薬剤処理と同時にを行った。

供試有機物および処理：バーク堆肥、ナタネ油粕、および麦藁を畦立て前に区全面に施用し、土壌と混和した。

昆虫寄生菌および処理：農林水産省林業試験場から分譲を受けた *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria brongniartii*, *B. amorpha* を蚕蛹煎汁液で振とう培養後イネ糞で二次増殖させた。供試菌は培地とともに畦立て前に区全面に施用し、土壌と混和した。

Ⅲ 結果および考察

1) ドウガネブイブイ発生期の気象概況とドウガネブイブイの発生状況

1) 気象概況

試験を実施した3年間のドウガネブイブイ発生期の気象概況は次のようであった。

1983年：気温は平年と比較して4月～5月は高く、6月～7月中旬までは低く、8月～9月は平年並み。3か年で最も低温。降水量は6月～7月は平年よりやや多く、8月中旬、9月下旬にもまとまった降水があった。3か年で最多。

1984年：気温は4月～5月中旬は平年より低く、5月下旬～6月中旬はやや高く、6月下旬～7月上旬はやや低く、7月中旬～8月は高温で、9月は平年並み。降水量は6月下旬～7月中旬にやや多かったが7月下旬以後は干ばつ気味で、3か年で最少。

1985年：気温は平年と比較して4月～5月はやや高く、6月中旬は低く、7月～9月中旬までは高温。降水量は6月～7月中旬は平年より多く、8月下旬に一時的に降雨があったが、9月中旬まで少雨傾向。

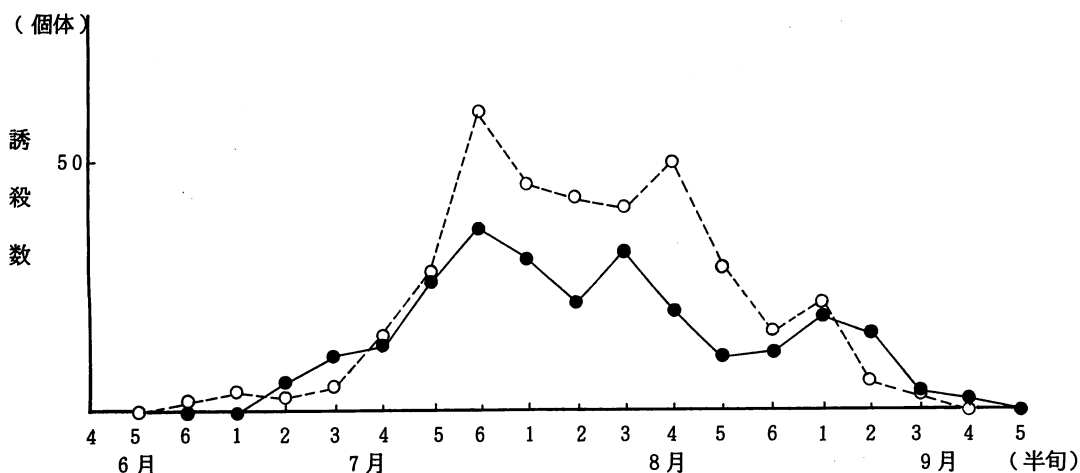
2) 成虫の発生活消長

北浦村における誘殺推移(第1図)は2か年とも同一

傾向であった。飛来は6月下旬から始まり、第1回の飛来盛期は7月6半旬、第2回の盛期は8月3、4半旬となった。水戸市における誘殺推移(第2図)は年次で異なった。1983年は第1回の飛来盛期が7月6半旬、第2回の盛期が8月6半旬となり盛期間隔が長かったが、北浦村における誘殺推移と類似していた。1984年は第1回の飛来盛期が7月4半旬にあって、その後減少しないで9月1半旬まで誘殺数が多い台形型であった。1985年の場合は第1回の飛来盛期が7月4半旬、第2回の盛期が9月1半旬にあって、北浦村における誘殺推移と比較して盛期間隔が長かった。成虫の誘殺総数は1984年が最も多く、1983年と1985年とがほぼ同等であった。誘殺時期は1984年が最も早く、次が1985年で1983年の発生は遅かった。

3) 幼虫の発生活消長

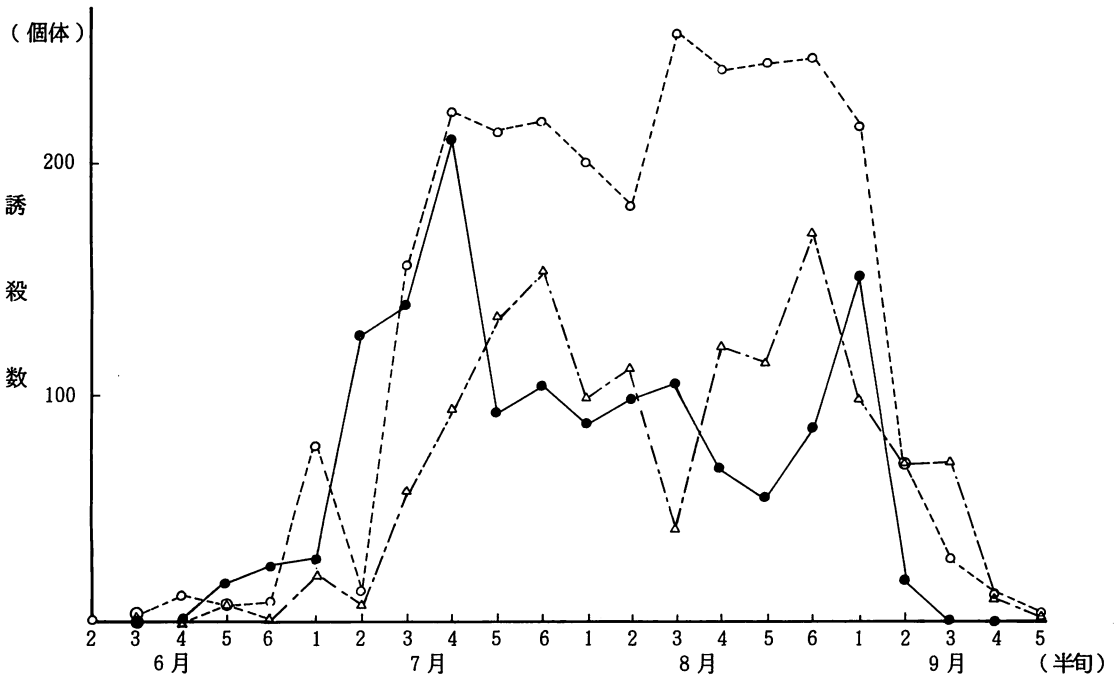
麻生町圃場におけるドウガネブイブイ幼虫密度(第3図)は1983年が最も高く、次が1984年であった。調査個体数合計では1984年が最も多く、次が1983年であった。1983年の密度の推移は9月下旬までは密度が上昇しその後減少する1山型の発生であった。1984年と1985年は9月上旬まで密度が上昇し、一度減少した後10月上旬に再上昇し、10月下旬に下降する2山型であった。



第1図 ドウガネブイブイ誘殺推移(麻生町)

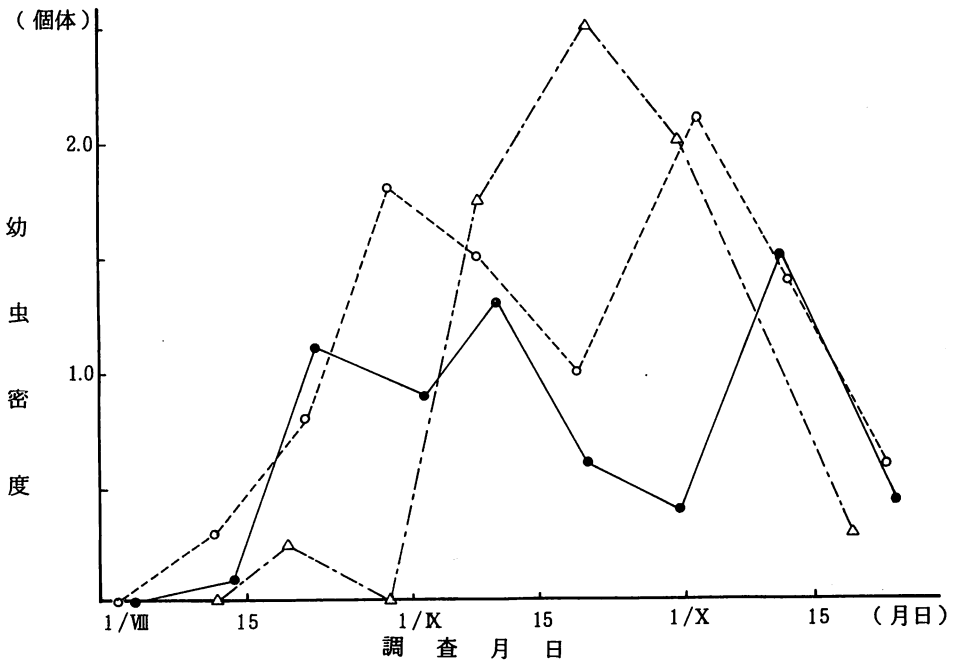
○----○：1984年、●——●：1985年、誘引源は60w白色電球

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点



第2図 ドウガネブイブイ誘殺推移(水戸市)

