

茨城農総セ  
農研研報  
Bull.Ibaraki  
Agric.Res.Inst  
No. 4 1997

ISSN 1340-7589

BULLETIN  
OF THE  
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE  
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER

NO. 4  
March 1997

---

茨城県農業総合センター  
農業研究所研究報告

第4号  
平成9年3月

---

茨城県農業総合センター  
農業研究所

茨城県水戸市上国井町3402  
Kamikunii,Mito,Ibaraki,311-42 Japan

# 茨城県農業総合センター 農業研究所研究報告 第4号

## 目 次

陸稲新奨励品種「ゆめのはたもち」の採用について …… 林 幹夫・泉澤 直・奥津 喜章・須賀 立夫 ……………	1
二条オオムギ準奨励品種「みょうぎ二条」について …… 福田 弥生・加藤 俊一・三田村 剛・相田 次郎・奥津 喜章 ……………	7
黒ボク畑土壌における小麦粗タンパク含量の低減対策 …… 河野 隆・福田 弥生・三田村 剛・泉澤 直・友常 年江・小川 吉雄 ……………	17
線虫対抗植物等の輪作および生態的手法によるかんしょのネコブセンチュウ防除 …… 上田 康郎・渡辺 健 ……………	27
農業集落排水処理汚泥の農業利用に関する研究 第1報 生汚泥の土壌施用が作物及び土壌に及ぼす影響 …… 松本 英一・小山田 勉・平山 力 ……………	39
根ミツバの移植・収穫作業の省力化に関する研究 …… 弓野 功・小松 徹夫・間谷 敏邦 ……………	53
地域農業における雇用問題と労働力不足への対処 …… 西村 謙三・小松 徹夫 ……………	67
高付加価値型農業のマーケティング戦略と展開方式 …… 中嶋 直美・川崎 昇三 ……………	85
麦類の土壌伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究 …… 飯田 幸彦・小川 奎・渡辺 健・千葉 恒夫・山崎 郁子・小西 猛朗・三田村 剛 ……………	115

# 陸稲新奨励品種「ゆめのはたもち」の採用について

林 幹夫・泉澤 直・奥津喜章・須賀立夫\*

## On the New Recommended Upland Rice Variety “Yumenohatamochi” in Ibaraki Prefecture.

Mikio HAYASHI, Tadashi IZUMISAWA, Yosiaki OKUTSU, Ritsuo SUGA

キーワード：リクトウ、ユメノハタモチ、ショウレイヒンシュ、リョウショクミ、タイカンセイ

中生の晩の「ツクバハタモチ」は土地中庸な畑では比較的安定した収量を得やすく、玄米品質も良好である。しかし、稈長が長く耐倒伏性がやや弱いことや、干ばつにやや弱く収量が不安定などの欠点があることから、これらが改善された品種の選定を目標に奨励品種決定調査を進めてきた。供試系統の中で「関東糯 168 号」が「ツクバハタモチ」に優ると認められたので、茨城県では 1996 年度から奨励品種に採用した。「関東糯 168 号」は陸稲農林糯 60 号に登録され、「ゆめのはたもち」と命名された。

「ゆめのはたもち」は「ツクバハタモチ」と同熟期中生で、耐倒伏性に優れ、また、根が土中深くまで分布しているため耐干性も優れている。玄米千粒重は約 22 g と大粒であり、安定して多収である。餅食味は極良である。

### I 緒 言

陸稲は水稲とともに主食米生産の一翼を担い、重要な作物の一つであった。全国の栽培面積は 1960 年には最高の 184,000 ha に達した。しかし、1960 年代以降、収益性の高い畑作物への転換や米の生産過剰によって陸稲の作付面積は急激に減少し、1994 年には 12,300 ha に減少した<sup>1)</sup>。

本県の陸稲作付面積は 1967 年の 32,000 ha をピークに徐々に減少し、近年は 6,000 ha 前後で安定している。

陸稲は他の畑作物との輪作体系の中で定着してきた。陸稲はハクサイの根こぶ病、キュウリのつる割れ病、ゴボウのヤケ症などを軽減する効果を持ち<sup>2)</sup>、また、有機物資源の少ない畑作でのワラの供給源として役割も大きく、安定的な畑作経営を行うための補完的作物として重要な地位を占めている。

県内地域別の作付面積は県北が 50 % 強の過半数を占め、県南と県西が 20 % 弱、鹿行が 10 % 弱の割合である。品種別の作付率は極早生の「トヨハタモチ」が約 70 %

を占め、次いで「キヨハタモチ」が 15 %、中晩生の「ツクバハタモチ」が約 10 % 占めている。

「ツクバハタモチ」は 1982 年に奨励品種として採用されたが、やや耐干性が弱いことや野菜跡の肥沃地等では倒伏するため、収量と品質の低下が指摘されていた。「ゆめのはたもち」は「ツクバハタモチ」とほぼ同じ熟期中生で、地力中庸な畑からやや肥沃な畑まで広い栽培適性を示す熟色のきれいな強稈の糯品種である。また、耐病性、耐干性が強く、葉の枯れ上がりが少ない。玄米は大粒で品質が良く、餅の食味は極良である。

以上のことから、茨城県では 1996 年度から「ツクバハタモチ」に変えて「ゆめのはたもち」を奨励品種として採用することになった。そこで、この品種の選定の経過ならびに特性について報告する。

\* 茨城県農業総合センター生物工学研究所

## II 試験方法

### 1 試験場所および土壌

茨城県農業総合センター農業研究所圃場（以下農研圃場と略記とする）；表層腐植質黒ボク土

現地農家圃場①：結城市武井；表層腐植質黒ボク土

現地農家圃場②：那珂郡那珂町鹿島；表層腐植質黒ボク土

### 2 試験年次

1992年～1995年

### 3 耕種概要

第1表に示した。

### 4 生育調査

成熟期の稈長，穂長，穂数は各区20株を調査した。その他の項目は観察によった。

### 5 収量調査

1区4㎡を刈り取り，架干後，脱穀調整をして玄米重，玄米千粒重，玄米品質などの調査を行った。

### 6 食味試験

餅をつき，つきたての状態に冷凍保存した。試験は自然解凍した後，熱湯で戻して試食した。パネラーは農業総合センター農業研究所職員および農業総合センター生物工学研究所普通作育種研究室員で行った。

第1表 試験年次と耕種概要

場所	試験年次	播種期(月日)	播種量(kg/a)	施肥量(kg/a)						灌水回数
				窒素(N)		リン酸(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		加里(K <sub>2</sub> O)		
				標肥	多肥	標肥	多肥	標肥	多肥	
農研圃場	'92	4.28	0.4	0.5 + 0.2	0.7 + 0.3	1.0	1.4	0.75	1.05	0
	'93	4.21	0.4	0.5 + 0.2	—	1.0	—	0.75	—	0
	'94	4.21	0.4	0.5 + 0.2	0.7 + 0.3	1.0	1.4	0.75	1.05	2
	'95	4.21	0.4	0.5 + 0.2	0.7 + 0.3	1.0	1.4	0.75	1.05	1
那珂町	'92	4.27	0.4	0.5	—	1.0	—	0.75	—	2
	'93	4.27	0.4	0.5 + 0.2	—	1.4	—	0.75	—	0
	'94	4.25	0.4	0.5 + 0.2	—	1.4	—	0.75	—	2
	'95	4.25	0.4	0.5 + 0.2	—	1.4	—	0.75	—	0
結城市	'92	4.27	0.4	0.3 + 0.2	—	0.6	—	0.45	—	0
	'93	4.26	0.4	0.4	—	0.8	—	0.6	—	0
	'94	4.22	0.4	0.5	—	1.4	—	0.75	—	0
	'95	4.24	0.4	0.25	—	0.7	—	0.38	—	0

その他：畦幅60cmの条播

## III 結果および考察

### 1 試験年度の気象の特徴と生育概況

1992年：5，6月が低温のため，初期生育は抑制された。7，8月には降水量が少なく，干ばつ害が発生する地域もみられた。このため，県全体の陸稲作況指数は91の「不良」であった。水戸の農研圃場では干ばつの進行がゆるやかであったため，灌水しなかった。那珂町の現地圃場では灌水を行ったが，他の現地圃場では灌水しなかった。また，干ばつの影響によって登熟が長引き，

成熟期の判定が難しかった。

1993年：播種以降，5月，6月と低温少雨で経過したが，生育は順調であった。7月20～24日にかけて17℃を下回る低温が長時間続き，早生種に障害不稔が多く発生した。その後も低温少雨少照傾向が続き，出穂・登熟が遅れた。このため，県全体の陸稲作況指数は85の「著しい不良」であった。

1994年：播種以降，5，6月は平年並みの天候で陸

陸稲新奨励品種「ゆめのはたもち」の採用について

稲は順調に生育した。梅雨明けは平年より8日早まり、7、8月は高温少雨多照であった。干ばつ害回避のため、農研圃場では灌水を2回行った。その後も高温多照傾向は続き、出穂、登熟は早まった。このため収量は、灌水施設のあるところや適当な降雨に恵まれた地域では多収になったが、他の地域では干ばつ害が発生した。県全体の陸稲作況指数は70の「著しい不良」であった。

1995年：播種後、平年並みの気候で初期生育は順調であった。6月中旬から7月下旬の梅雨明けまで雨が多かったため、生育遅延や湿害が一部の地域でみられた。

梅雨明け以降、高温多照少雨で推移したため、生育遅延は回復したが、一部の地域では干ばつ害もみられた。現地試験的那珂町では干ばつ傾向が、結城市では湿害傾向がみられた。しかし、干ばつ害を免れた地域では高温多照によって多収であった。このため、県全体の陸稲作況指数は99の「平年並み」であった。

2 調査結果

第2表から第4表に示す試験成績が得られた。概要は次のとおりである。

第2表 陸稲奨励品種決定基本調査成績（標肥）

系統名 または 品種名	試験 年次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	玄米重 (kg/a)	同左 指数 (%)	玄米 千粒重 (g)	玄米 品質	倒伏 程度
ゆめのはたもち	'92年	8.19	10.7	65	20.1	351	20.2	82	21.2	6.0	0
	'93年	8.18	9.27	85	19.2	282	23.5	88	20.7	6.0	0
	'94年	8.10	9.19	72	20.9	274	30.7	81	22.0	6.3	0
	'95年	8.13	9.25	66	21.2	274	30.6	93	23.2	5.5	0
	平均	8.15	9.27	72	20.4	295	26.3	87	21.8	6.0	0
ツクバハタモチ (標準)	'92年	8.16	10.5	75	20.2	347	24.7	100	19.0	5.7	0
	'93年	8.18	9.27	85	19.2	282	26.8	100	20.0	5.0	0
	'94年	8.05	9.19	82	22.0	261	37.9	100	20.5	5.0	0
	'95年	8.12	9.23	71	22.0	216	31.9	100	20.2	4.0	0
	平均	8.13	9.26	78	20.9	277	30.3	100	19.9	4.9	0
キヨハタモチ (比較)	'92年	8.13	10.1	71	17.3	351	30.6	124	18.8	5.3	0
	'93年	8.15	9.25	75	18.1	298	20.5	76	18.4	6.3	0
	'94年	8.02	9.5	79	19.0	298	30.0	79	19.1	5.5	0
	'95年	8.05	9.9	66	18.9	220	25.9	81	19.3	5.0	0
	平均	8.09	9.18	73	18.3	292	26.8	88	18.9	5.5	0

注1) 玄米品質：1（上上）～9（下下）の9段階。

注2) 倒伏：0（無）～5（甚）の6段階。

第3表 陸稲奨励品種決定基本調査成績（多肥）

系統名 または 品種名	試験 年次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	玄米重 (kg/a)	同左 指数 (%)	玄米 千粒重 (g)	玄米 <sup>1)</sup> 品質	倒伏 <sup>2)</sup> 程度
ゆめのはたもち	'92年	8.19	10.7	67	19.2	383	20.8	87	20.3	6.0	0
	'94年	8.10	9.19	85	22.2	304	48.6	104	24.6	4.3	1
	'95年	8.10	9.24	77	21.9	291	42.3	105	23.8	5.5	0.7
	平均	8.14	9.26	76	21.1	326	37.2	101	22.9	5.3	0.6
ツクバハタモチ	'92年	8.17	10.5	79	21.0	339	23.8	100	18.3	5.0	0
	'94年	8.08	9.19	91	22.7	315	46.7	100	21.7	4.7	3
	'95年	8.09	9.21	84	22.7	261	40.4	100	20.9	4.0	2
	平均	8.11	9.25	85	22.1	305	37.0	100	20.3	4.6	1.7