△---△: 1983年, ○-----○: 1984年, ●-----●: 1985年, 誘引源は10wブラックライト。



第3図 麻生町圃場における幼虫密度の推移

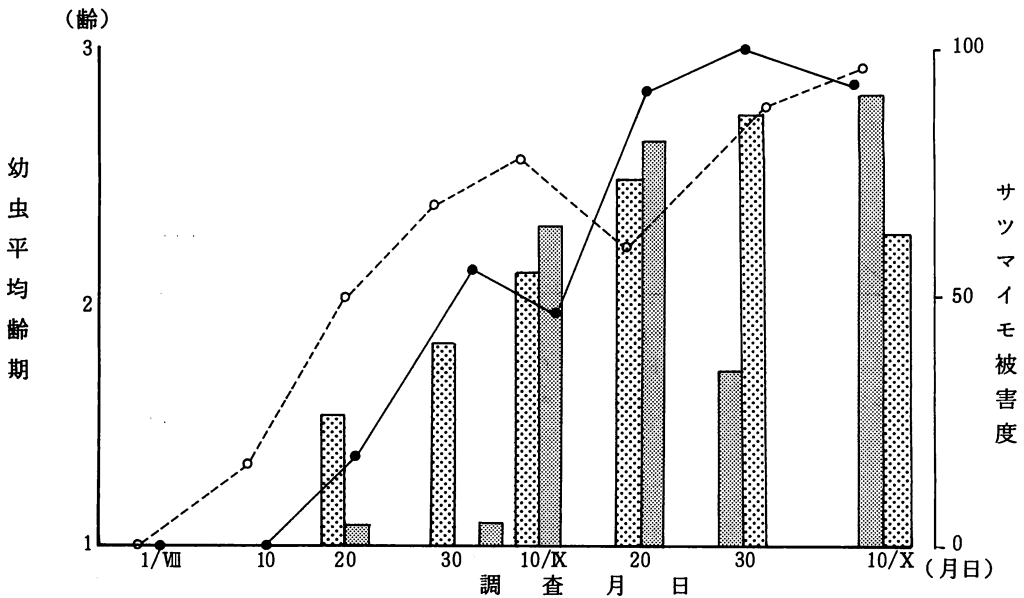
---△---: 1983年, ---○---: 1984年, ●-----: 1985年, 調査は30cm×30cm(5反復) ただし収穫時は50cm×50cm調査(3反復)を30cm×30cmに換算した。

この9月中、下旬に密度が低下する現象は幼虫齢の進行とともに発見効率が高くなり密度が単純に増加すると考えられるので、単なるサンプリングミスとは考え難い。天敵類による捕食や寄生、共食い等によって密度が減少するのであれば単純に減少するであろう。

収穫時の幼虫密度は900 cm²あたり0.24~0.6個体であった。この密度がサツマイモ圃場における越冬前の平衡

密度と考えられた。¹³⁾

幼虫の发育推移は幼虫齢期の平均の推移(第4図)のように成虫の飛来時期が早く、7、8月の気温が高かった。1984年が最も早く、次が1985年であった。9月上中旬に幼虫齢の一時的な低下があった。このことが9月中、下旬に密度が低下する現象と関係があるかについて検討する必要がある。



第4図 ドウガネブイブイ幼虫平均年齢とサツマイモの被害度の推移
 ---○---: 1984年幼虫の平均年齢, —●—: 1985年幼虫の平均年齢,
 [点線]: 1984年被害度, [斜線]: 1985年被害度

2 ドウガネブイブイ幼虫の摂食量とサツマイモの被害

1) 幼虫の摂食量

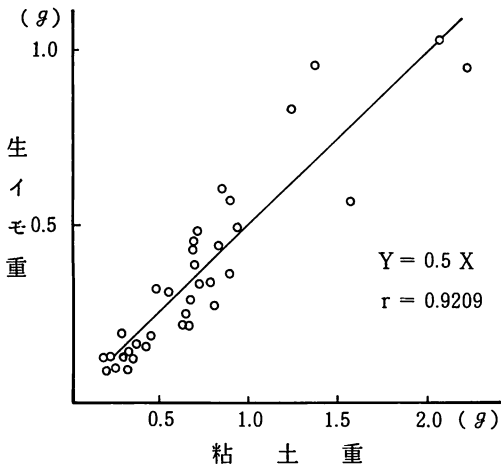
サツマイモの被害程度は現在被害イモ率と被害度で表示されている。幼虫の食害を量的に示した報告は少ない。イモの重量を直接秤量する方法もあるがイモの重量と比較して食害量が小さく、イモの発芽や腐敗などの影響を大きく受ける可能性がある。そこで食害痕の大きさを測定することによって摂食量を算定する方法を検討した。

サツマイモにドウガネブイブイの食害痕に類似した疑似食害痕を彫刻刀で削り取って作った。疑似食害痕

に重量変化が少ない油粘土(学校教材用)を詰めて復元し、取り出した油粘土と削り取った部分のイモの重量との関係を調査した。その結果削り取った生イモ重(Y)と疑似食害痕に埋めた油粘土重(X)との間に $Y = 0.5X$ ($r = 0.92$)の式を得た(第5図)。

またドウガネブイブイ幼虫の齢期間および摂食量を調査するため、2齢脱皮直後の幼虫と3齢脱皮直後の幼虫各15個体を供試して、サツマイモのみの区と、サツマイモと麦葉の混合餌区を設け恒温(28℃)下で飼育した。摂食量は食害痕に油粘土をつめて調査した。2齢幼虫の1日あたりの平均摂食量は0.03g、2齢期の摂食日数は

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点



第5図 食害痕モデルと復元粘土重

28℃で17.6日、齢期間総摂食量は0.53g、3齢幼虫の1日あたりの平均摂食量は0.085g、3齢期の摂食日数は56.3日、齢期間総摂食量は4.78gであった。

2齢～3齢期の総摂食量を食品分析表からカロリーに換算すると6.53Calとなった。中村(1965)¹⁰⁾がススキなどの葉を餌として石英砂中で飼育した場合の幼虫期間中の摂食カロリーを13.66Calと報告している。飼育環境が異なるので比較は困難であるが、イモの方が摂食カロリー値が少なく体内同化率がよいと考えられる。またサツマイモ・麦藁混合区はイモ単用区と比較して摂食量が少なかった(第1表)。

サツマイモの大きさ別被害度と推定摂食量の関係は大イモの少程度の被害が3.1g未満、中程度が3.1g～9.2g未満、多は9.2g以上。中イモの少程度の被害が2.3g未満、中程度が2.3g～7.7g未満、多は7.7g以上。小イモ

第1表 ドウガネブイブイ幼虫のサツマイモ摂食量

齢期	1日あたり摂食量	齢期間総摂食量
2	0.03 g (0.025)	0.53 g (0.44)
3	0.085 (0.07)	4.78 (3.94)
計		5.31 (4.38)

()内の数値は麦藁混和区における摂食量。

の少程度の被害が1.5g未満、中程度が1.5g～6.1g未満、多は6.1g以上となった。程度別摂食量の幅が大きいため被害度から食害虫数の推定はできなかった。

2) サツマイモの被害と幼虫の平均齢期および密度

サツマイモの被害の年次変動を麻生町圃場の薬剤無施用区で比較した(第2表)。1983年は被害イモ率74%、1984年は86%、1985年は94%で年ごとに被害が増大した。

第2表 薬剤無施用区におけるサツマイモの被害(麻生町)

年次	調査イモ数	被害程度別イモ数			被害度	被害イモ率	収穫時幼虫数	
		多	中	少			A. c.	M. c.
1983	52	14	12	7.5	49.5	74.0	0.7	0
1984	58	36.5	7	4.5	68.6	86.0	1.7	0
1985	40	29	5.5	3.5	85.8	94.0	1.2	0.5

A. c.はドウガネブイブイ、M. c.はアカピロウドコガネ。

これに対し幼虫の生息個体数合計は1984年が最も多く、次が1983年で1985年は最も少なかった。幼虫の発育進展は1984年が最も早く、次が1985年で、1983年は遅かった。幼虫密度や幼虫の発育推移から考えればサツマイモの被害は1984年が最も多くなりそうであるが、1985年の被害が最も多かった。この原因として1984年の場合は土壌が極端に乾燥したために幼虫の被害も表面をかじる一般的なものではなく、食い込むほどの深い被害痕が多い傾向であった。一方、幼虫齢期の進展とサツマイモの被害(第4図)は2齢幼虫の出現以降、幼虫の発育の進展とともに増加した。しかし、幼虫密度と被害量の関係は明らかでなく²⁾、被害は幼虫密度以外に土壌水分などの生息環境によって大きく影響されると考えられた。

3) 被害のサツマイモ品種間差

アカピロウドコガネではサツマイモの品種によって被害差が生じることが明らかにされている。ドウガネブイブイでは品種間差がないとされていたが、²⁾²⁰⁾サツマイモ栽培農家では紅赤で被害が多いことが問題となっている。この点を明らかにするため、ドウガネブイブイのサツマイモ品種の選好性を紅赤と高系14号を供試して比較し

た。野外枠圃の 2 品種の畦別栽培で紅赤の方が高系 14 号より被害が大きかった。ハウス内枠圃の混植栽培では紅赤と高系 14 号の間には差が認められなかったが、単一品種栽培では紅赤で被害が多かった(第 3 表)。この結果から紅赤と高系 14 号の品種間被害差は圃場条件が同一であれば発生する可能性がある。