注1) 玄米品質：1（上上）～9（下下）の9段階

注2) 倒伏：0（無）～5（甚）の6段階

第4表 陸稲奨励品種決定現地調査成績

現地名	系統名 系統名	試験年次	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	玄米重 (kg/a)	同左 指数 (%)	玄米 干粒重 (g)	玄米 <sup>1)</sup> 品質	倒伏 <sup>2)</sup> 程度
那珂町	ゆめのはたもち	'92年	70	19.8	346	30.1	109	21.6	4.8	0
		'93年	85	17.8	333	27.8	88	21.0	6.0	0
		'94年	90	20.7	418	33.4	114	23.0	6.3	1
		'95年	68	19.8	269	28.5	135	22.8	5.5	0
		平均	78	19.5	342	30.0	109	22.1	5.7	0.3
	ツクバハタモチ (標準)	'92年	74	20.9	278	27.6	100	19.8	3.5	0
		'93年	93	18.2	303	31.5	100	19.8	4.5	1.5
		'94年	96	18.9	401	29.2	100	20.2	5.7	3
		'95年	70	20.9	212	21.1	100	19.7	4.0	0
		平均	83	19.7	299	27.4	100	19.9	4.4	1.1
	キヨハタモチ (比較)	'92年	73	17.9	312	30.8	112	18.6	3.8	0
		'93年	83	16.0	284	31.5	100	19.8	6.0	0
		'94年	89	18.8	417	29.2	100	20.2	6.0	1
		平均	82	17.6	338	30.5	113	18.5	5.3	0.3
	結城市	ゆめのはたもち	'92年	77	19.9	336	32.6	112	21.9	5.5
'93年			83	17.0	328	28.0	90	20.5	7.0	0
'94年			84	20.6	392	28.7	141	21.2	8.0	3
'95年			72	22.7	297	34.9	116	24.2	5.8	3.5
平均			79	20.1	338	31.1	112	22.0	6.6	1.8
ツクバハタモチ (標準)		'92年	77	21.6	313	29.2	100	20.7	4.8	1
		'93年	88	18.9	303	31.1	100	20.5	6.0	2
		'94年	95	21.3	383	20.3	100	19.3	7.0	5
		'95年	80	24.5	222	30.2	100	23.3	5.5	3.5
		平均	85	21.6	305	27.7	100	21.0	5.8	2.9
キヨハタモチ (比較)		'92年	77	18.8	358	37.3	128	19.8	3.8	2
		'93年	88	16.9	358	32.8	105	18.7	6.0	0
		'94年	92	19.5	438	36.7	181	19.1	7.5	5
		平均	86	18.4	384	35.6	132	19.2	5.8	2.3

注1) 播種は4月下旬, 栽培は現地慣行。

注2) 玄米品種は1(上上)~9(下下)の9段階。

注3) 倒伏は0(無)~5(甚)の6段階

1) 生育調査

「ゆめのはたもち」の出穂期は「ツクバハタモチ」より2日遅く, 早生種の「キヨハタモチ」より6日遅かった。成熟期もほぼ同様の傾向を示した。稈長は標肥区では「キヨハタモチ」並で「ツクバハタモチ」より6cm短く, 多肥区では「ツクバハタモチ」より9cm短かった。現地試験では「ツクバハタモチ」と「キヨハタモチ」はほぼ同等の稈長を示し, 「ゆめのはたもち」はこれより5~6cm短い傾向であった。穂長は「ツクバハタモチ」とほぼ同等, 「キヨハタモチ」より2cm程度長い傾向が

みられた。穂数は「ツクバハタモチ」より多く, 「キヨハタモチ」とほぼ同等であった。倒伏は標肥区では見られなかったが, 多肥区や現地試験では「ゆめのはたもち」の倒伏程度は「ツクバハタモチ」より小さかった。

耐倒伏性は稈長, 穂重, 稈組織の強さなどの作物体の要因と施肥量などの栽培的要因, 雨や風などの気象的要因が関与している。陸稲は水稻に比べて稈は太いが稈組織が弱く, 茎葉が繁茂するため倒伏しやすい<sup>3)</sup>とされている。「ゆめのはたもち」は「ツクバハタモチ」と比べて短稈であることから耐倒伏性が優ったと考えられる。

## 陸稲新奨励品種「ゆめのはたもち」の採用について

### 2) 収量調査

農研圃場標肥区の玄米収量は「ツクバハタモチ」の4年間平均値を100としたとき、「ゆめのはたもち」は87を示し低収であった。農研圃場多肥区では101を示し、「ツクバハタモチ」と同等であった。現地的那珂町では「ツクバハタモチ」の4年間平均値100に対して109、結城市では112と多収であった。玄米千粒重はすべての試験地で「ツクバハタモチ」より2g程度重い傾向を示した。脱穀した玄米の外観品質では「ゆめのはたもち」は「ツクバハタモチ」に劣った。

農研内の供試圃場はラッカセイ-麦-ダイズ-サツマイモ-陸稲を輪作している普通作物栽培畑である。那珂町圃場は前作がダイコン-ジャガイモとの輪作畑、結城市圃場はナス-レタスなど多肥栽培を行う野菜類との輪作畑である。これらのことから、土壌の肥沃度は結城市>那珂町>農研圃場と推察できた。「ゆめのはたもち」と「ツクバハタモチ」の収量を比較すると、痩せた土壌の農研圃場の標肥区は「ツクバハタモチ」に劣り、農研圃場多肥区が並、肥沃土壌の那珂町と結城市では優れたことから、「ゆめのはたもち」は肥沃条件下で多収になる傾向が示唆された。

### 3 食味試験

餅の食味試験を1992年度に2回、'93年度に3回、

'94年度に1回実施した結果を第5表に示した。「ツクバハタモチ」と比べて外観、味、滑らかさ、歯ごたえ、ねばりのすべての項目とも大幅に上回り、総合評価も極めて高い評価を得た。

根本ら<sup>2)</sup>は水稻糯品種と「ゆめのはたもち」の餅食味を比較し、水稻糯の良食味品種の「マンゲツモチ」にはやや劣るが、「ココノエモチ」と同等、畑用水稻糯品種「ミズハタモチ」より大幅に優っていると報告している。これらのことから、「ゆめのはたもち」は従来の陸稲糯品種と比べて、餅食味は極めて優れていることが示された。

第5表 餅食味試験結果（ツクバハタモチ対比）

項目	1992年		1993年			1994年	平均
	1	2	1	2	3	1	
総合評価	0.92	1.81	1.83	1.55	1.93	1.63	1.61
外観	0.38	1.52	1.52	0.91	1.13	1.26	1.12
味	0.96	1.74	1.26	1.23	1.40	1.23	1.31
滑らかさ	1.08	1.76	1.91	1.73	1.87	1.79	1.69
歯ごたえ	0.19	0.95	0.39	0.82	0.67	0.58	0.60
ねばり	0.85	1.24	1.43	1.45	1.93	1.47	1.40

注 評価基準：ツクバハタモチを基準（0）とする  
-5（極端に劣る）から+5（極端に優れる）の11段階評価。

## IV 適 応 地 域

「ゆめのはたもち」は耐倒伏性に優れ、普通畑栽培では極多肥にしないかぎり倒伏する恐れは少ない。また、深根性をインド在来種から導入した「ゆめのはたもち」は耐干性が「ツクバハタモチ」より優れている。したがって、干ばつの恐れがあり、作柄が不安定な普通畑作

地帯から地力が中庸な野菜畑などに広く適する品種である。

以上のことから、「ゆめのはたもち」は県下一円に適する。

## V 栽培上の留意点

「ツクバハタモチ」の栽培法に準ずる。耐倒伏性は高いが、野菜跡の極肥沃地では減肥する。また、肥沃地で追肥を行うと茎葉の繁茂が著しく、倒伏や干害を助長する。これらのことに注意して栽培を行う。

は陸稲栽培管理にご協力いただいた。また、庶務課の鬼沢ひな女史（現水戸市吉沼町）、同須能健一副技師、同大関考之技術員には陸稲の栽培管理および調査にご援助賜った。なお、ご多忙中にもかかわらず農業研究所長阿部祥治氏には本稿のご校閲を賜った。これらの方々に感謝申し上げます。

謝 辞： 本試験を実施するに当たっては、那珂町鹿島の現地農家叶野長城氏、同じく結城市武井の池田弘氏に

引 用 文 献

- 1) 根本 博 (1995) : 陸稲育種の現状と今後の方向, 農業技術, 50号, 5巻, 213~217
- 2) 根本 博・平山正賢・岡本和之・宮本 勝・須賀立夫 (1996) : 良食味・高度耐干性陸稲系統「関東糯168号」の育成, 育雑46, 別1, P 220
- 3) 奥津喜章 (1997) : 農業技術体系, オカボ, 農文協, 基-35
- 4) 大久保隆弘 (1976) : 作物輪作技術論, 農文協, 97-102

On the New Recommended Upland Rice Variety  
"Yumenohatamochi" in Ibaraki Prefecture.

Mikio HAYASHI, Tadashi IZUMISAWA, Yosiaki OKUTSU and Ritsuo SUGA

Key words : Upland rice, Yamenohatamochi, Recommended variety,  
Fine eating quality, drought resistance

Summary

In 1996, Ibaraki Prefecture adopted "Yumenohatamochi" which was glutinous as the new recommended upland rice variety.

In the performance test for recommendable variety by Crops division, "Yumenohatamochi" was compared with the currently recommended variety "Tsukubahatamochi". Results were as follows.

Maturity : medium to late class in Ibaraki and 1-day later than "Tsukubahatamochi".

Plant type : partial panicle weight type with semi short culm which were shorter than "Tsukubahatamochi".

Lodging : higher resistance than "Tsukubahatamochi".

Yield : less yielding than "Tsukubahatamochi" in ordinary fields, however similar or more yield in fertile fields.

Grain quality : grain quality was slightly inferior to "Tsukubahatamochi", however its eating quality was remarkable higher than "Tsukubahatamochi".

Adaptability : adaptable for all areas in Ibaraki and promising for fertile areas after vegetables.



# 二条オオムギ準奨励品種「みょうぎ二条」について

福田弥生・加藤俊一・三田村剛\*\*・相田次郎\*\*・奥津喜章

## On the Semi Recommended Two-rowed Barley Cultivar “Myogi Nijo” in Ibaraki Prefecture

Yayoi FUKUDA, Syunichi KATO, Tsuyoshi MITAMURA, Jiro AIDA, Yoshiaki OKUTSU

キーワード：オオムギシマイシュクビョウテイコウセイ，ミョウギニジョウ，  
ニジョウオオムギ，ショウレイヒンシュ

「みょうぎ二条」はサッポロビール(株)植物工学研究所において育成された二条オオムギ品種である。

「みょうぎ二条」は早生，短稈品種であり，また，オオムギ縞萎縮病抵抗性を持ち，麦芽品質も優れているという特徴を持つ。このため，県内のオオムギ縞萎縮病ウィルスに汚染されたほ場においても作付する事が可能となる。

本品種は，1995年度に茨城県の準奨励品種に採用された。

### I 緒 言

本県の二条オオムギ作付面積は約3,710 ha (1994年産)であり，そのうち約45%を大麦縞萎縮病抵抗性をもつ「ミサトゴールド」が占めている<sup>1)</sup>。しかし，「ミサトゴールド」は実需者側が求めるビール醸造特性が劣ることから，1997年産をもって買い入れを終了することが決定されている。

現在本県の奨励品種は「あまぎ二条」，「はるな二条」であるが，これらの品種はビール醸造特性は優れるもの

の，栽培性では，オオムギ縞萎縮病抵抗性をもたずやや倒伏しやすい欠点がある。そのため，オオムギ縞萎縮病抵抗性を持ち，かつ，実需者の求めるビール醸造特性をもつ品種が待たれていた。

そこで本県では，1995年度に「みょうぎ二条」を準奨励品種に採用し，県内産二条オオムギの品質向上を図ることとした。本報では，「みょうぎ二条」の採用経過及び特性の概要を報告したい。

### II 来 歴

第1図に「みょうぎ二条」の系譜を示した<sup>2)</sup>。「みょうぎ二条」は，1982年にサッポロビール(株)原料試験所(現：植物工学研究所)において「栃系144」(後の「ミサトゴールド」)を母とし，「やす系50」(後の「さつきばれ」)を父として交配を行い，選抜・固定を図ってきたものである。

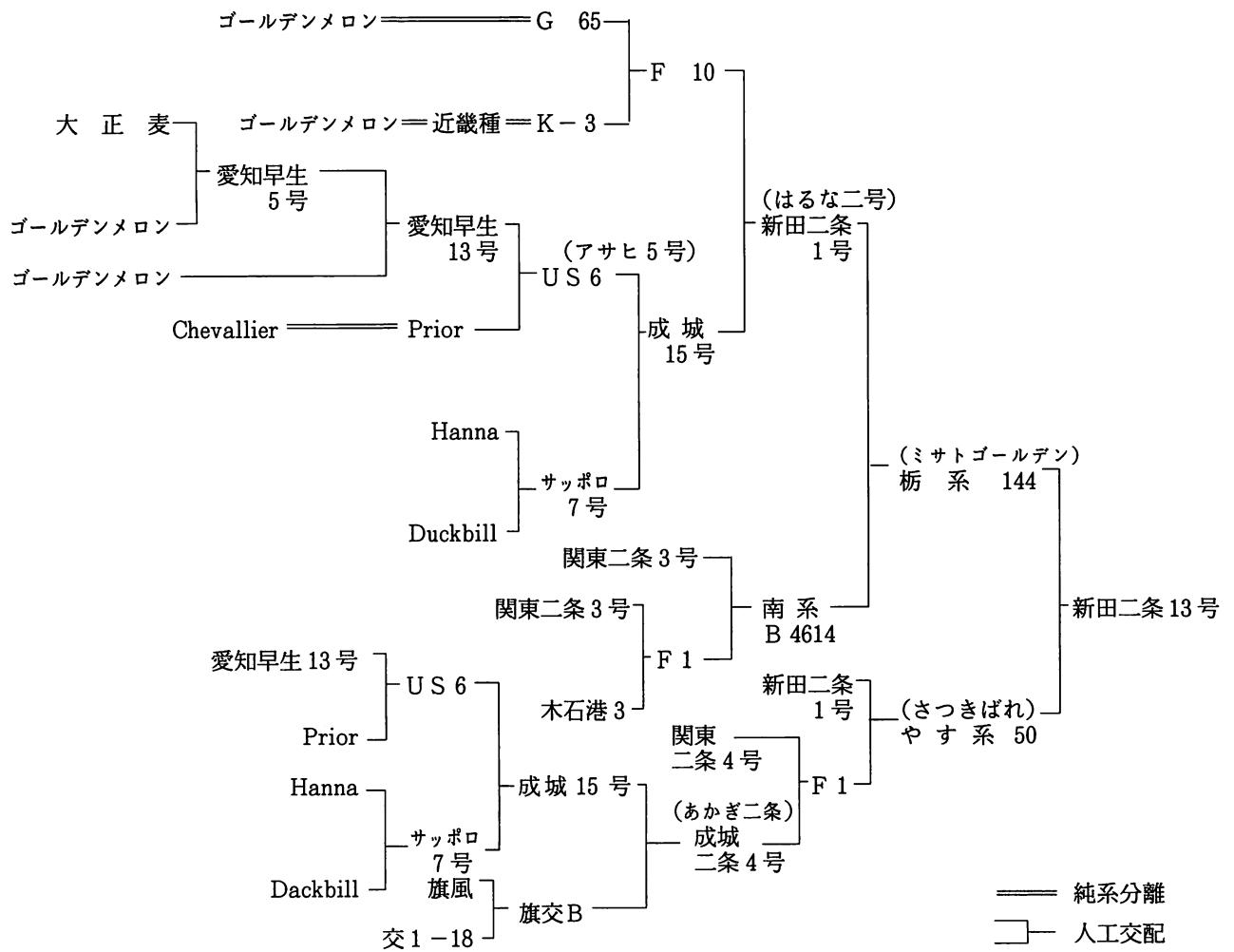
「みょうぎ二条」は，1986年度に系統比較試験ならびに特性検定に供試され，1987年度より生産力予備試験，麦芽品質醸造適性検定試験を実施した。さらに，

1988年度からは「新田系32」の系統番号で，農林水産省二条大麦指定試験地及びビール会社各社の試験地において，栽培および麦芽品質試験を実施し，1990年度より「新田二条13号」の系統名で各府県の合同品種比較試験に配布された。

本県では「みょうぎ二条」を，1990年度より奨励品種決定予備調査に，また，1991年度からは本調査及び現地調査に供試し，適応性を検定してきた。

\* 現大宮地域農業改良普及センター

\*\* 現土浦地域農業改良普及センター



第1図 「みょうぎ二条」の系譜

### III 試 験 方 法

#### 1) 試験年次及び場所

1990年度は、予備調査として農業研究所作物研究室(水戸市)で試験を行い、1991年度から1993年度までは、本調査として、農業研究所作物研究室、水田利用研究室(竜ヶ崎市)、現地ほ場(下館市、水府村)におい

て試験を行った。各試験地の土壌型については、第1表に示すとおりである。また、下館市では、1991年度から1992年度にかけてオオムギ縮萎病汚染ほ場において試験を行った。

第1表 各試験ほ場の土壌型

試験場所	土 壌 型	試験年度
水戸市(作物研究室)	表層腐植質多湿黒ボク土(水田)	1990 - 1993
竜ヶ崎市(水田利用研究室)	中粗粒グライ土(水田)	1991 - 1993
下館市(現地)	表層腐植質多湿黒ボク土(水田)	1991 - 1993
	(1991, 92年度はオオムギ縮萎病汚染ほ場)	
水府村(現地)	表層腐植質黒ボク土(畑)	1991 - 1993

二条オオムギ準奨励品種「みょうぎ二条」について

2) 耕種概要  
各試験地での耕種概要を第2表に示した。また、播種量は、畦幅60cmの普通栽培では0.5kg/a、畦幅30cm

のドリル播き栽培の場合は0.8kg/aとした。1区面積は、普通栽培で9.6㎡、ドリル播き栽培で9.9㎡とし、2区制とした。

第2表 各試験ほ場での耕種概要

試験場所	播種期 (月.日)	年次 (年)	畦幅 (cm)	施肥 条件	基肥量 (kg/a)	前作
					N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	
水戸市	11.6	1990-93	60	標肥	0.4-0.7-0.6	水稻
				少肥	0.2-0.4-0.3	水稻
竜ヶ崎市	11.10	1991-93	30	標肥	0.8+0.4-1.2-1.1	大豆
下館市	11.9	1991-93	60	標肥	0.4-0.7-0.6	水稻
水府村	11.11	1991-93	60	標肥	0.4-0.7-0.6	大豆、そば

3) 生育及び収量調査の方法

出穂期、成熟期については、醸造用大麦調査基準<sup>3)</sup>に基づいて調査した。稈長、穂長は、1区20株について測定し、穂数は、0.6㎡の穂数を1区2ヶ所数え、㎡あたり穂数に換算した。ℓ重はブラウエル穀粒計により1区2回測定し、千粒重は、20gの粒数を1区3回測定し、それぞれ平均値を換算して求めた。病害の程度は、

各区達観法によって0(無)～5(甚)の6段階で評価した。品質は、達観調査によって、1(上上)～9(下下)の9段階で評価し、茨城食糧事務所(現:水戸食糧事務所)に依頼して、等級品質を調査した。

醸造特性は、試験年の所内の生産物についてビール酒造組合に依頼して、調査を行った。

IV 試験結果

1 気象と生育経過

各年次の気象と生育の経過は以下の通りであった。

1990年: 播種期以降成熟期まで高温傾向が続いた。そのため、幼穂形成・節間伸長期が早まり、出穂期は6日、成熟期は5日程度早まった。しかし、生育が促進されたものの、春先の凍霜害が無く、登熟期の降雨も少なかったため、収量は平年より多収であった。県下の作柄は、作況指数104の「やや良」であった。

1991年: 播種期以降3月中旬まで高温傾向で経過したため、生育は平年より促進された。3月中旬に一時的な低温があり、若干凍霜害が発生した。被害は軽微であった。また、出穂期は平年より2日早かったが、その後低温・少照で経過したため成熟期は4日程度遅れた。子実重は、5～6月の低温で粒の肥大がやや悪かったが、穂数が多かったため多収となった。県下の作柄は、作況指数101の「平年並み」であった。

1992年: 播種期以降2月まで高温傾向で推移したため、初期生育は平年並に確保された。3月中旬から下旬にかけての一時的な低温により凍霜害が発生した。3月から4月にかけて低温傾向で推移

したため、出穂期は平年より1週間遅れたが、5月に天候が回復したため、成熟期は3日程度の遅れとなった。凍霜害によって穂数は平年値を下回った。登熟期間が低温で推移したため千粒重はやや重くなり、粒の充実も良好だったが、子実重は平年を下回った。県下の作柄は、作況指数105の「やや良」であった。

1993年: 播種期以降分けつ期にかけては、暖かい日が続いたことから生育は促進されたが、1月以降は冷え込みが厳しくなったため、生育は遅れ気味となった。3月下旬に低温があったが、生育ステージが遅れていたため凍霜害の影響はほとんどなかった。その後は高温多照で推移したため、出穂期が平年より3日遅れたものの、成熟期は平年より4日早まった。収量は平年を大きく上回り、粒張り・粒の充実とも良好であった。県下の作柄は、作況指数106の「良」であった。

2 栽培特性

第3表に、「みょうぎ二条」及び「ミサトゴールデン」、「はるな二条」、「あまぎ二条」の形態・生態的特性を示した<sup>2)</sup>。

第4表, 第5表には「みょうぎ二条」及び「ミサトゴールデン」, 「はるな二条」, 「あまぎ二条」の所内試験ほ場における生育および収量, 品質を, 第6表, 第7表に現地試験ほ場における生育および収量, 品質を, 第8表に施肥量試験における生育および収量, 品質を示した。

第3表 形態・生態的特性

品 種 名	叢 性	播性 程度	穂型	穂 の 下垂度	粒着 密度	株の 開閉	葉鞘の ワックス	葉色	粒大	穀皮の 厚 さ
みょうぎ二条	直立	I	矢羽根	直	密	やや閉	やや多	中	中	薄
ミサトゴールデン	直立	I	矢羽根	直	密	閉	やや多	中	やや大	中
はるな二条	直立	I	矢羽根	直	密	閉	やや多	やや淡	中	極薄
あまぎ二条	直立~中間	I~II	矢羽根	直	やや密	閉	中	やや淡	中	やや薄

第4表 生育・収量調査結果 (基本調査・作物研究室)