第 3 表 サツマイモの被害の品種間差

栽 植 方 法	品 種	被 害 度	被 害
			イモ率
野外 4 m ² 枠圃 畦別栽培	紅赤	35.37	62.1
	高系 14 号	0.98	3.2
ハウス内 1 m ² 枠圃 混植栽培	紅赤	21.32	27.9
	高系 14 号	24.87	24.9
ハウス内 1 m ² 枠圃 単植栽培	紅赤	19.58	28.8
	高系 14 号	7.10	11.5

野外 4 m² 枠圃は 2 反復, ハウス 1 m² 枠圃は 8 反復。

3 防除試験と防除上の問題点

1) 薬剤の効果の経時変化

(1) 施用後日数と効果

薬剤施用後の土壤中の薬剤残留量とドウガネブイブイ 1 齢幼虫に対する効果を施用後 60 日, 90 日および 130 日に調査した。幼虫に対する効果の判定は 1 齢死亡個体が土壤中から発見しにくい場合生存率で示した。麻生町圃場の土壤中のダイアジノン S L ゴル濃度の推移をみる

と施用 5 か月後で、施用直後の 1/2 程度の減少であった。一方、水戸市圃場の土壤中のダイアジノン S L ゴル濃度は麻生町圃場の 1/4 ~ 1/5 であった。1 齢幼虫に対し麻生町圃場のダイアジノン S L ゴル区は施用後 90 日で生存率が 6.7%, M P P 粒剤区では 130 日土壤でも生存率が 0 と高い効果を示した(第 4 表)。これは土壤採集部位がマルチの最上部から 5 ~ 15 cm の位置で薬剤が集中していると考えられる部位であり、特に M P P 粒剤の効果が高くなったと考えられる。深沢ら(1978)¹⁾はサツマイモ圃場において、稲生ら(1984)⁴⁾はラッカセイ圃場において M P P 粒剤施用後 80 日においても 1 齢幼虫に対し高い防除効果があったことを報告している。麻生町のダイアジノン S L ゴルはマルチ内だけでなく畦間の土壤でも効果を示した。これはダイアジノン S L ゴルが全面処理のためと考えられる。しかし水戸市圃場におけるダイアジノン S L ゴルの効果は薬剤残留濃度を反映して劣った。

(2) 幼虫の齢期と薬剤の効果

薬剤施用後、日数を経過した土壤では幼虫齢期の進展にともない効果の持続性が問題となる。そこで幼虫齢期と効果の関係を調査した。薬剤施用後 90 日の土壤における 1 齢後期幼虫と 2 齢初期幼虫に対する効果を比較すると、1 齢後期幼虫より 2 齢初期幼虫の方が生存率が低かった(第 5 表)。この原因は 1 区あたり 5 個体を放飼したため共食いが高率に発生したことによる。しかし無

第 4 表 薬剤施用後日数と 1 齢幼虫の生存率

地 点	薬 剤 名	位 置	施用後 60 日		施用後 90 日		施用後 130 日	
			1 日後	4 日後	1 日後	4 日後	1 日後	4 日後
水 戸	ダイアジノン S L ゴル	マルチ内 畦 間	100	60.0	86.7	86.7	91.5	75.0
			93.3	46.0	100	66.7	83.3	33.0
麻 生	ダイアジノン S L ゴル	マルチ内 畦 間	86.7	0	86.7	6.7	87.5	16.7
			90.0	6.7	93.3	40.0	79.2	4.2
麻 生	M P P 粒剤	マルチ内	93.3	0	93.3	6.7	75.0	0
			100	100	100	93.3	100	83.3

薬剤施用年月日：1986 年 5 月 27 日, 土壤採集月日：施用後 60 日は 7 月 25 日, 施用後 90 日は 8 月 22 日, 施用後 130 日は 10 月 3 日。

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点

施用区よりも薬剤施用区で共食いがより高率に発生した。これは幼虫が薬剤によって刺激され共食い率が上昇したと考えられる。薬剤施用後130日の土壤では1区あたりの放飼個体数を2個体と減少したため共食いは発生しなかった。ダイアジノンSLゾル、MPP粒剤とも2齢後期幼虫に対しては効果が認められたが、3齢中期幼虫に対して効果は認められなかった(第6表)。土壤は薬剤が集中していると考えられる部位であり、これらの部位では薬剤施用後130日でも2齢期幼虫に対応して十分な効果が残留していたが、3齢期幼虫に対しては残留効果は不十分と考えられた。

(3) 土壤の採集部位と効果

第5表 薬剤施用後90日土壤における幼虫齢と生存率

地点	薬剤名	位置	1 齢		2 齢	
			1日後	4日後	1日後	4日後
水戸	ダイアジノン SLゾル	マルチ内 畦 間	86.7	86.7	93.3	66.7
			100	66.7	100	66.7
麻生	ダイアジノン SLゾル	マルチ内 畦 間	86.7	6.7	93.3	0
			93.3	40.0	66.7	33.3
麻生	MPP粒剤 無 施用	マルチ内	93.3	6.7	73.3	0
			100	93.3	100	80.0

薬剤施用年月日：1986年5月27日，土壤採集月日：施用後90日の8月22日。

第6表 薬剤施用後130日土壤における幼虫齢と生存率

地 点	薬 剤 名	位 置	2 齢			3 齢		
			1 日後	4 日後	8 日後	1 日後	4 日後	8 日後
麻 生	ダイアジノン SLゾル	マルチ内	100	100	16.7	100	100	100
麻 生	MPP粒剤	マルチ内	100	50	0	100	100	100
	無 施用		100	100	66.7	100	100	100

薬剤施用年月日：1986年5月27日，土壤採集月日：施用後130日の10月3日。

施用した薬剤の土壤内分布に偏りがあることが想定されたので、マルチ内および畦間の土壤を深度別に採集し、これに2齢幼虫を放飼して薬剤の効果と分析結果を照合した。薬剤施用後90日の土壤のダイアジノンSLゾル残留量は、麻生町圃場のマルチ内および畦間の表層から5～15cmの部位で施用時の約1/2に減少していた。また20～30cmの部位の検出濃度は低かった。水戸市圃場の5～15cmの部位は施用直後から濃度の低下が大きく、同時点では麻生町圃場における残留量の1/4程度であった。麻生町圃場のダイアジノンSLゾル5～15cm区およびMPP粒剤区は2齢幼虫に対して効果が認められた(第7表)。本試験でも共食い率が高く、生存率を低下させる大きな要因となった。共食い率が高かった区は麻生町圃場のダイアジノンSLゾル20～30cm区と水戸市圃場の5～15cm区で、薬剤濃度の低い区であった。このことから低濃度の薬剤が幼虫に異常行動を誘起する可

第7表 土壤の採集部位と2齢幼虫の生存率

地点	薬剤名	深 度 cm	マルチ内		畦 間	
			1日後	3日後	1日後	3日後
水戸	ダイア ジノン	5～15	93.3	66.7(0)	100	66.7(0)
		20～30	100	73.3(0)	100	80.0(0)
麻生	ダイア ジノン	5～15	93.3	0(87)	66.7	33.3(40)
		20～30	86.7	46.7(0)	100	60.0(0)
麻生	MPP 粒 剤	5～15	73.3	0(80)	-	-
		無施用	5～15	93.3	80.0(0)	-

薬剤施用年月日：1986年5月27日，
土壤採集月日：施用後90日の8月22日，
()内の数値は死亡確認個体率。

能性が考えられる。

2) 幼虫の行動と薬剤忌避

(1) 幼虫の移動能力

幼虫の移動能力を知るために、土壌中における幼虫の行動跡を計測し移動距離とした。また行動跡の長径と短径を計測し移動範囲とした。移動距離は個体差が大きかったが、1時間あたり平均10～15cmであった(第8表)。約4時間の行動を観察した3個体では前半より後半の移動距離が大きい傾向で、土壌中の移動能力はかなり大きいと考えられた。しかし行動の軌跡は蛇行、反転を繰り返し、移動距離に比べ移動範囲は小さかった。また本試験では上下の垂直方向の動きが制限されているため幼虫の行動距離が通常より大きくなっている可能性もある。

(2) 薬剤忌避行動

幼虫の移動能力がかなり大きいと推察されることから、幼虫が殺虫剤施用部分に対して忌避行動を示す可能性が考えられた。このため飼育容器に薬剤施用部分と非施用部分を設けて幼虫の生息、死亡位置を調査した(第9表)。麻生町圃場および水戸市圃場の土壌に2齢幼虫を放飼した4日後の調査で、放飼個体数に比べ調査個体数が減少していたのは共食いのためである。15cm×29cm×10cm程度の空間では供試虫は薬剤施用部分をも動き回り生存率が低下したと考えられる。2齢後期から3齢初期の幼虫を麻生町圃場の土壌に放飼した5日後の共食いは少なかった(第10表)。これは齢期の転換期で行動が不活発なため共食いや薬剤による死亡率が減少したと考えられる。

薬剤施用後60日の土壌を用いて径7.5cm、深さ5cmの容器の片側1/2に薬剤施用土壌を入れ、残り1/2に無施

第8表 ドウガネブイブイ2齢幼虫の水平移動距離

個体番号	13:30～15:30	15:30～17:15		備考	
	歩行距離	歩行距離	長径		短径
1	10	14	6	3	2 齢
2	22	49	23	16	2 齢
3	36	26	20	6	2 齢
4	-	67	14	10	3 齢
5	-	19	6	4.5	死亡
6	-	23	13	5	3 齢
平均	22.7	33.0	13.7	7.4	