品 種 名	播種 年度	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏の うどん		縞萎 縮病	子実重 (kg/a)	対標準 比(%)	ℓ重 (g)	千粒重 (g)
							多	少					
みょうぎ二条	1990	4.14	5.28	79	5.4	529	0	4	0	46.8	75	663	41.5
	91	4.08	5.25	74	5.6	508	0	2	0	47.2	119	702	41.3
	92	4.25	6.05	80	5.1	560	0	1	0	43.7	89	709	42.9
	93	4.15	5.26	87	5.4	690	0	2	0	55.2	97	699	38.4
	平均	4.16	5.29	80	5.4	572	0	2.3	0	48.2	95	693	41.0
ミサトゴールデン (比較)	1990	4.15	5.30	92	5.8	515	0	4	0	49.1	77	682	44.3
	91	4.08	5.27	77	6.1	417	0	1	0	27.4	69	716	46.4
	92	4.24	6.06	94	5.4	580	0	0	0	48.8	99	722	45.3
	93	4.16	5.28	98	5.4	683	2	1	0	54.5	95	711	40.8
	平均	4.16	5.31	90	5.7	549	0.5	1.5	0	45.0	85	708	44.2
はるな二条 (比較)	1990	4.15	5.27	92	5.3	707	0	5	0	53.0	85	674	39.7
	91	4.10	5.26	88	5.6	643	0	2	0	40.0	101	725	40.1
	92	4.23	6.05	87	4.4	594	0	0	0	40.7	83	701	40.3
	93	4.16	5.28	98	5.0	823	0	2	0	58.8	103	715	38.2
	平均	4.16	5.29	91	5.1	692	0	2.3	0	48.1	93	704	39.6
あまぎ二条 (標準)	1990	4.16	6.04	91	5.9	761	2	3	0	58.0	100	707	42.6
	91	4.12	6.04	80	6.6	479	0	1	0	39.7	100	715	42.5
	92	4.24	6.07	87	5.5	583	0	0	0	49.1	100	714	44.0
	93	4.20	5.31	96	6.0	722	0	1	0	57.1	100	722	38.3
	平均	4.18	6.04	89	6.0	636	0.5	1.3	0	51.0	100	715	41.9

第5表 生育・収量調査結果 (基本調査・水田利用研究室)

品 種 名	播種 年度	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏の うどん		縞萎 縮病	子実重 (kg/a)	対標準 比(%)	ℓ重 (g)	千粒重 (g)
							多	少					
みょうぎ二条	1991	4.11	5.21	78	4.9	778	0	0	0	45.7	98	697	39.1
	92	4.14	5.25	89	5.3	863	0	0	0	58.0	106	697	37.5
	93	4.13	5.24	92	5.4	970	2	0	0	59.1	106	664	40.4
	平均	4.13	5.23	86	5.2	870	0.7	0	0	54.3	103	686	39.0
ミサトゴールデン (比較)	1991	4.11	5.23	91	4.8	765	0	0	0	52.7	114	719	40.7
	92	4.13	5.25	97	5.5	792	0	0	0	54.7	100	699	39.2
	93	4.16	5.25	102	5.9	757	2	0	0	51.4	92	678	45.0
	平均	4.13	5.24	97	5.4	771	0.7	0	0	52.9	102	699	41.6
はるな二条 (比較)	1991	4.10	5.21	94	4.6	858	0	0	0	41.3	90	699	35.3
	92	4.14	5.26	100	5.2	918	1	0	0	63.5	116	704	36.0
	93	4.14	5.24	100	5.1	935	2	0	0	46.3	83	654	39.3
	平均	4.13	5.23	98	5.0	904	1.0	0	0	50.4	96	686	36.9
あまぎ二条 (標準)	1991	4.12	5.23	85	5.6	882	0	0	0	46.4	100	725	35.9
	92	4.15	5.28	92	5.7	860	0	0	0	54.8	100	714	37.2
	93	4.16	5.26	97	6.2	973	2	0	0	55.6	100	687	40.0
	平均	4.14	5.26	91	5.8	905	0.7	0	0	52.3	100	709	37.7

二条オオムギ準奨励品種「みょうぎ二条」について

第6表 生育・収量調査結果（現地調査・下館市）

品 種 名	播種 年度	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏の 多 少	うどん こ 病	縞萎 縮病	子実重 (kg/a)	対標準 比(%)	ℓ重 (g)	千粒重 (g)
みょうぎ二条	1991	81	5.3	574	0	0	0	50.5	178	725	40.9
	92	86	5.2	510	0	0	0	43.1	120	727	44.4
	93	73	5.6	429	0	2	0	28.3	89	704	42.9
	平均	80	5.4	504	0	0.7	0	40.6	129	719	42.7
ミサトゴールデン (比較)	1991	94	5.3	625	0	0	0	49.0	173	736	41.5
	92	99	5.6	563	0	0	0	55.7	155	735	48.4
	93	87	5.9	377	0	0	0	29.9	94	744	47.7
	平均	93	5.6	522	0	0	0	44.9	141	738	45.9
はるな二条 (比較)	1991	87	5.6	545	1	0	4	43.8	155	715	36.9
	92	91	5.1	622	1	0	2	41.3	115	727	42.2
	93	83	5.4	528	0	1	0	31.0	98	725	40.7
	平均	87	5.4	565	0.5	0.2	2	38.7	123	722	39.9
あまぎ二条 (標準)	1991	71	7.0	508	3	0	5	28.3	100	720	36.4
	92	81	6.2	503	1	0	4	36.0	100	730	40.5
	93	79	6.4	345	0	0	0	31.7	100	737	43.5
	平均	77	6.5	452	1.2	0	2.8	32.0	100	729	40.1

第7表 生育・収量調査結果（現地調査・水府村）

品 種 名	播種 年度	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	倒伏の 多 少	うどん こ 病	縞萎 縮病	子実重 (kg/a)	対標準 比(%)	ℓ重 (g)	千粒重 (g)
みょうぎ二条	1991	83	5.0	564	0	0	0	35.9	104	696	39.8
	92	84	4.8	575	0	0	0	41.4	106	707	41.4
	93	89	5.5	611	2	1	0	45.9	113	692	36.9
	平均	85	5.1	583	0.7	0.3	0	41.1	108	698	39.4
ミサトゴールデン (比較)	1991	90	4.8	530	1	0	0	35.2	102	702	39.9
	92	100	5.2	526	0	0	0	46.8	120	727	45.4
	93	100	5.5	550	1	2	0	47.3	117	715	41.9
	平均	97	5.2	535	0.7	0.7	0	43.1	113	715	42.4
はるな二条 (比較)	1991	93	4.6	524	3	0	0	30.0	87	687	36.8
	92	98	4.5	738	0	0	0	41.8	107	714	39.4
	93	94	4.9	623	3	3	0	36.1	89	690	36.0
	平均	95	4.7	628	1.8	0.8	0	36.0	94	697	37.4
あまぎ二条 (標準)	1991	90	5.9	475	2	0	0	34.6	100	709	37.9
	92	88	5.5	545	0	0	0	39.0	100	720	41.2
	93	90	5.6	607	3	3	0	40.6	100	714	37.2
	平均	89	5.7	542	1.5	0.8	0	38.1	100	714	38.8

第8表 施肥量試験における生育・収量調査結果

肥料条件	品 種 名	播種年度	出穂期(月.日)	成熟期(月.日)	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本/m <sup>2</sup> )	倒伏の多少	うどんこ病	縮萎縮病	子実重(kg/a)	対標準比(%)	ℓ重(g)	千粒重(g)	
標	みょうぎ二条	1991	4.08	5.25	74	5.6	508	0	2	0	47.2	119	702	41.3	
		92	4.25	6.05	80	5.1	560	0	1	0	43.7	89	709	42.9	
		93	4.15	5.26	87	5.4	690	0	2	0	55.2	97	699	38.4	
		平均	4.16	5.29	80	5.4	586	0	1.5	0	48.7	102	703	40.9	
	ミサトゴールデン(比較)	1991	4.08	5.27	77	6.1	417	0	1	0	27.4	69	716	46.4	
		92	4.24	6.06	94	5.4	580	0	0	0	48.8	99	722	45.3	
		93	4.16	5.28	98	5.4	683	2	1	0	54.5	95	711	40.8	
		平均	4.16	5.31	90	5.6	560	0.7	0.7	0	43.6	88	716	44.2	
	肥	はるな二条(比較)	1991	4.10	5.26	88	5.6	643	0	2	0	40.0	101	725	40.1
			92	4.23	6.05	87	4.4	594	0	0	0	40.7	83	701	40.3
			93	4.16	5.28	98	5.0	823	0	2	0	58.8	103	715	38.2
			平均	4.16	5.30	91	5.0	687	0	1.3	0	46.5	96	714	39.5
あまぎ二条(標準)		1991	4.12	6.04	80	6.6	479	0	1	0	39.7	100	715	42.5	
		92	4.24	6.07	87	5.5	583	0	0	0	49.1	100	714	44.0	
		93	4.20	5.31	96	6.0	722	0	1	0	57.1	100	722	38.3	
		平均	4.19	6.04	88	6.0	595	0	0.7	0	48.6	100	717	41.6	
少		みょうぎ二条	1991	4.08	5.26	68	6.0	445	0	2	0	26.3	85	733	45.0
			92	4.26	6.05	70	5.0	424	0	1	0	33.3	87	699	40.9
			93	4.16	5.24	75	5.3	475	0	0	0	37.0	85	697	41.0
			平均	4.16	5.29	71	5.4	448	0	0.8	0	32.2	86	710	42.3
	ミサトゴールデン(比較)	1991	4.09	5.27	82	6.2	445	0	2	0	38.1	123	721	45.4	
		92	4.25	6.04	86	5.5	473	0	1	0	40.8	107	708	44.3	
		93	4.16	5.28	91	5.5	501	0	0	0	40.2	93	709	42.2	
		平均	4.17	5.30	86	5.7	473	0	0.7	0	39.7	108	713	44.0	
	はるな二条(比較)	1991	4.09	5.28	80	6.0	510	0	2	0	31.1	101	736	42.8	
		92	4.25	6.07	81	4.7	477	0	1	0	38.5	101	692	39.5	
		93	4.16	5.27	89	5.4	665	2	1	0	43.4	100	714	40.0	
		平均	4.17	5.31	83	5.4	551	0.7	1.2	0	37.7	101	714	40.8	
肥	あまぎ二条(標準)	1991	4.14	6.04	72	7.0	440	0	2	0	30.9	100	717	44.3	
		92	4.25	6.10	73	6.0	432	0	1	0	38.1	100	716	42.1	
		93	4.19	5.31	85	6.2	550	0	0	0	43.4	100	733	42.1	
		平均	4.19	6.05	77	6.4	474	0	0.7	0	37.5	100	722	42.8	

1) 形態的特性

叢性はやや直，葉色は中位で，株の開閉はやや閉。「あまぎ二条」と比較して稈長・穂長とも短く，穂数は少ない。ℓ重，千粒重は「あまぎ二条」より軽い，短稈で耐倒伏性に優れる。穀皮の厚さは薄い。

2) 生態的特性

播性程度Ⅰの春播性品種で，幼穂分化及び茎立ちは「あまぎ二条」より出穂期で1～3日，成熟期で3～7日早い，並性・二条・早生種である。

耐病性は，うどんこ病に対しては「あまぎ二条」よりやや弱い，「はるな二条」と同程度である。赤かび病に対しては「あまぎ二条」と同程度である。

3) 収量性

所内における「みょうぎ二条」の収量は，「あまぎ

二条」と比較して同程度からやや低かったが，「はるな二条」とほぼ同程度からやや多収であった。下館市の大麦縮萎縮病汚染現地ほ場においては，減収することなく収量レベルを保った。県北山間地である水府村においても，「あまぎ二条」，「はるな二条」の収量を上回った。

窒素施肥量が収量に及ぼす影響は，標準施肥量に対し5%減肥の少肥条件では，比較品種より穂数減により10%以上減収したため，本品種の減肥の可能性は低いと考えられる。

4) オオムギ縮萎縮病抵抗性

第9表にオオムギ縮萎縮病汚染ほ場における生育収量を示した。

二条オオムギ準奨励品種「みょうぎ二条」について

第9表 オオムギ縞萎縮病汚染ほ場における生育・収量調査結果（下館市）

品 種 名	播 種 年 度	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m <sup>2</sup> )	縞 萎 縮 病 発 病 株 率 (%)	子 実 重 (kg/a)	対 標 準 比 (%)	ℓ 重 (g)	千 粒 重 (g)
みょうぎ二条	1991	81	5.3	574	0	50.5	178	725	40.9
	92	86	5.2	510	0	43.1	120	727	44.4
	平均	84	5.3	542	0	46.8	149	726	42.7
ミサトゴールドン (比較)	1991	94	5.3	625	0	49.0	173	736	41.5
	92	99	5.6	563	0	55.7	155	735	48.4
	平均	97	5.5	594	0	52.4	164	736	45.0
はるな二条 (比較)	1991	87	5.6	545	80	43.8	155	715	36.9
	92	91	5.1	622	40	41.3	115	727	42.2
	平均	89	5.4	584	60	42.6	135	721	39.6
あまぎ二条 (標準)	1991	71	7.0	508	90	28.3	100	720	36.4
	92	81	6.2	503	50	36.0	100	730	40.5
	平均	76	6.6	506	70	32.2	100	725	38.5

オオムギ縞萎縮病ウィルスに対する高度抵抗性品種「木石港-3」に由来する抵抗性遺伝子をもつため、オオムギ縞萎縮病ウィルスⅠ型系統に対しては「あまぎ二条」、「はるな二条」と比較して極めて強い。近年、県内数カ所で発生が認められている大麦縞萎縮病ウィルスⅢ型系統に対しては、「ミサトゴールドン」と同様に、罹病は認められるが、感受性品種のように大きく減収する事はないと考えられる。

5) 製麦及び麦芽品質特性

第10表に製麦及び麦芽品質特性について示した<sup>2)</sup>・<sup>4)</sup>。

吸水性は早く、優れており、根の伸長も整一かつ旺盛で、蛋白質及び炭水化物の溶解は容易であり、製麦作業

特性は良好であった。

麦芽品質はエキスが多く、酵素力の中で、発酵性も良く、優れていた。

醸造特性については、糖化性、濾過性、発酵性とも良好であった。

3 栽培上の留意すべき事項

「みょうぎ二条」は、短稈で耐倒伏性に優れ、「あまぎ二条」、「はるな二条」と比較して栽培しやすい品種である。しかし、「はるな二条」や「ミサトゴールドン」と同様に播種程度Ⅰの春播性早生品種であり、茎立ちがやや早く、春先の低温による凍霜害を受けやすい。した

第10表 醸造特性調査結果（1993年茨城県産ビール大麦合同品種比較試験品質試験結果より）

品 種 名	原 粒 粗 蛋 白 (%)	浸 麦 度 (%)	色 度	エ キ ス (%)	全 窒 素 (%)	可 溶 性 窒 素 (%)	コ ー ル ジ ャ ス バ ッ ハ 数 (%)	ア タ ー ゼ ル (%)	最 終 発 酵 度 (%)	評 点
みょうぎ二条	9.7	41.2	3.1	84.5	1.54	0.68	43.8	122	84.1	56
比)ミサトゴールドン	9.2	41.2	3.3	82.9	1.47	0.63	42.6	121	83.1	51
比)はるな二条	9.6	41.6	3.1	84.8	1.53	0.68	44.0	142	85.1	60
標)あまぎ二条	9.2	41.2	2.7	81.6	1.48	0.64	43.4	105	82.6	42

浸麦度：浸麦時間(吸水後、原麦水分含量が4.3%になるまでの時間を推定したもので吸水させた後の実際の水分含量)

色 度：麦汁の色の濃淡で、3程度のものが良い。

エ キ ス：麦汁中の可溶性抽出物で、高いものが良い。

全 窒 素：麦芽中に含まれる全窒素含量

可溶性窒素：麦芽中の可溶性窒素含量で、ビール酵母の栄養源となり、高いものが良い。

コ ー ル バ ッ ハ 数：全窒素に対する可溶性窒素の割合で、高いものが良い。

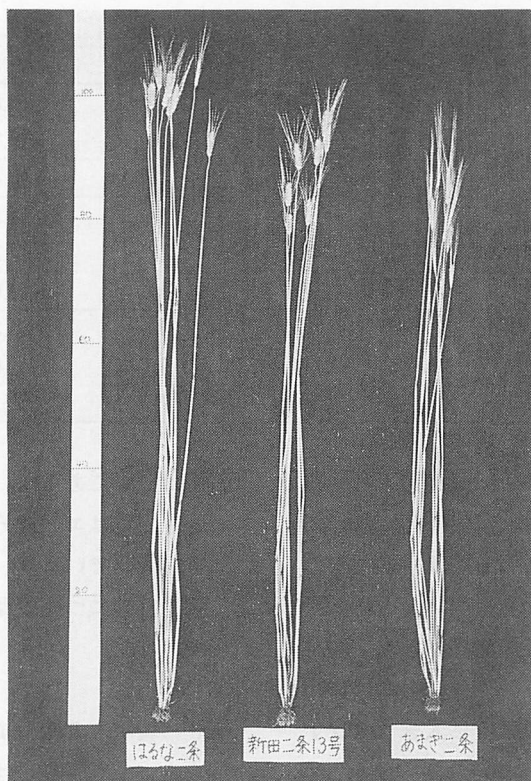
ア タ ー ゼ ル：麦芽を作ることによって活性化された酵素の力価で、高いものが良い。

最 終 発 酵 度：麦汁中に含まれる発酵性糖の割合で、高いものが良い。

評 点：麦芽の品質を総合的に評価した点数で、高いものが良い。

がって、既存の品種と同様に極端な早播きは避け、踏圧を十分に行う。耐倒伏性は強いが、極端な多肥栽培や密植栽培は、子実の粗タンパク含量を高める等品質低下の

原因になるため行わない。また、品質低下を防ぐため、適期収穫にとめるとともに、穀皮が薄い特性をもつことから、脱穀時には穀粒水分や回転数に注意する。



謝辞：試験に際し、庶務課の鬼沢ひな氏、須能健一氏、大関考之氏、峯島一成氏、堀江宏文氏には、ほ場管理や調査等で大変お世話になった。また、現地試験担当農家ならびに関係各農業改良普及センター、県農産課の関係職員にご協力いただき、農業研究所研究員の方々にも種々のアドバイスを頂いた。ここにあわせて感謝の意を表す。

#### 引用及び参考文献

- 1) 茨城県 (1993) : 茨城県農作物奨励品種決定調査選定審査会資料 一版
- 2) サッポロビール株式会社植物工学研究所 : ビール大麦新品種「新田二条13号」中間成績
- 3) 農業研究センター (1986) : 醸造用大麦調査基準第4) 栃木県農業試験場栃木分場ビール麦醸造用品質改善指定試験地 (1989) 品種改良のためのビール麦品質検定法(2) : 6-7, 15-41



二条オオムギ準奨励品種「みょうぎ二条」について

On the Semi Recommended Two-rowed Barley Cultivar  
“Myogi Nijo” in Ibaraki Prefecture

Yayoi FUKUDA Syunichi KATO Tsuyoshi MITAMURA Jiro AIDA Yshiaki OKUTSU

key words : barley yellow mosaic disease resisutance, Myogi Nijo, two-rowed barley,  
semi-recommended cultivar

Summary

“Myogi Nijo” is a new two-rowed barley cultivar developed at the Sapporo Breweries LTD. Plant Bioengineering Reserch Laboratories.

“Myogi Nijo” is known for it's early harvest and short culm. And it also has barley yellow mosaic disease resistance and superior malting quality. Since this cultivar can be grown at the field infected with barley yellow mosaic virus.

“Myogi Nijo” was released in Ibaraki Prefecture as semi-recommended cultivar in 1995.

# 黒ボク畑土壌における小麦粗タンパク含量の低減対策\*<sup>1</sup>

河野 隆・福田弥生・三田村剛\*<sup>2</sup>

泉澤 直・友常年江・小川吉雄

## The Method for Decreasing Content of Crude Protein of Wheat Grain on the Andosol Upland Soil

Takashi KAWANO, Yayoi FUKUDA, Tsuyoshi MITAMURA,  
Tadashi IZUMISAWA, Toshie TOMOZUNE, Yoshio OGAWA

キーワード：クロボクド，コムギ，ノウリン61ゴウ，ソタンパクガンリョウ，  
リンサンタヒ，チッソゲンピ

本県の畑麦は輪作体系上重要な位置付けになっているが、これを原料として使用している実需者側では子実の粗タンパク含量の高いことが大きな問題になっている。そこで、小麦（「農林61号」）を対象に黒ボク畑土壌での高タンパク化の要因の解明と適正粗タンパク含量（9.5～11.5%）への低減技術について検討した。

その結果、黒ボク土における小麦の高タンパク化は、窒素発現パターンが遅くて急激な窒素供給量の多い土壌の性質に起因し、穂数と窒素吸収量の比が小さくなるためと推察された。この対策として、りん酸多肥と窒素減肥により、粗タンパク含量は0.6～1.1%程度低下した。さらに品種をバンドウワセに変えることにより、1.2～1.7%程度低下させることが可能であった。

## I 緒 言

本県の麦の作付面積は8,770 ha（平成7年度）を有し、全国第7位の麦の主要生産県になっている<sup>1)</sup>。県内の麦作は、水田においては水田営農活性化対策における転作作物であるとともに、米麦二毛作による土地利用向上に寄与している。また、畑においても地域の条件に応じた合理的な輪作体系の確立、冬期間の風触防止ならびに地力増進作物やクリーニングクロープとして重要な役割を担っている。

しかし、県内産の麦の品質についてはバラツキが多いこと、物流の合理化が遅れていること等から、極めて評価の低いものになっている。小麦の品質に関しては、小麦粉を得て製品に加工する際の一次・二次加工適正によって評価されている。国内産小麦は麺用に適しているとされているが、一般的に外国産に比べ産地、品種間におけ

る品質のバラツキが大きく、製粉歩留及び作業性、粉色、製麺性などの品質で劣っている。小麦の加工適性や製品の品質等に影響する主な要因には、タンパク質の量や質、灰分含有量、小麦粉の色調、デンプンの性状（アミロ値）等がある。このうち、タンパク含量は、小麦粉の特性を生み出すグルテンの量を左右し、製粉性、生地やめんの物性などに大きく影響を与えるため、実需者側からは、製粉行程の大規模、自動化に伴い、タンパク含量の安定化が強く求められている。めん用の場合、実需者の要望は原粒タンパク含量で9.5～11.5%としている<sup>2)</sup>。

最近、県内産の小麦「農村61号」の品質結果から、千粒重、 $\ell$ 重は大きく、粒の充実が良好であるにもかかわらず、粗タンパク含量が高くバラツキも大きいこと、また粗タンパク含量を高める要因として、土壌型、倒伏

\* 1 この試験は、「麦の高蛋白対策試験」（県単）の中で実施したものである。

\* 2 現土浦地域農業改良普及センター

程度、立枯病・縮萎縮病などの病害、凍霜害、湿害等があげられるとの報告<sup>3)</sup>がある。

そこで、従来から粗タンパク含量が高くなる傾向にあ

る黒ボク畑土壌を対象に、小麦の粗タンパク含量の変動要因と、適正粗タンパク含量への低減技術について検討した。その結果、若干の知見が得られたので報告する。

## II 粗タンパク含量の変動要因の解明

### 1 土壌の種類別の窒素吸収パターンと粗タンパク含量の関係

小麦の窒素吸収パターンと子実の粗タンパク含量との関係を知るため、黒ボク土3ヶ所、褐色森林土1ヶ所において、窒素吸収量の推移を調査した。

#### 1) 試験方法

品種は「農林61号」を供試し(以下同じ)、無窒素条件で栽培した。播種期は平成3年10月31日～11月4日で、播種量0.4kg/a、畦幅60cmの条播(普通栽培)で行った。実施場所及び土壌の種類は、〔水戸市上国井町〕農業研究所内の表層腐植質黒ボク土と淡色黒ボク土、那珂郡那珂町鹿島の表層腐植質黒ボク土及び久慈郡金砂郷町上利員の褐色森林土の4ヶ所である。また、りん酸と加里の施用量はともに10kg/aとした。

生育期間中、各圃場から時期別に8回作物体を50cm幅で3ヶ所採取し、乾燥・粉碎後、ケルダール法により全窒素含量を分析し窒素吸収量を求めた。粗タンパク含量は子実の全窒素含量に5.70を乗じ、水分13.5%ベースに換算した。また、土壌の化学性は常法<sup>4)</sup>に依り分析した。

#### 2) 試験結果及び考察

各試験圃場における小麦作付け前の土壌の化学性を第1表に示した。黒ボク土は当然ながらりん酸吸収係数が2000以上と褐色森林土に比べて高く、このため可給態りん酸含量も相対的に少ない。また、地力窒素を表わす可給態窒素含量は、全窒素含量を反映して表層腐植質黒ボク土では多く、淡色黒ボク土、褐色森林土では相対的に少なくなっている。