単位はcm、備考は5日後の状態。

第9表 薬剤施用土壌と無施用土壌における幼虫の生存位置

地点	薬 剤	反復	薬剤混合部		無混合部		計
			生	死	生	死	
水戸	ダイアジノン SLゾル	1	2	1	0	0	3
		2	2	0	1	0	3
		3	3	0	2	0	5
麻生	ダイアジノン SLゾル	1	0	1	0	2	3
		2	0	2	0	1	3
		3	0	0	1	3	4
麻生	M P P 粒 剤	1	0	1	0	2	3
		2	0	0	1	1	2
		3	1	0	0	0	1

麻生町圃場の施用後90日後土壌を供試した。

薬剤施用月日：1986年5月27日

土壌採集月日：8月27日、2齢幼虫5個体/区、放飼4日後調査

第10表 薬剤施用土壌と無施用土壌における幼虫の生存位置

薬 剤	反復	放飼2日後						放飼5日後					
		薬剤混合部			無混合部			薬剤混合部			無混合部		
		生	弱	死	生	弱	死	生	弱	死	生	弱	死
ダイアジノン SLゾル	1	3	0	0	2	0	0	0	2	1	1	0	1
	2	3	0	0	1	3	0	2	1	0	1	0	0
	3	1	0	1	2	0	0	0	2	1	0	0	1
M P P 粒 剤	1	1	0	0	4	0	0	1	1	0	1	1	0
	2	1	0	1	2	0	0	1	1	1	0	0	1
	3	0	1	0	3	0	1	1	0	0	0	1	1

麻生町圃場の施用後90日土壌を供試した。薬剤施用月日：1986年5月27日、土壌採集月日：8月27日、2齢後期～3齢初期幼虫5個体/区。

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点

第 11 表 室内試験土壌の採集圃場における防除効果 (麻生町 1986)

供試薬剤	施用量	調査イモ数	被害程度別イモ数			被害度 (無施用比)	被害イモ率	収穫時幼虫数	
			多	中	少			A. c.	M. c.
ダイアジノン SLゾル MPP粒剤	50倍 100l 9 kg	29.5	1.5	0.5	2.5	10.3 (14.6)	14.9	0.5	0
無施用	—	26.7	2.7	5.7	14.3	70.6 (100)	84.4	1.4	0.7

畦立時薬剤施用：1984年5月30日，定植：6月1日，収穫時調査：10月29日。
A. c. はドウガネブイブイ，M. c. はアカビロウドコガネ。

用土壌を入れた。これに1齢幼虫を放飼して生存率と生息位置を調査したところ，薬剤施用土壌のみの区(第4表，施用後60日土壌)との差は認められなかった。

(3) 圃場における被害防止効果

薬剤施用後に室内検定用土壌を採集した麻生町圃場におけるサツマイモの被害防止効果(第11表)は薬剤無施用区100に対しダイアジノンSLゾル区15，MPP粒剤区25で効果が認められた。

3) 圃場における薬剤防除試験

ドウガネブイブイ幼虫に対する各種殺虫剤の効果試験を1983年～1985年に行った。

1983年の試験では無施用区の被害度の平均が約50であったのに対し，CG-137粒剤およびMPP粒剤施用区では被害が減少した(第12表)。しかし各処理区間の差が大きかった。MPP粒剤生育時茎葉処理も被害を減少させたが畦立時土壌混和処理と比較して劣った。

1984年の試験ではドウガネブイブイ幼虫の発育期間中に高温乾燥が続いたため全般に薬剤の効果が劣った。前

年の試験で効果がみられたCG-137が無施用区の被害度100に対し100以上となったほか，各粒剤区の被害度も高かった。しかしエトプロホス粒剤は施用量が多かったためか効果が高かった。ダイアジノン粒剤を10aあたり6kg3回，生育時茎葉処理は，エトプロホス粒剤との組合せでは被害が減少し，MPP粒剤との組合せでは被害の減少が認められず(第13表)，効果が不安定であった。マイクロカプセル化したダイアジノンSLゾルは麻生町圃場では効果が認められたが，水戸市圃場では効果が不十分であった(第14表)。ベンフラカルブ粒剤，IN-53粒剤およびCG-137粒剤では施用量の少ない区の方が被害が少ない逆の現象がみられた。

1985年の試験では前2か年の試験と比較して無施用区の被害が増加した。MPP粒剤は麻生町圃場で対無施用比18.8(第15表)，水戸市圃場で同比28.8(第16表)と効果が安定していた。CG-137粒剤は麻生町圃場で効果が高かったが水戸市圃場で効果が劣った。NC140粒剤，カルボスルファン粒剤，ダイアジノンDCIP乳剤およびダイ

第 12 表 サツマイモのコガネムシ類幼虫薬剤防除試験結果 (麻生町 1983)

供試薬剤	施用量	調査イモ数	被害程度別イモ数			被害度 (無施用比)	イモ被害 収量イモ率	収穫時幼虫数		
			多	中	少			A. c.	M. c.	
CG-137粒剤	6 kg	67.5	5.5	7	11	21.2 (42.8)	7.6	46.1	0	0
CG-137粒剤	9 kg	51.5	5	7	10	26.2 (52.9)	6.1	42.3	0	0
MPP粒剤	9 kg	47	2.5	5.5	3.5	17.5 (35.5)	6.2	38.5	0	0.2
無施用	—	52	14	12	7.5	49.4 (100)	6.1	74.0	0.7	0

畦立時薬剤施用：1984年5月30日，定植：6月1日，収穫時調査：10月29日。
A. c. はドウガネブイブイ，M. c. はアカビロウドコガネ。

第13表 サツマイモのコガネムシ類幼虫薬剤防除試験結果(麻生町1984)

供試薬剤	施用量	調査 イモ数	被害程度別イモ数			被害度 (無施用比)	被害 イモ率	収穫時幼虫数	
			多	中	少			A. c.	M. c.
ベンフラカルブ粒剤	9 kg	34	12	9	6	58.8 (85.7)	100	1.3	0.3
ベンフラカルブ粒剤	6 kg	48	17	6	15	54.2 (79.0)	80.6	0.3	0
IN-53粒剤	8 kg	45	27	7	6	74.8 (109.3)	100	2.0	0
IN-53粒剤	6 kg	48	18	3	6	45.8 (66.8)	52.2	1.7	0
NC-122粒剤	9 kg	45	44	1	0	99.3 (144.8)	100	4.3	0
ダイアジノン	25倍100ℓ	52	9	6	12	32.7 (47.7)	47.1	0.3	0.3
SLゾル	50倍100ℓ	50	15	13	9	55.3 (77.7)	78.6	1.1	0
CG-137粒剤	9 kg	44	30	5	2	77.3 (112.7)	92.6	2.3	0
CG-137粒剤	6 kg	46	31	3	9	78.3 (114.1)	96.3	0.7	0.3
ND粒剤	10 6 kg	65	23	11	15	54.4 (79.3)	81.5	1.0	0
エトプロホス粒剤	20 kg	41	2	4	5	15.4 (22.4)	22.2	0	0
エトプロホス粒剤+ダイアジノン粒剤	20 kg	42	2	1	2	7.9 (11.5)	19.0	0.3	0
MP P粒剤	6 kg × 3回 9 kg	49.5	7	8	10	32.6 (47.5)	53.3	0.5	0.2
M P P粒剤+ダイアジノン粒剤	9 kg	48.5	8	8.5	13.5	37.4 (54.5)	63.6	1.2	0
無処理	-	58	36.5	7	4.5	68.6 (100)	86.0	1.7	0

畦立時薬剤施用：1984年5月23日，生育時茎葉処理：8月10日，8月20日，8月29日，定植：5月28日，収穫時調査：10月22日，A. c. はドウガネブイブイ，M. c. はアカビロウドコガネ。

第14表 サツマイモのコガネムシ類幼虫薬剤防除試験結果(水戸市1984)

供試薬剤	施用量	調査 イモ数	被害程度別イモ数			被害度 (無施用比)	被害 イモ率	収穫時幼虫数	
			多	中	少			A. c.	M. c.
ベンフラカルブ粒剤	9 kg	33	3	2	12	27.3 (85.7)	55.6	0	1.3
ベンフラカルブ粒剤	6 kg	25	0	0	6	8.0 (70.2)	26.7	0	1.7
IN-53粒剤	8 kg	42	0	2	3	5.6 (49.1)	12.5	0	1.7
IN-53粒剤	6 kg	36	1	0	4	6.5 (57.0)	15.0	0.7	1.3
NC-122粒剤	9 kg	41	0	0	7	5.7 (50.0)	9.1	0.7	1.0
ダイアジノン	25倍100ℓ	25	0	1	5	12.3 (108.0)	50.0	0	4.7
SLゾル	50倍100ℓ	30	5	5	4	33.2 (291.0)	57.9	0	2.0
CG-137粒剤	9 kg	28	2	3	6	21.4 (187.7)	55.6	0.3	1.7
CG-137粒剤	6 kg	39	0	1	10	10.3 (90.4)	38.1	0	1.3
ND粒剤	10 6 kg	33	4	4	7	50.0 (435.0)	78.6	0	0.7
エトプロホス粒剤	20 kg	28.5	0	0	3.5	3.8 (33.3)	18.6	0	0.6
M P P粒剤	9 kg	27	0	0.5	3.5	6.5 (57.0)	28.8	0	0.5
無処理	-	33	1.5	1.5	4.0	11.4 (100)	24.0	0	1.7