第1表 各試験地の土壌の化学性

(乾土100g当り)

土 壌 の 種 類 (場 所)	pH	EC (KCl)	NO <sub>3</sub> -N (mg)	Av-N (mg)	T-N (%)	T-C (%)	CEC (me)	CaO (mg)	MgO (mg)	K <sub>2</sub> O (mg)	Av-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg)	りん酸 吸収係数
表層腐植質黒ボク土 (水 戸)	5.6	0.078	0.6	5.3 (7.4)	0.46	6.8	20.2	358	48	27	11.5	2,110
表層腐植質黒ボク土 (那 珂)	4.8	0.078	1.0	9.8 (10.9)	0.40	5.9	21.2	242	32	58	8.9	2,090
淡 色 黒 ボ ク 土 (水 戸)	5.7	0.070	1.1	4.1 (5.5)	0.23	2.4	16.0	240	52	52	2.3	2,180
褐 色 森 林 土 (金 砂 郷)	5.0	0.039	1.1	2.8 (6.9)	0.21	2.0	16.6	332	36	63	24.8	1,240

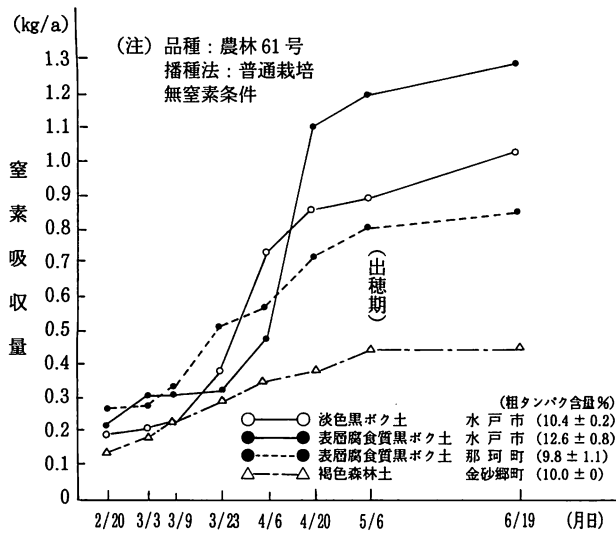
(注) Av-Nの上段は、pH7.0りん酸緩衝液抽出窒素量(ケルダール法)を、下段( )書きは30℃4週間培養後の無機態窒素量を示す。

第1図は小麦の窒素吸収経過と粗タンパク含量を土壌の種類別・地域別に示したものである。毎年、良質な小麦を生産している褐色森林土(金砂郷試験地)での粗タンパク含量は10.0%と適正値を示しているが、黒ボク土内では表層腐植質黒ボク土(水戸試験地)が最も高く12.6%、次いで淡色黒ボク土(水戸試験地)10.4%、表層腐植質黒ボク土(那珂試験地)9.8%と粗タンパク含量にばらつきがあると同時に、黒ボク土内でも適正レベル9.5～11.5%を維持している圃場のあることが認

められた。

また、粗タンパク含量が高い表層腐植質黒ボク土(水戸試験地)の窒素吸収経過は、適正値にある表層腐植質黒ボク土(那珂試験地)に比べると、(ア)分けつ期から節間伸長期の窒素吸収量が少ない、(イ)窒素吸収急増期が遅い、(ウ)急増期の窒素吸収量の上昇率が極めて大きい等の特徴が見られた。言い換えると、無窒素条件で実施しているので、これらの特徴は土壌からの窒素発現パターンに対応しているものである。また、小麦の粗タンパク含

黒ボク畑土壌における小麦粗タンパク含量の低減対策



第1図 土壌の種類別・地域別と小麦の窒素吸収経過

量を高レベルから適正レベルに低減させるためには、分けつ期から節間伸長期にかけて窒素吸収量を増すこと、可能であるならば窒素吸収急増期の上昇率をある程度抑制することが必要と推察される。

一方、那珂試験地の土壌の全窒素量と可給態窒素含量が水戸試験地と同様に高いことは、それらが必ずしも粗タンパク含量を高める要因でないことを示唆しているものと考えられる。

2 下層土と粗タンパク含量の関係

下層土が小麦粗タンパク含量に与える影響を知るため、

作土と下層土の土壌の種類を替えて、窒素吸収量、粗タンパク含量等の違いを検討した。

1) 試験方法

1の試験に供試した水戸試験地の腐植質黒ボク土と淡色黒ボク土を使用して、それぞれ7kgの生土を1/2,000aワグネルポットへ、厚さ15cmの上層(作土)と下層(下層土)の2層に分けて詰めた。施肥量は窒素、りん酸、加里ともポットあたり1.4gとした。また、小麦の栽植密度は1ポットあたり9株とした。

2) 試験結果及び考察

第2表は作土、下層土の土壌の種類と粗タンパク含量の関係を要因別平均値で示したものである。作土の種類では腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土に比べ、穂数、わら重、子実重、窒素吸収量(合計)等が大きく、粗タンパク含量は低くなっている。下層土の種類でも腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土に比べ穂数、わら重、子実重、窒素吸収量(合計)等が大きく、粗タンパク含量は低い傾向を示しているが、その差は作土の場合よりも小さくなっている。このことは小麦に対する下層土の影響は作土よりも小さく、作土に対する下層土の影響は窒素吸収量の差からみて4割程度と推察された。

一方、1の圃場試験の結果では小麦の粗タンパク含量は、表層腐植質黒ボク土(水戸試験地)が淡色黒ボク土(水戸試験地)より適正値を越えて高かったが、ポット試験では反対に表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より

第2表 土壌の種類と粗タンパク含量

処理要因	2月28日		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/ポット)	全重 (g/ポット)	わら重 (g/ポット)	子実重 (g/ポット)	千粒重 (g)	粗タンパク含量 (%)	窒素吸収量		
	草丈 (cm)	茎数 (本/ポット)									わら (g/ポット)	子実 (g/ポット)	計 (g/ポット)
A 作土の種類													
腐植質	36.1	10.6	78.5	8.7	55.8	139.3	87.1	52.3	32.8	6.8	0.151	0.616	0.767
淡色	31.3	7.3	75.2	8.7	41.1	109.6	68.4	41.2	31.8	7.7	0.118	0.547	0.665
有意水準(a=)	0.05	0.01	NS	NS	0.05	0.01	0.001	0.01	NS	0.01	0.05	NS	0.05
B 下層土の種類													
腐植質	34.5	9.4	79.4	8.7	50.9	131.0	81.6	49.4	33.1	6.9	0.138	0.598	0.736
淡色	32.9	8.6	74.3	8.7	46.0	117.9	73.9	44.0	31.5	7.6	0.130	0.565	0.695
有意水準(a=)	0.05	0.05	0.01	NS	0.01	0.05	0.05	0.05	NS	0.05	NS	NS	NS
A × B(a=)	0.01	0.05	0.05	0.01	0.01	NS	NS	0.05	NS	0.01	NS	NS	NS

注) 腐植質は表層腐植質黒ボク土、淡色は淡色黒ボク土を示す。

も低かった。これは後述するように穂数と窒素吸収量の比が高いことに関係しているものと考えられる。また、ポット試験では粗タンパク含量の絶対値が圃場試験に比

べて小さくなっているのは、根域が制限され土壌からの窒素容量が限定されるためと推測される。

### III 適正粗タンパク含量への低減技術

#### 1 土壌の種類及び施肥窒素量と粗タンパク含量の関係

II-1で実施した4試験圃場において、施肥窒素量と粗タンパク含量との関係を検討した。

##### 1) 試験方法

実施場所及び土壌の種類はII-1の試験と同じである。試験の内容も施肥窒素量を0, 0.2, 0.4, 0.6 (kg/a)の4水準に設けた以外は同様である。

##### 2) 試験結果及び考察

第3表は土壌の種類(地域)及び施肥窒素量と粗タンパク含量の関係を示したものである。褐色森林土(金砂郷試験地)と淡色黒ボク土(水戸試験地)では、粗タンパク含量は適正值内に入っているが、表層腐植質黒ボク土(那珂試験地)では適正值よりやや低く、表層腐植質

黒ボク土(水戸試験地)では逆に適正值より1%以上高かった。また、この粗タンパク含量の高低は無窒素区の窒素吸収量、即ち土壌由来窒素量の多少と対応していた。

一方、施肥窒素量の増加に伴い、表層腐植質黒ボク土(那珂試験地)、淡色黒ボク土(水戸試験地)及び褐色森林土(金砂郷試験地)では子実重、窒素吸収量の増加とともに粗タンパク含量も高まる傾向にあった。しかし、表層腐植質黒ボク土(水戸試験地)では子実重と窒素吸収量は増加したが、粗タンパク含量にはほとんど変化はなかった。このことは、高いレベルにある粗タンパク含量を施肥窒素だけで低下させることは極めて難しいことを示唆している。さらに、黒ボク土内の無窒素区は粗タンパク含量は低下しないで、むしろ高くなる傾向であった。第4表は第3表の黒ボク土内の小麦の生育・収量と粗タンパク含量との相関関係をみたものである。粗タンパク含量は窒素吸収量との間に正の相関が

第3表 土壌の種類(地域)及び施肥窒素量と粗タンパク含量との関係

土壌の種類	施肥窒素量 (kg/a)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	茎葉重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	千粒重 (g)	倒伏の程度	N 吸収量 (kg/a)	子実粗タンパク含量 (%)
表層腐植質黒ボク土(那珂町鹿島)	0	91	8.2	329	68.1	40.1	41.8	△	0.84	9.3
	0.2	96	8.3	393	76.8	38.4	40.9	△	0.80	8.8
	0.4	101	8.2	411	87.4	41.2	39.9	△	0.91	8.9
	0.6	106	8.7	453	100.6	50.3	40.1	△	1.16	9.4
表層腐植質黒ボク土(水戸市上国井)	0	93	8.8	299	61.4	43.3	43.5	△	1.28	13.4
	0.2	98	9.0	355	72.4	48.3	40.9	△~ビ	1.44	12.9
	0.4	103	8.9	394	87.2	54.1	40.6	ビ	1.67	12.8
	0.6	104	9.2	485	92.5	56.7	40.0	少	1.91	12.8
淡色黒ボク土(水戸市上国井)	0	95	8.5	277	64.6	40.0	40.8	△	1.01	11.3
	0.2	96	9.2	357	82.9	45.0	38.3	△	0.98	9.8
	0.4	103	9.3	455	84.7	49.0	39.4	△	1.23	10.4
	0.6	103	8.8	500	92.5	54.6	38.8	△	1.57	11.4
褐色森林土(金砂郷町上利員)	0	81	7.8	330	39.9	18.5	32.9	△	0.44	10.0
	0.2	88	8.1	388	64.3	24.9	30.7	△	0.68	10.0
	0.4	92	8.7	476	80.3	29.9	31.3	△~ビ	0.86	10.3
	0.6	93	8.7	514	97.4	35.3	30.2	中~多	1.19	10.9

(注) 出穂期は概ね4月20日~25日。粗タンパク含量は水分13.5%換算。

黒ボク畑土壌における小麦粗タンパク含量の低減対策

それ以上に穂数と窒素吸収量の比に対して高い負の相関が認められた。このことは、倒伏しない範囲内で単位窒素吸収量当りの穂数を増加させることにより、粗タンパク含量は低下することが推察される。前述のⅡ-2のポット試験における腐植質黒ボク土での低タンパク化や、こ

こでの圃場試験における無窒素区の高タンパク化は、穂数と窒素吸収量の比が、前者ではより大きく、後者ではより小さくなるためこのような結果になるものと考えられる。

第4表 小麦の生育・収量と粗タンパク含量との相関関係

(n=12)

項目	①稈長	②穂長	③穂数	④茎葉重	⑤子実重	⑥千粒実	⑦N吸収量	⑧③/⑦比	⑨子実粗タンパク含量
①	1.000	0.414	0.853***	0.905***	0.776**	-0.568	0.577*	-0.037	0.072
②		1.000	0.331	0.826	0.687*	-0.383	0.643*	-0.533	0.527
③			1.000	0.893***	0.711**	-0.615**	0.488	0.194	-0.104
④				1.000	0.674*	-0.703*	0.382	0.222	-0.214
⑤					1.000	-0.398	0.914***	-0.515	0.528
⑥						1.000	-0.115	-0.268	0.335
⑦							1.000	-0.740**	0.793**
⑧								1.000	-0.956***
⑨									1.000

(注) (有意水準) ※5%, ※※1%, ※※※0.1%, 品種: 農林61号, 播種法: 普通栽培

2 りん酸多肥と窒素減肥による粗タンパク含量の低減対策

小麦の分けつ期から節間伸長期の窒素吸収量を増して穂数を増加させ、その後の窒素吸収量の抑制を目的として、りん酸多肥と窒素減肥による粗タンパク含量の低減効果について検討した。

1) 試験方法

粗タンパク含量の高い表層腐植質黒ボク土(水戸試験地)において、平成4年度は施肥りん酸量を0, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 kg/aで行った。平成5年度には品種を「農林61号」の他に「バンドウワセ」を加え、播種法も普通播きの他にドリル播き(畦幅30cm)を加えて検討した。普通播きでは施肥りん酸量は2.0, 3.0 kg/a, 施肥窒素量は0.2, 0.4 kg/aで、ドリル播きでは施肥りん酸量は1.3, 2.6, 3.9 kg/a, 施肥窒素量は0.30, 0.45, 0.60 kg/aで行った。なお、りん酸資材は過りん酸石灰を使用した。また、作付け前の土壌の可給態りん酸含量が、改善基準値の10 mg/100 gに満たない場合は、熔成りん肥で改良した。

2) 試験結果及び考察

小麦に対するりん酸の効果は、経験的に分けつの促進

作用が知られており、また、最近黒ボク土で堆肥施用とりん酸多肥(20.7 kg/a)により粗タンパク含量が低下したとの報告<sup>5)</sup>もある。

第5表はりん酸の施用量と粗タンパク含量との関係を示したもので、施肥りん酸量が増えるにつれ、倒伏の程度は大きくなったが、粗タンパク含量は僅かながら低下する傾向であった。穂数も施肥りん酸量が2.0 kg/aまでは増加する傾向にあったが、子実重は倒伏の影響で標準区の1.0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/aが最高収量であった。

また、第2図はりん酸多施用と小麦の窒素吸収経過を示したものである。りん酸多施用区(3.0 kg/a)では分けつ期から節間伸長期にかけて窒素吸収量が増加しているが、その後の登熟期間中も必要以上に窒素吸収量が増えたため粗タンパク含量は高まっている。

これらのことから、りん酸多肥と合わせて窒素吸収量の抑制を考慮した窒素減肥について、普通栽培とドリル播栽培で検討した。第6表の普通栽培では粗タンパク含量は穂数の増加により、標準区に比べて0.2~0.6%程低下し、さらに品種を「バンドウワセ」に変えることにより、0.8~1.2%程度の低下が認められた。しかし、前述の穂数と窒素吸収量の比と粗タンパク含量との関係は、「農林61号」の無窒素区と窒素施肥区との間でしか認められなかった。第7表のドリル播栽培でも粗タンパク含量は、穂数の増加により0.8~1.1%程低下し、さらに

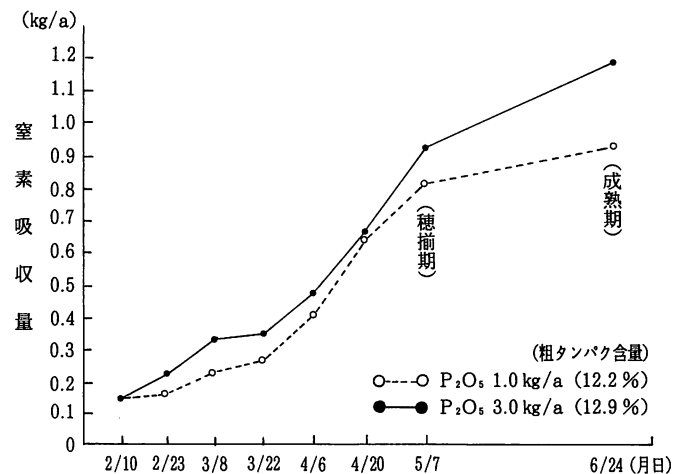
第5表 りん酸の施用量と小麦の粗タンパク含量との関係

りん酸施用量(kg/a)	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本/m <sup>2</sup> )	茎葉数(kg/a)	子実重(kg/a)	千粒重(g)	倒伏の程度	N吸収量(kg/a)	子実粗タンパク含量(%)
P 0	97	9.1	540	80.0	49.5	37.8	ム～ビ	1.79	13.7
(標)P1.0	100	9.6	568	100.2	60.7	34.3	少～中	2.37	13.8
P1.5	98	9.5	593	89.8	54.4	31.5	多	2.07	13.6
P2.0	102	9.9	638	95.0	57.1	31.4	甚	2.32	13.7
P3.0	100	9.8	475	91.2	58.8	32.8	多～甚	2.15	13.2

(注) 1. 施肥窒素量は0.4 kg/aである。 2. 出穂期は5月6日である。

品種を「バンドウワセ」に変更することにより、1.3～1.7%程粗タンパク含量の低下が認められた。また、収量については、普通栽培、ドリル播栽培とも標準区に比べて同等以上であった。

上記のことから、粗タンパク含量の低減化を目的とした適正な施肥量は、普通栽培ではりん酸が2.0～3.0 kg/a、窒素が0.2 kg/a程度(県耕種基準<sup>6)</sup>:りん酸1.0 kg/a、窒素0.4 kg/a)、ドリル播栽培ではりん酸が3.9 kg/a、窒素が0.45 kg/a程度(同基準:りん酸1.3 kg/a、窒素0.6 kg/a)と推定された。



第2図 りん酸多施用と小麦の窒素吸収経過

第6表 窒素・りん酸施用量と小麦の生育・収量・粗タンパク含量

(普通栽培)

処理内容	項目	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本/m <sup>2</sup> )	茎葉重(kg/a)	子実重(kg/a)	千粒重(g)	倒伏の程度	N吸収量(kg/a)	子実粗タンパク含量(%)
農林61号	N 0.2, P 1.0(kg/a)	98	9.5	522	93.2	59.0	29.1	ム	1.97	12.2
	N 0.2, P 2.0	99	9.2	595	96.7	52.5	27.3	多	2.03	11.7
	N 0.2, P 3.0	99	9.7	583	95.9	54.8	28.9	中～多	1.99	11.3
	(標)N 0.4, P 1.0	102	9.4	563	97.3	52.2	26.0	甚	1.90	11.9
パウワドセ	N 0.2, P 2.0	84	10.3	477	90.9	61.1	35.8	ム	1.85	11.1
	N 0.2, P 3.0	86	10.3	510	97.1	60.6	35.6	ム	1.88	10.7
	N 0.4, P 1.0	88	9.9	504	100.7	57.6	36.0	ム	1.86	11.5

(注) 1. 出穂期: バンドウワセ: 4月18日, 農林61号: 4月26日

黒ボク畑土壌における小麦粗タンパク含量の低減対策

第7表 窒素・りん酸施用量と小麦の生育・収量・粗タンパク含量 (ドリル播栽培)

処理内容		項目	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	子実重 (kg/a)	千粒重 (g)	整粒歩合 (%)	倒伏の 程度	子実粗タン パク含量(%)
農	N 0.30, P 1.3(kg/a)		105	8.3	449	46.8	32.5	99	甚	12.0
	" P 2.6		107	8.5	371	45.7	31.8	99	甚	12.0
	" P 3.9		109	9.0	407	39.4	30.6	99	甚	11.6
林 61	N 0.45, P 1.3		108	8.6	367	43.8	30.4	98	甚	14.1
	" P 2.6		108	8.8	521	45.9	30.1	98	甚	12.0
	" P 3.9		108	8.5	416	49.8	33.1	99	甚	11.7
号	(罫) N 0.60, P 1.3		108	8.7	387	43.4	32.0	99	甚	12.8
	" P 2.6		107	8.8	425	36.7	29.3	98	甚	12.3
	" P 3.9		106	9.0	426	39.4	29.9	98	甚	12.6
バ ン	N 0.30, P 1.3		87	8.1	352	54.0	37.7	100	中	13.4
	" P 2.6		92	8.2	340	57.6	37.0	100	中	12.6
	" P 3.9		89	8.3	325	54.6	36.5	100	中	11.6
ド ウ ワ セ	N 0.45, P 1.3		89	8.1	340	56.1	36.4	100	中～多	12.7
	" P 2.6		90	8.6	377	58.8	36.3	100	中	11.5
	" P 3.9		91	8.9	466	59.4	34.5	100	多	11.1
セ	N 0.60, P 1.3		90	8.5	366	57.2	35.1	100	中～多	13.7
	" P 2.6		90	8.9	403	51.7	32.6	100	中	15.3
	" P 3.9		89	8.6	434	55.0	35.0	100	多	12.6

(注) 出穂期：バンドウワセ：4月24日，農林61号：4月28日  
可給態りん酸含量：10 mg/100 g 相当量に改良

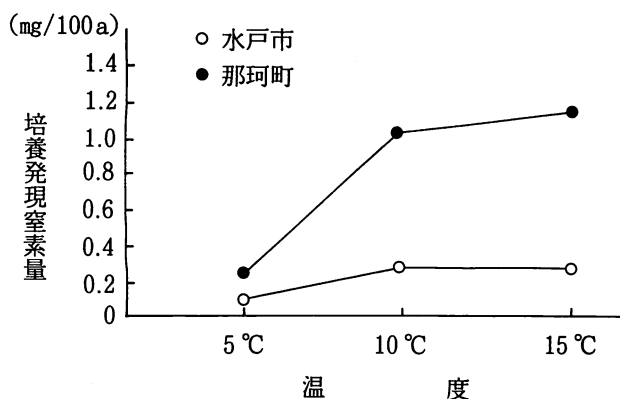
IV 総 合 考 察

過去に行われた表層腐植質黒ボク土における麦類の粗タンパク含量の低減化試験の中で、前作物との関連で、サツマイモが加工トマト，ラッカセイ，オカボに比べて、ビール麦の粗タンパク含量の低下が最も大きかったとの報告がある<sup>7)</sup>。これはサツマイモが吸肥力の強い作物のため、跡作のビール麦に対して土壌の窒素供給量が減少した結果と推察される。

一方、今回の調査では那珂試験地と水戸試験地は同じ表層腐植質黒ボク土でありながら、前者は後者に比べて分けつ期から節間伸長期にかけて、小麦の窒素吸収量の推移が相対的に多く、窒素吸収急増期の上昇率が小さいことが適正タンパク化の直接の一因と考えられた。第3図は低温化における土壌からの発現窒素量（5℃・10℃・15℃における4週間培養後の無機態窒素量）を示したものである。この図から那珂試験地が水戸試験地よ

りも低温下での土壌からの発現窒素量の多いことが理解される。これは那珂試験地の土壌中の易分解性有機物が、低温下で比較的無機化し易い、即ち無機化のための活性化エネルギーが小さい性質を持っているためと推察される。そして、このことが結果的に分けつ期から節間伸長期にかけての窒素吸収量を多くしているものと考えられる。りん酸多肥と窒素減肥による小麦の粗タンパク含量の低減効果は、この分けつ期から節間伸長期にかけての窒素吸収量を増し、これが穂数の増加に結びつき、最終的な窒素吸収量をある程度抑制するものであった。ポット試験では表層腐植質黒ボク土（水戸試験地）が地力的にせき薄な淡色黒ボク土（水戸試験地）より粗タンパク含量が高くなると思われたが、穂数の窒素吸収量に対する比が相対的に高くなったため、表層腐植質黒ボク土の方が粗タンパク含量が低くなったものと推察さ





第3図 低温下における培養発現窒素

## V 摘 要

本県の畑麦は輪作体系上重要な位置付けになっているが、これを原料として使用している実需者側では子実の粗タンパク含量の高いことが大きな問題となっている。そこで、小麦を対象に黒ボク畑土壌での高タンパク化の要因の解明と適正粗タンパク含量 (9.5～11.5%) への低減技術について検討した。