畦立時薬剤施用：1984年5月30日，定植：6月1日，収穫時調査：10月29日，A. c. はドウガネブイブイ，M. c. はアカビロウドコガネ。

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点

第15表 サツマイモのコガネムシ類幼虫薬剤防除試験結果(麻生町1985)

供試薬剤	施用量	調査 イモ数	被害程度別イモ数			被害度 (無施用比)	イモ被害 収量 イモ率	収穫時幼虫数		
			多	中	少			A. c.	M. c.	
NC-140 粒剤	6 kg	50	35	10	3	85.3 (99.4)	8.2	97.0	1.7	0
NC-140 粒剤	9 kg	35	6	10	12	47.6 (55.5)	8.6	82.6	1.3	0
CG-137 粒剤	9 kg	37	5	5	3	25.2 (29.4)	6.7	35.1	0	0
CG-223 粒剤	9 kg	43	12	15	9	58.1 (67.7)	7.3	84.4	1.3	0.3
PP-993 粒剤	5 kg	35.5	19	8.5	3	72.3 (84.3)	7.2	90.2	2.8	0.3
ベンフラカルブ粒剤	9 kg	37	17	9	4.5	67.7 (78.9)	7.4	85.7	2.5	1.0
アルボスルファン	9 kg	43	9	18	9	55.8 (65.0)	8.0	92.0	0.7	0
MPP 粒剤	9 kg	39	0.5	6	5	16.1 (18.8)	7.4	38.9	0.5	1.0
ダイアジノン SLゾル	50倍 100ℓ	38	19	6.3	2.7	62.5 (72.8)	7.5	73.2	1.3	0.8
ダイアジノン 乳剤 21/Ⅷ	10倍 3ml	32	23	8	1	89.8 (104.7)	6.8	100.	3.0	0
ダイアジノン 乳剤 21/Ⅷ	10倍 3ml	29	10	3	6	48.3 (56.3)	6.3	61.9	2.0	0
ダイアジノン・DCIP 乳剤 21/Ⅷ	4倍 3ml	28	12	9	3	67.9 (79.1)	4.7	88.9	2.0	0.3
ダイアジノン・DCIP 乳剤 21/Ⅷ	4倍 3ml	35	25	6	3	85.7 (99.9)	5.8	100.	0.3	0.3
ダイアジノン 乳剤 21/Ⅷ	1000倍 100ℓ	31	17	6	3	71.0 (82.8)	6.9	90.0	3.0	0.7
無施用	—	40	29	5.5	3.5	85.8 (100)	6.6	94.0	1.2	0.5

畦立時薬剤施用：1984年5月22日，生育時注入処理：8月12日，8月22日，定植：5月29日，
収穫時調査：10月22日，A. c.はドウガネブイブイ，M. c.はアカビロウドコガネ。

アジノン乳剤は逆に水戸市圃場で効果が認められたが麻生町圃場では効果が劣った。生育時の乳剤の注入処理は麻生町圃場で効果が認められなかったが，水戸市圃場では8月上旬処理の効果が高かった。生育時の乳剤の注入処理は処理方法の改善なしには労力面から実用化が困難と考えられる。

4) 薬剤試験における効果の振幅

日本植物防疫協会の新農薬効果委託試験でサツマイモのコガネムシに対する防除試験が各県において実施され，効果の検討が行われた^{11)~18)}。これらの試験でMPP粒剤とダイアジノン粒剤が対照薬剤として多く供試された。各試験におけるこの2薬剤の効果を無施用区と比較した(第

17表)。またドウガネブイブイを対象にしたラッカセイにおける試験の効果も比較した(第18表)。薬剤の施用方法は畦立時土壌混和处理の試験例のみを取り上げた。被害度が無から甚の5段階の試験は多と甚を合わせて多に読み替え4段階とした。

無施用区の被害に対する対照薬剤区の被害を被害低減効果とすると，サツマイモでは効果が高い0から効果がない100まで大差があるが，被害度比の平均は34.3，被害イモ率比40と被害を約40%に減少させている。これに対しラッカセイにおける被害低減効果は被害率比の平均が59.6と被害を約60%に減少させている。効果が認められない被害率比100以上が4例あり，サツマイ

第16表 サツマイモのコガネムシ類幼虫薬剤防除試験結果(水戸市1985)

供試薬剤	施用量	調査イモ数	被害程度別イモ数			被害度 (無施用比)	イモ被害 収量イモ率	収穫時幼虫数		
			多	中	少			A. c.	M. c.	
NC-140 粒剤	9 kg	25	0	0	3	4.0 (12.2)	5.3	12.5	0	6
CG-137 粒剤	9 kg	32	3	3	4	19.8 (60.4)	7.0	25.9	0	5
CG-223 粒剤	9 kg	21	4	1	1	23.8 (72.6)	5.0	30.8	2	4
PP-993 粒剤	5 kg	32	2	9	7	32.3 (98.5)	4.4	75.0	4	2
ベンフラカルブ粒剤	9 kg	29	1	3	6	17.2 (52.4)	5.9	39.1	3	1
カルボスルファン粒剤	9 kg	30	0.5	2.5	3.5	11.1 (33.8)	5.0	34.0	0	1
M P P 粒剤	9 kg	35.7	0.7	1.7	4.3	9.2 (28.0)	5.7	22.7	0.3	2
ダイアジノン SLゾル	50倍100ℓ	27.8	2	1.8	2.3	15.0 (45.7)	4.3	35.6	0.3	0.3
ダイアジノン 乳剤12/Ⅷ	10倍3 ml	34	0	2	6	9.8 (29.9)	5.1	28.6	0	0.3
ダイアジノン 乳剤21/Ⅷ	10倍3 ml	28	0	5	3	15.5 (47.3)	3.9	27.3	0.3	0.7
ダイアジノン・DCIP 乳剤12/Ⅷ	4倍3 ml	29	0	0	0	0 (0)	4.6	0	0.3	0.3
ダイアジノン・DCIP 乳剤21/Ⅷ	4倍3 ml	35	3	4	13	28.6 (87.2)	6.0	77.8	0.3	0.3
無施用	—	30.2	6.2	4.6	3.6	32.8 (100)	4.7	56.1	0.7	0.3

畦立時薬剤施用：1984年5月28日，生育時注入処理：8月12日，8月22日，定植：5月28日，
収穫時調査：10月24日，A. c. はドウガネブイブイ，M. c. はアカビロウドコガネ。

モの100以上が1例であるのと比較してラッカセイの方が防除効果が劣る傾向である。

サツマイモの被害度と被害イモ率の相関をみると対照薬剤の相関は0.778，無施用区の相関は0.917であった。無施用区よりも対照薬剤区で相関が低くなったのは薬剤の影響も考えられるが，各試験例の平均値で計算したことによるであろう。本研究の圃場試験でM P P粒剤を供試した18区について被害度と被害イモ率の相関を算出した結果は0.903と高かった。また梓試験の結果からも0.9の高い相関が得られた。第17表のサツマイモの無施用区の被害と対照薬剤の被害低減効果の相関は0.2でほとんど相関は認められなかった。第18表のラッカセイの無施用区の被害と対照薬剤の被害低減効果の相関は-0.525と，被害が大きくなると効果が高くなる傾向が

みられた。このため一般にラッカセイにおける防除効果が高いと印象付けられていると考えられる。

5) 畦内土壌における薬剤分布の推定

サツマイモのコガネムシ類幼虫に対する薬剤防除は粒剤の畦立時畦内土壌混和処理が一般的に実施されている。畦を立てる位置に浅い溝をつけ粒剤と肥料を散布し，これにロータリをかけながらマルチを張り，クロルピクリンによる土壌消毒も同時に行っている。茨城県農業試験場作業技術部でコガネムシ類の防除作業を省力化するためワイパーモータを利用した施薬装置を試作した。この施用効果に関する一連の試験の中で大豆を薬剤の代用として施用し畦内の分布状況を調査した。全面散布後の機械処理は比較的均一な分布であったが約70%が畦の上部に集中していた(第6図)。数字は畦内部の分布状況

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点

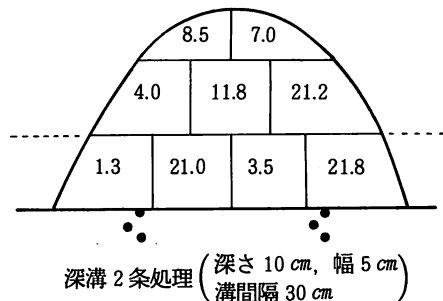
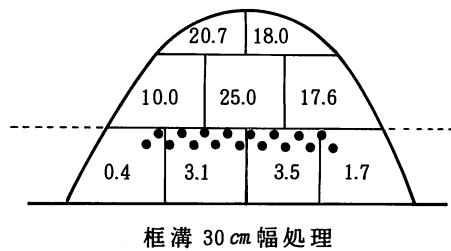
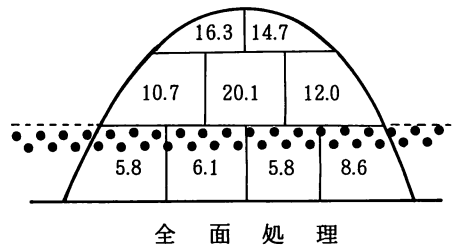
第 17 表 サツマイモ委託試験における対照薬剤の効果

年次	県名	対照薬剤	対照区被害		無施用区被害		対照区 / 無施用区	
			被害度	イモ率	被害度	イモ率	被害度比	イモ率比
1985	石川	M P P 粒剤	3.8	10.3	21.9	50.9	17.4	20.2
	茨城 1	M P P 粒剤	16.1	38.9	85.8	94.0	18.8	41.4
	茨城 2	M P P 粒剤	9.2	22.7	32.8	56.1	28.1	40.5
	埼玉	M P P 粒剤 +ダイアジノン	0	0	3.3	10.0	0	0
	鹿児島 1	M P P 粒剤	21.1 *	33.7	64.7 *	77.9	32.6	43.3
	鹿児島 2	M P P 粒剤	2.4 **	8.6	11.3 **	34.2	21.2	25.2
1984	茨城 1	M P P 粒剤	32.6	53.3	68.6	86.0	47.5	62.0
	茨城 2	M P P 粒剤	6.5	28.8	11.4	24.0	57.0	120.
	埼玉	M P P 粒剤 +ダイアジノン	6.0	15.0	12.1	28.0	49.6	53.6
	日植 牛久	ダイアジノン 粒剤	35.9	54.5	31.9	50.7	112.5	104.5
1983	茨城	M P P 粒剤	17.5	38.5	49.5	74.0	35.4	52.0
	埼玉	M P P 粒剤	0	0	8.5	18.0	0	0
	日植 牛久	ダイアジノン 粒剤	30.1 *	46.2	34.0 *	58.0	88.5	79.7
1981	千葉	M P P 粒剤	2.4	5.7	8.0	16.4	30.0	34.8
	宮崎	M P P 粒剤	1.4	3.3	15.2	29.4	9.2	11.2
	鹿児島	M P P 粒剤	3.6 *	5.0	21.3 *	53.4	16.9	9.4
1980	千葉	M P P 粒剤	0.4	1.3	7.7	12.6	5.2	10.3
	宮崎	M P P 粒剤	7.3 *	14.4	45.4 *	69.3	16.1	20.8
	鹿児島	M P P 粒剤	39.4 *	13.4	60.1 *	48.4	65.6	27.7
	平均		12.4	20.6	31.2	46.9	34.3	39.8
	偏差		13.24	18.3	24.57	25.69	29.98	29.69

* 4段階に読みかえ, ** 6段階のため読みかえ不能。

第18表 ラッカセイ委託試験における
対照薬剤の効果

年次	県名	対照薬剤	被害率		対照区/ 無施用区
			対照 薬剤区	無施 用区	
1985	茨城	M P P 粒剤	11.4	7.7	148.1
	千葉	M P P 粒剤	23.8	46.5	51.2
	神奈川	ダイアジノン	15.5	12.5	124.
1984	茨城	M P P 粒剤	12.5	7.7	162.3
	千葉	M P P 粒剤	7.5	14.5	51.7
	神奈川	M P P 粒剤	18.8	31.9	58.9
1983	茨城	M P P 粒剤	4.9	74.9	6.5
	千葉	M P P 粒剤 +ダイアジノン	3.2	19.3	16.6
	神奈川	M P P 粒剤	38.6	58.3	66.2
1982	茨城	M P P 粒剤	11.1	47.5	23.4
	千葉	ダイアジノン	32.8	53.6	61.2
	神奈川	M P P 粒剤	3.1	23.6	13.1
1981	茨城	M P P 粒剤	0.4	24.1	1.7
	千葉	M P P 粒剤	29.8	84.6	35.2
	神奈川	M P P 粒剤	22.7	22.0	103.2
1980	茨城	M P P 粒剤	16.0	18.8	85.1
	千葉	M P P 粒剤 +ダイアジノン	36.3	63.7	57.0
	神奈川	M P P 粒剤	8.8	16.2	54.3
1979	茨城	M P P 粒剤	8.2	12.2	67.2
	千葉	M P P 粒剤 +ダイアジノン	3.8	67.1	5.7
	平均		15.5	35.3	59.6
	偏差		11.68	24.40	46.08



第6図 小粒大豆の散布方法と畦内の分布

●●● 大豆散布位置, - - - - - 畦立て前の地表面

であるため、畦外にも散布した大豆があり絶対量は少なくなっている。畦幅 30 cm 施用が通常実施されている施用方法に近似している。この施用方法では約 90 % が畦中央から上部に集中していた。深溝 2 条施用は畦の下部で濃度が二分されているが上記の 2 種の施用方法と比較して深い部分に分布していた。通常実施されている畦立時畦内土壌混和处理では薬剤が畦の上部に集中して、イモの周囲にほとんど薬剤がないことが推察される。土壌中の薬剤の分布が防除効果に反映することから、薬剤の

効果の不安定な原因の一つとして考えられる。また本試験では機種が異なるロータリ爪の型によっても分布状況が相違することが明らかになっている。施用方法も含めて土質、土壌水分等の相違による土壌中の薬剤の分布状況を明らかにする必要があると考える。

6) 枠試験および他資材との組合せ

1983 年の枠試験における M P P 粒剤の効果は、バーク堆肥区、ナタネ油粕区、麦藁混合区および有機物非混合区のいずれにおいても M P P 粒剤施用区の被害が少なく、

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題点

無施用区の被害度を100とすると4 m²区では16.4, 1 m²区では19.9と効果が高かった(第19表)。1984年の試験は1 m²区のみ試験であったが堆肥混合区, 非混合区ともにMPP粒剤施用区の効果は劣った(第20表)。

1985年の試験は施用時期を2時期とした。1 m²区では5月施用の方が7月施用に比べ被害が多い傾向であった。両施用時期のMPP粒剤施用区は無施用区の被害度100に対して45.9であった。一方4 m²区ではMPP粒剤施用区は無施用区の被害度100に対し64.6と効果はさらに劣った(第21表)。枠試験では薬剤の土壌混和が手作業であり, 作業基準の統一が困難であったために3か年の効果の差が大きくなったと考える。

各種有機物混和处理区の被害を比較するとパーク堆肥区, ナタネ油粕区は被害が少なく, 麦藁区で多い傾向がみられた(第19表)。枠試験では各種有機物が並置され

第19表 有機物と薬剤, 寄生菌の組合せによる防除(水戸市1984)

有機物	施用	4 m ² 区		1 m ² 区	
		被害度	被害イモ率	被害度	被害イモ率
パーク	<i>M. a.</i>	18.8	18.2	35.7	57.5
パーク	MPP	0.6	6.5	0	0
パーク	無	8.9	17.2	1.4	4.6
油粕	<i>M. a.</i>	1.6	8.7	22.2	30.0
油粕	MPP	0.7	3.6	2.6	14.3
油粕	無	7.3	14.3	6.7	12.5
麦藁	<i>M. a.</i>	4.2	15.2	-	-
麦藁	MPP	5.4	22.2	-	-
麦藁	無	14.9	22.3	29.5	45.6
無	<i>M. a.</i>	2.1	4.4	5.1	7.7
無	MPP	1.9	11.5	5.6	0
無	無	14.5	27.4	26.7	65.6

土壌施用および定植月日: 1983年5月26日, 収穫時調査月日: 10月28日, 施用量: パーク堆肥は1 kg/m², 油粕および麦藁は500 g/m², *M. anisopliae*は50 g/m²。

第20表 堆肥, 薬剤および寄生菌の組合せによる防除(水戸市1984)

処 理			調査イモ数	程度別被害イモ数			被害度	被害イモ率	幼虫密度 A. c.
堆肥	薬剤	寄生菌		多	中	少			
-	-	-	9.3	1.6	0.5	1.6	24.5	54.7	1.5
-	MPP	-	8.9	1.3	1.0	1.3	27.9	66.8	0
堆肥	-	-	7.8	2.8	0.3	1.0	43.0	71.4	2.8
堆肥	MPP	-	9.0	1.8	1.3	1.5	35.1	59.6	0.3
堆肥	-	<i>M. a.</i>	7.5	2.5	0	3.0	47.1	50.0	5.5
堆肥	-	<i>B. br.</i>	11.5	0.5	0.5	1.0	10.4	32.5	2.0
堆肥	MPP	<i>M. a.</i>	9.0	0	0	0.5	1.9	0	0
堆肥	MPP	<i>B. br.</i>	7.5	0	0	0	0	0	0.5
-	-	<i>M. a.</i>	9.0	3.5	2.0	0.5	53.3	83.4	1.5
-	-	<i>B. br.</i>	9.0	0.5	1.0	1.0	14.5	50.0	0.5

土壌施用および定植月日: 1984年6月1日, 収穫時調査月日: 11月21日, 施用量: パーク堆肥は1 kg/m², *M. anisopliae*, *B. brongniartii*は50 g/m², *A. c.*はドウガネブイブイ。

ているため選好性の強い麦藁に産卵が集中したと考えられる。麻生町圃場においてパーク堆肥にMPP粒剤を混和し毒餌の効果期待したが被害は軽減されなかった(第23表)。この原因は野外圃場では他に有機物を混合した圃場が少ないために成虫の産卵がパーク堆肥施用区に集中したと考えられる。^{7) 22)}

昆虫寄生菌の効果は, 菌単用区および菌と有機物の混

用区では被害が軽減されなかったが, 菌とMPP粒剤との混用によって被害が低下した。しかし1985年の試験で*B. brongniartii*とMPP粒剤混用の効果は認められなかった(第22表)。この原因は施用量がm²あたり20 gで少なかったため, 菌密度が低かったことによると思われる。また麻生町圃場で効果が劣った原因は(第23, 24表)施用量が10 aあたり23 kgで少なかったことおよ

第21表 麦藁、薬剤および寄生菌の組合せによる防除(水戸市1985)

処 理				4 m ² 区		1 m ² 区	
麦藁	MPP 粒 剤	寄生菌	定植月	被害度	幼虫 密度	被害度	幼虫 密度
-	-	-	5	9.2	4.7	75.0	2.5
-	-	-	7	14.3	12.0	37.5	2.5
-	○	-	5	4.3	3.0	36.3	5.5
-	○	-	7	11.8	11.5	14.3	1.0
-	○	○	5	13.4	9.5	41.7	1.5
-	○	○	7	6.2	2.5	23.8	1.5
-	-	○	5	12.3	5.0	34.7	1.0
-	-	○	7	3.3	9.0	40.1	2.5
○	-	-	5			77.8	8.0
○	-	-	7			72.2	7.0
○	○	-	5			66.7	3.5
○	○	-	7			8.4	2.5
○	○	○	5			20.8	1.0
○	○	○	7			3.4	0
○	-	○	5			66.1	1.0
○	-	○	7			65.3	8.5

有機物、薬剤および寄生菌施用月日：1985年5月28日，7月2日，定植月日：5月28日，7月2日，収穫時調査：10月22日，施用量：麦藁は300g/m²，寄生菌は*B. brogniartii* 20g/m²。

びイネ類等の菌の培養資材が土壤に混合されたことで成虫の産卵が当該区に集中したためと考えられる。昆虫寄生菌の施用においても土壤中の分布位置が問題となる。土壤への混和に際し適切な位置に昆虫寄生菌を分布させる手法の検討が必要と考える。

4 問題点および考察

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害防止対策は関東、北陸以南の諸県で検討され、内藤(1985)⁹⁾、小林(1986)⁵⁾、澤田(1987)²⁰⁾らによって多くの問題点が指摘されている。主な内容は(1)ドウガネブイブイ成虫が主に樹木の葉を食害し、サツマイモ圃場には産卵にのみ飛来するため成虫に対する防除が困難である。(2)薬剤の畦立時土壤混和から幼虫の発生期までの日数が長く薬剤の効果が減少してしまう。(3)サツマイモの生育期の薬剤施用はマルチ栽培であることから、畦間部分への混和となり幼虫の生息部位に到達せず効果が少ない。(4)土壤水分などの土壤条件と幼虫の摂食行動、薬剤の効果との関係が

第22表 有機物、昆虫寄生菌及び薬剤の組合せによる防除(麻生町1983)

処 理	調査イモ数	程度別被害イモ数			被害度 (無施用比)	被害イモ率	収穫時幼虫密度	
		多	中	少			A. c.	M. c.
M P P 粒 剤	47	2.5	5.5	3.5	17.5 (35.3)	38.5	0	0.2
M P P 粒 剤 + バーク堆肥	20.5	16.5	8	7	47.1 (95.2)	56.6	0	0
<i>M. anisopliae</i>	43.5	18	6.5	6.5	54.5 (110.1)	67.5	0.7	0.2
<i>M. anisopliae</i> + バーク堆肥	58.5	20	7	13.5	50.4 (101.8)	76.1	0.7	0
麦 薬	41	17	9	5	60.2 (121.6)	75.9	1.3	0
無 施 用	52	14	12	7.5	49.5 (100)	74.0	0.7	0

有機物、薬剤および寄生菌施用月日：1983年5月19日，定植月日：5月26日，収穫時調査：10月20日，施用量；バーク堆肥は300g/m²，昆虫寄生菌は23g/m²，A. c.はドウガネブイブイ，M. c.はアカビロウドコガネ。

ドウガネブイブイ幼虫によるサツマイモの被害と防除上の問題

第 23 表 昆虫寄生菌と薬剤の組合せによる防除 (麻生町 1984)

処 理	調査イモ数	程度別被害イモ数			被 害 度 (無施用比)	被害イモ率	収穫時幼虫密度	
		多	中	少			A. c.	M. c.
M P P 粒 剤	49.5	7	8	10	32.6 (47.5)	53.3	0.5	0.2
<i>M. anisopliae</i>	42	40	2	0	98.4 (143.4)	100	2.3	0
<i>M. anisopliae</i> + M P P 粒 剤	19	5	3	5	45.6 (66.5)	85.7	1.5	0.5
<i>B. brongniartii</i>	36	33	1	2	95.4 (139.1)	100	3.7	0
<i>B. brongniartii</i> + M P P 粒 剤	36	8	3	5	32.4 (47.2)	40	1.5	0.5
無 施 用	58	36.7	7	4.5	68.6 (100)	86.0	1.7	0

薬剤および寄生菌施用月日：1984年5月23日，定植月日：5月28日，収穫時調査：10月22日，施用量；昆虫寄生菌 23 g/m²，A. c. はドウガネブイブイ，M. c. はアカピロウドコガネ。

第 24 表 昆虫寄生菌と薬剤の組合せによる防除 (麻生町 1985)

処 理	調査イモ数	程度別被害イモ数			被 害 度 (無施用比)	被害イモ率	収穫時幼虫密度	
		多	中	少			A. c.	M. c.
M P P 粒 剤	39	0.5	6	5	16.1 (18.8)	38.9	0.5	1.0
<i>B. brongniartii</i>	31	27	1	1	90.3 (105.2)	100	5.0	0
<i>B. brongniartii</i> + M P P 粒 剤	30	21	3	4	81.1 (94.5)	100	2.7	0
<i>B. amorpha</i>	33	27	2	2	87.9 (102.4)	96.3	4.7	0
無 施 用	40	29	5.5	3.5	85.8 (100)	94.0	1.2	0.5

薬剤および寄生菌施用月日：1985年5月22日，定植月日：5月29日，収穫時調査：10月22日，施用量；昆虫寄生菌 30 g/m²，A. c. はドウガネブイブイ，M. c. はアカピロウドコガネ。

明らかでない。(5)土壌中の幼虫の分布，行動が不明である等である。

本試験においても幼虫の発育，行動などの解析を試みたところ土壌水分などの飼育条件によって大きく変化することが推察された。野外圃場においても土壌温度，水分などの環境条件の違いが幼虫の行動や発育に大きく影響し，さらに被害の年次差，薬剤の効果の振幅に影響を与えていると考えられる。このため作物の根圏の温度分布，土壌水分などの環境要因とドウガネブイブイ幼虫の行動，発育などの関係等を明らかにする必要がある。

薬剤の室内検定試験において狭い容器に高密度に幼虫

を収容した場合には共食いが発生した。殺虫効果の検討のためには1区あたりの供試個体数の検討が必要である。低濃度の薬剤区では無施用区以上に激しい共食いが短時間に発生することから，薬剤の効果の一部として評価の検討がなされるべきであると考えられる。

現時点での薬剤防除による防除体系は①MPP粒剤9 kg/10aを主体にダイアジノン粒剤6 kgを3回施用するなど薬量でカバーする。②サツマイモの生育時に液剤を注入するなど薬剤を直接幼虫に接触させる。③薬剤のマイクロカプセル化等によって長期間の有効性を確保する方向で検討されている。これに対し畦立時畦内土壌混和処

理の薬剤が集中している部分でのダイアジノンSLゾル、MPP粒剤の効果は、1, 2 齢幼虫に対し施用後90～130日でも十分な効果が認められたことから、薬剤の土壤中における分布が適正となる作業法を確立することで既存の薬剤を使用し、効果の安定と薬量を減少させる方向で検討がなされるべきであると考ええる。

昆虫寄生菌の場合、感染してもサツマイモ食害後の越冬時に死亡する個体があった。被害防止を目的として昆虫寄生菌を利用するためには、さらに有効な菌種の選抜から始まり、菌種の諸性状の解明から利用にいたる一連の研究が必要であると考ええる。

IV 謝 辞

毎年サツマイモに甚大な被害を出しながら圃場を提供して下さった内山次男氏、試験に多大の便宜を計っていただいた麻生町農協の瀬尾宗平課長、棚谷保男次長、麻生地区農業改良普及所の栗原久弥専門員、堀米義光専門員、鹿島地帯特産指導所の松澤昭技術部長、昆虫寄生菌の分譲および培養についての御助言をいただいた農林水産省林業試験場の串田保主任研究官、島津光明技官、土壤の薬剤分析をしていただいた日本化薬株式会社の三蔭外茂治氏、手法など有益な助言をいただいた農業研究センター畑虫害研究室長内藤篤博士、茨城県専門技術員稲生稔氏、本稿の御校閲をいただいた農業研究センター水田虫害研究室長岡田齊夫博士に深く感謝の意を表します。

V 摘 要

1 ドウガネブイブイ成虫の誘殺推移は2山型を示し、誘殺数は1984年が最も多く、次いで1985年、1983年の順であった。

2 幼虫の圃場密度は1984年が最も多く、次いで1983年、1985年の順であったが、サツマイモの被害は1985年が最も多く、次いで1984年、1983年の順であった。

3 圃場において9月に幼虫の齢期と密度が低下する現象がみられた。

4 サツマイモの被害は2 齢幼虫の出現と同時に発生し、幼虫の発育と共に増加した。

5 幼虫の1日あたりのサツマイモ摂食量は2 齢幼虫が0.03g、3 齢幼虫が0.085gで発育日数から総摂食量を5.31gと推定した。

6 サツマイモの被害は紅赤の方が高系14号より多い傾向であった。

7 薬剤の残効性を1, 2 齢幼虫で検定した結果、ダイアジノンSLゾルで施用後90日、MPP粒剤で施用後130日でも十分な効果が認められた。

8 3 齢期の幼虫は薬剤に対する感受性が低下した。

9 ダイアジノンSLゾルはマルチ内、畦間とも5～15cmの浅い層では濃度が高く効果も高かったが、20～30cmの深い層では濃度が低く効果も劣った。

10 水平に設置したアクリル板上の土壤中で幼虫は1時間あたり10cm～15cm移動した。

11 15cm×29cmの容器に薬剤混和土壌と無混和土壌を並置し幼虫を放飼すると、どちらの部分をも動き回り薬剤に対し忌避的な行動はみられなかった。

12 圃場の薬剤試験の効果は無施用区の100に対し0～200と大きな差があった。MPP粒剤は19～60で比較的安定していた。土壌が乾燥した1984年の効果は劣った。

13 生育時の茎葉処理によるダイアジノン粒剤6kg、3回施用の効果は安定しなかった。

14 生育時のマルチ内液剤注入処理は麻生町圃場で効果が認められなかったが、水戸市圃場では8月上旬処理の効果が高かった。

15 日本植物防疫協会の委託試験成績(1979年から1985年)から、ドウガネブイブイを対象として行われた対照薬剤区(MPP粒剤、ダイアジノン粒剤)の対無処理比はサツマイモで約40、ラッカセイで約60とサツマイモで効果が高かった。

16 サツマイモの被害度と被害イモ率の間には0.9台の高い相関がみられた。

17 粒剤の土壤中の分布を推定するために小粒大豆を使用して畦内の分布を調査した結果、大豆は畦の上部に集中していた。土壤中の薬剤の分布が適切であれば効果も安定することが推察された。

18 有機物の土壌混和はサツマイモの被害を増加させた。

19 昆虫寄生菌とMPP粒剤の混用は被害を軽減させた。

引用文献

- 1) 深沢永光, 大石達郎(1978): サツマイモ圃場の土壌中におけるMPPの消長とコガネムシ幼虫に対する殺虫効力。関東東山病虫研報 25: 100~101。
- 2) 深沢永光, 杉野多万司, 沢木忠雄, 佐野利男, 高橋浅男, 山内寅好, 浦野春男, 尾崎丞(1971): ドウガネブイブイの野外における発生経過および被害の実態。静岡農試研報 16: 45~61。
- 3) FUJIYAMA, S. and F. TAKAHASHI(1973): Studies on the selfregulation of life-cycle in *Anomala cuprea* Hopr (Coleoptera; Scarabaeidae) 1. The effect of constant temperature on the developmental stages. *Men. Coll. Agr. Kyoto. Univ.* 104: 23~30。
- 4) 稲生稔, 上田康郎, 高井昭, 松井武彦(1981): コガネムシ類の防除に関する研究 第2報 各種殺虫剤によるコガネムシ類の防除。茨城農試研報 21: 15~26。
- 5) 小林正弘(1986): 土壌害虫の薬剤試験法とその問題点。日本植物防疫協会土壌害虫現地検討会(沖縄)資料 27~31。
- 6) 久保田篤男, 高橋謙一, 根本久(1979): サツマイモのコガネムシ類に対するMPP粒剤の防除効果と有機物施用。関東東山病虫研報 26: 101~102。
- 7) 松井武彦, 稲生稔, 上田康郎(1983): ドウガネブイブイ幼虫によるラッカセイの被害多発要因の解析。茨城農試研報 23: 167~176。
- 8) 松井武彦, 上田康郎(1983): ドウガネブイブイ幼虫の発育に及ぼす餌と温度の影響。関東東山病虫研報 28: 95~96。
- 9) 内藤篤(1985): 畑作における土壌害虫。土壌害虫研究会現地打合せ資料 1~7。
- 10) NAKAMURA, M.(1965): Bio-economics of some larval population of pleurostic Scarabaeidae on the food plain of the River Tamagawa. *Jap. J. Ecol.* 15: 1~18。
- 11) 日本植物防疫協会編(1977): 土壌害虫コガネムシに関するシンポジウム講演要旨 1~68。
- 12) 日本植物防疫協会編(1979): 委託試験成績集 野菜害虫編 第24集。
- 13) 日本植物防疫協会編(1980): 委託試験成績集 野菜害虫編 第25集。
- 14) 日本植物防疫協会編(1981): 委託試験成績集 野菜害虫編 第26集。
- 15) 日本植物防疫協会編(1982): 委託試験成績集 野菜害虫編 第27集。
- 16) 日本植物防疫協会編(1983): 委託試験成績集 野菜害虫編 第28集。
- 17) 日本植物防疫協会編(1984): 委託試験成績集 野菜害虫編 第29集。
- 18) 日本植物防疫協会編(1985): 昭和60年度コガネムシおよびイネ馬鹿苗病防除に関する試験成績 1~30。
- 19) 西垣定治郎(1974): ドウガネブイブイの生態学的研究 III 初期幼虫密度の生存に及ぼす影響。応動昆 18(2): 59~64。
- 20) 澤田正明(1986): 土壌害虫, 線虫対策をめぐる諸問題「コガネムシ」 関東東海農業研究推進会議病虫分科会資料 虫害小分会資料 1~4。
- 21) 富沢章, 松浦博一, 石崎久次(1978): ドウガネブイブイの幼虫発育, 越冬形態におよぼす餌の影響。北陸病害虫研報 26: 54~57。
- 22) 上田康郎, 松井武彦, 稲生稔(1980): ドウガネブイブイによるラッカセイの被害について。関東東山病虫研報 27: 132~133。
- 23) 吉田正義, 藤山静雄(1973): 芝草を加害するコガネムシ類の研究 III ドウガネブイブイの幼虫の飼育。芝草研究 2(1): 33~36。

茨城県農業試験場研究報告 第26号

昭和62年3月31日発行

発行所 茨城県農業試験場
〒311-42 水戸市上国井町

印刷所 新生プリント社
水戸市見川2丁目28-18

Contents

- 1 On the Breeding of New Upland Rice Cultivar Toyohatamochi
..... Tadao KON, Yoshiaki OKUTSU, Ritsuo SUGA, Hideo HIRASAWA and Hiroo NEMOTO
- 2 On the New Upland Rice Cultivar Naebahatamochi
..... Tadao KON, Yoshiaki OKUTSU, Ritsuo SUGA, Masakata HIRAYAMA and Mitsuo HIROKI
- 3 On the New Upland Rice Cultivar Natsuhatamochi
..... Tadao KON, Yoshiaki OKUTSU, Ritsuo SUGA, Masakata HIRAYAMA and Mitsuo HIROKI
- 4 On the New Recommended Upland Rice Variety "Toyohatamochi" in Ibaraki Prefecture
..... Syōji ABE, Takashi KAWANO, Susumu KITAZAKI and Yoshihiro NIITSUMA
- 5 On the New Recommended Sweet Potato Variety "Beniazuma" in Ibaraki Prefecture
..... Syōji ABE, Osamu SATO, Kazuyuki IWASE and Yoshihiro NIITSUMA
- 6 Studies on the Direct Underground Sowing in the Submerged Paddy Field
Part I. Physiological and Ecological Characteristics of Rice Plant in the Direct Underground
Sowing in Submerged Paddy Field.
..... Mikio KANŌ, Kuni SAKAI, Akimitsu SHIOHATA
- 7 Studies on Regulating of Crude Protein Content in Malting Barley Grain under upland conditions
Part I. On the Current Status in Ibaraki Prefecture
..... Etsuo NAKAGAWA, Kazuyuki IWASE, Masahide TAKEI and Yoshihiro NIITSUMA
- 8 Making of underdrainage by agricultural machinery and the effects of underdrainage execution in
the drained paddy fields
..... Nobuo HIRASAWA, Keiichi MOGAKI, Hirobumi OKANO, Miyoshi KIRIHARA, Toshikuni
AITANI, Jun SAKAMOTO.
- 9 Outflow of Fertilizer Nutrients From the Vegetable Field
..... Tutomu OYAMADA, Kuni SAKAI, Kimio TUDA
- 10 On the Behaviour and Balance of Fertilizer Nutrients in the Grazing Pasture
..... Takeshi AOKI, Chikara HIRAYAMA
- 11 Soil Pollution by Heavy Metals
Part V. Improvement of the dissected Vallay Paddy Fields Polluted by Cadmium and the
Cadmium Absorption of Rice Plant.
..... Chikara HIRAYAMA, Kuni SAKAI.
- 12 Improvement of the Paddy Field Polluted by Irrigation of polluted Water.
Part II. Improvement of the Paddy Field Polluted by nitrate Water.
..... Chikara HIRAYAMA
- 13 On the Areal Distribution of the Agriculture water quality in Ibaraki Prefecture
..... Chikara HIRAYAMA
- 14 Damages of sweet potato caused by the cupreous chafer, *Anomala cuprea* Hope (Coleoptera;
Scarabaeidae) and it's control
..... Takehiko MATUI, Yasuo UEDA, Osamu TAKAHASHI, Nobuo HIRASAWA and
Nobuyuki ASANO.