得られた結果は次のとおりである。

- 1 黒ボク土内でも小麦の粗タンパク含量が適正值 (9.5～11.5%) 内の圃場も見られるが、粗タンパク含量の高かった表層腐植質黒ボク土 (水戸試験地) の窒素吸収経過は、(ア)分けつ期から節間伸長期の窒素吸収量が少ない、(イ)窒素吸収急増期が遅い、(ウ)急増期の窒素吸収量の上昇率が極めて大きい等の特徴が見られた。
- 2 ポット試験では圃場試験と異なり表層腐植質黒ボク土 (水戸試験地) が地力的にせき薄な淡色黒ボク土より粗タンパク含量は低くなった。また、作土に対する下層土の影響は4割程度と推察された。
- 3 小麦の粗タンパク含量と生育・収量との相関関係から、穂数と粗タンパク含量の比に対して高い負の相関が認められた。このことから、倒伏しない範囲内で単位窒素吸収量当りの穂数を増加させることになり、粗タンパク含量が低下することが推察された。また、窒素吸収量と

の試験では、小麦の穂数と窒素吸収量のバランスが粗タンパク含量の変動要因の一つとして考えることができ、さらにこの比を高めるような栽培法が結果として、粗タンパク含量の低減化に結びつくものと考えられる。また、この他高蛋白化の要因となる縞萎縮病や立枯病などの病害、湿害、倒伏等の排除に努めることも必要である。

今回の報告のように、作物の吸肥特性の中には品質や収量の向上あるいは肥料成分の利用率の向上などに結びつく要件が含まれており、これらを踏まえた合理的な施肥管理技術の構築が今後も重要と考えられる。

の間にも正の相関が認められた。

- 4 表層腐植質黒ボク土 (水戸試験地) において、穂数増、窒素吸収量の低下を考慮したりん酸多肥と窒素減肥の処理により、粗タンパク含量は僅かであるが、穂数の増加により、普通播きでは0.2～0.6%、ドリル播きでは0.8～1.1%程低下し、さらに品種をバンドウワセに変えることにより普通播きでは0.8～1.2%、ドリル播きでは1.3～1.7%程粗タンパク含量の低下が認められた。
- 5 土壌中の可給態りん酸含量を基準値 (10 mg/100 g) に改良したうえで、適正な施肥量は普通播きではりん酸が2.0～3.0 kg/a程度、窒素が0.2 kg/a程度、ドリル播きではりん酸が3.9 kg/a、窒素が0.45 kg/a程度であった。

謝辞：終わりにあたり、作物の生育管理・収量調査にご協力頂いた庶務課分室副技師宇留野千香子氏・同峯島一成氏・同須能健一氏・技術員大関考之氏ならびに現地試験圃場の提供・栽培管理にご尽力頂いた小林元夫氏・金田一夫氏に厚くお礼申し上げます。また、土壌・作物の分析等にご協力頂いた臨時職員海野純子氏・上田トヨ子氏に感謝申し上げます。

## VI 引用文献

- 1) 麦作振興対策資料. 茨城県農林水産部 (1996)
- 2) 関東東海推進会議資料. 農研センター (1990)
- 3) 茨城県産麦品質マップ作成事業実績集. 茨城県農林水産部 (1994)
- 4) 土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法. 農林省農蚕園芸局農産課編 (1979)
- 5) 佐藤暁子他5名. コムギ品質におよぼす土壌と窒素、リン酸施肥の影響. 日作紀, 61, 616～622 (1992)
- 6) 普通作物耕種基準. 茨城県農林水産部 (1994)
- 7) 中川悦男・岩瀬一行・武井昌秀・新妻芳弘. 畑ビール麦粗蛋白含量の適正化に関する研究. 茨城県農試験報. 27, 47～55 (1987)

The Method for Decreasing Content of Crude Protein of Wheat Grain on the Andosol Upland Soil

Takashi KAWANO, Yayoi FUKUDA, Tsuyoshi MITAMURA  
Tadashi IZUMISAWA, Toshie TOMOZUNE, Yoshio OGAWA

Key words : Andosol, Wheat, Nourin 61 gou, Content of crude protein,  
Heavy manuring of phosphatic fertilizer, Reducing nitrogen-fertilizer.

Summary

Winter cereals of upland have occupied an important position on the system of rotational cropping in our prefecture, but it has been a big problem that the content of crude protein of these cereals grain has been high to the users who have utilized for materials.

Towards wheat "Nourin 61 gou", we investigated the factors to high level of content of crude protein and reducing technique for proper level (9.5 ~ 11.5 %) on the andosol upland soil.

We guessed that the tendency towards high level on the andosol upland have caused the nature of soil, the slow pattern of nitrogen-appearing and suddenly much quantity of nitrogen-supplying, and the low ratio of ear numbers to the amount of nitrogen-absorbing of wheat. To this matter, the content of crude protein of wheat grain decreased about 0.6 ~ 1.1 % by heavy manuring of phosphatic fertilizer and reducing nitrogen-fertilizer. And then the content decreased about 1.2 ~ 1.7 % by "Nourin 61 gou" exchanging "Bandouwase".

# 線虫対抗植物等の輪作および生態的手法による かんしょのネコブセンチュウ防除

上田康郎・渡辺 健

## Control of root-knot nematode by crop rotation of antagonistic plants and other ecological measures in sweet potato field

Yasrou UEDA and Ken WATANADE

キーワード：ネコブセンチュウ，かんしょ，生態的防除，輪作，対抗植物，ギニアグラス，  
抵抗性品種有機物，天敵微生物，天敵出芽細菌，*Pasteuria penetrans*

サツマイモネコブセンチュウが発生したかんしょ連作圃場に輪作物としてギニアグラス，ラッカセイおよびネコブセンチュウ高度抵抗性かんしょ品種を栽培した。この結果，土壌中のサツマイモネコブセンチュウ密度は低下し，翌年に栽培したネコブセンチュウ感受性かんしょの被害は減少した。

ネコブセンチュウの天敵微生物である天敵出芽細菌（パストリア菌 *Pasteuria penetrans*）は，施用後のかんしょ連作と共に土壌中の菌密度が次第に増加し，これにともなってネコブセンチュウ密度は斬減した。

有機物の施用はネコブセンチュウ密度およびかんしょの被害を抑制する効果は顕著でなかったが，かんしょの収量および品質を向上させる傾向が認められた。

### 目 次

I. 各種作物の栽培によるネコブセンチュウ防除効果	2. 有機物施用によるかんしょのネコブセンチュウ被害軽減（圃場試験）	
果	28	32
1. 各種作物の栽培によるネコブセンチュウ生息密度の推移（ポット試験）	28	1) 試験-1 32
2. 麦類の栽培によるネコブセンチュウ生息密度の推移（ポット試験）	28	2) 試験-2 33
3. 各種作物の栽培によるネコブセンチュウ生息密度の推移（圃場試験）	29	III. 天敵微生物によるネコブセンチュウに対する防除効果
4. 対抗植物，非寄主作物および抵抗性かんしょ品種の栽培によるネコブセンチュウ防除効果（圃場試験）	30	1. 天敵出芽細菌の施用によるネコブセンチュウに対する防除効果（ポット試験）
1) 試験-1	30	33
2) 試験-2	31	2. 天敵糸状菌の施用によるネコブセンチュウに対する防除効果（ポット試験）
II. 有機物施用によるネコブセンチュウ密度抑制	32	34
1. 有効な有機物の選抜（ポット試験）	32	3. 天敵出芽細菌の施用によるネコブセンチュウに対する防除効果（圃場試験）
		35
		IV. 総合考察
		35
		V. 要 約
		36
		VI. 引用文献
		37

緒 言

かんしょ産地では連作に伴って土壌中のネコブセンチュウの密度が高くなり、品質や収量低下の原因となっている。この対策としてクロルピクリン剤やD-D剤による土壌くん蒸が行われているが、防除効果は土壌水分や地温などの土壌条件に影響を受けるとともに、土壌の深い部分の防除は不十分であることが多い。このため、防除効果を高めるために薬剤の使用量は年々増加する傾向にある。薬剤の多量使用は農家経済を圧迫するだけでなく、

危被害の発生や環境への悪影響等の新たな問題を引き起こす。そこで、薬剤偏重の防除体系を改善し、従前に増してネコブセンチュウ防除効果の高い総合的な防除体系として、線虫対抗植物、非寄生生物および抵抗性かんしょ品種等の輪作をはじめ有機物の投入や天敵微生物の施用によるネコブセンチュウの生態的防除技術について検討した。

I 各種作物の栽培によるネコブセンチュウ防除効果

1. 各種作物の栽培によるネコブセンチュウ密度の推移 (ポット試験)

対抗植物、非寄生作物およびネコブセンチュウ抵抗性かんしょ品種を供試し、サツマイモネコブセンチュウ汚染土壌においてネコブセンチュウ密度ならびに被害の抑制効果について検討した。

(1) 試験研究方法

サツマイモネコブセンチュウ汚染土壌 (2期幼虫密度: 9頭/土壌 20g) を詰めた 1/5,000a ワグネルポットに線虫対抗植物のクロタラリア (ジュンセア, スペクタピリス), ギニアグラス (ナツカゼ), ハブソウ (ハーブエース), サツマイモネコブセンチュウ非寄生作物のラッカセイ (ナカテユタカ), ネコブセンチュウ抵抗性および感受性かんしょ品種・系統 (感受性: ベニアズマ, 高系 14号, 抵抗性: 九州 105号, 関東 94号, 紅赤) をポット当たり 3株ずつ植付けた。6月~8月の78日間に野外で栽培した後、根を掘取って下記の基準に準じてゴールの形成を調査した。また、栽培前後に土壌を採取してベルマン法 (土壌 20g, 室温で3日間分離) により線虫を分離し、ネコブセンチュウ密度を調査した。さらに、各種植物を栽培した土壌にキュウリ (青長地這) を36日間栽培してゴールの形成を調査した。

ゴール形成程度 無: ゴール形成を認めない。  
少: 僅かな形成を認める。  
多: 連続的な形成が認められる。  
甚: 連続的な形成が多く、根の伸長が阻害されている。

$$\text{ゴール指数} = (\text{ゴール形成程度 '甚' の株数} \times 4 + \text{'多' の株数} \times 3 + \text{'中' の株数} \times 2 + \text{'少' の株数}) \div (\text{調査全株数} \times 4) \times 100$$

\*: 以後の試験で行ったネコブセンチュウのゴール形成程度およびゴール指数は上記基準を使用した。

(2) 結果および考察

供試した作物のうちクロタラリア (ジュンセアとスペクタピリス), ギニアグラス, ハブソウ, ラッカセイ, かんしょ (九州 105号, 関東 94号および紅赤) は根にゴールの形成が認められず、土壌中のネコブセンチュウ密度は栽培前と比較して減少した。さらに、これらの作物栽培跡の土壌に植付けたキュウリはネコブセンチュウ感受性かんしょ品種 (ベニアズマ, 高系 14号) の栽培跡と比較してゴールの形成が少なく、とくに、クロタラリア, ギニアグラス跡はゴール形成の抑制効果が顕著であった (第1表)。

2. 麦類の栽培によるネコブセンチュウ生息密度の推移 (ポット試験)

麦類の栽培がネコブセンチュウの生息密度に及ぼす影響を検討した。

(1) 試験研究方法

サツマイモネコブセンチュウ汚染土壌 (幼虫密度: 14頭/土壌 20g) を詰めた 1/10,000a ワグネルポットに各種の麦を播種した。グロスキャビネット内で 25°C, 80日間栽培した後、ゴールの形成を調査した。栽培前後に土壌を採取しベルマン法 (土壌 20g, 室温で3日

第1表 ネコブセンチュウ対抗植物ならびにかんしょの栽培によるネコブセンチュウ密度の推移

作物名	品種名	ゴール指数	栽培後のネコブセンチュウ密度	跡地でのきゅうりのゴール指数
クロタリア	ジュンセア	0	0.3頭/土壌20g	25.0
〃	スペクタビルス	0	0.3	8.3
ギニアグラス	ナツカゼ	0	0	25.0
ハブソウ	ハーブエース	0	0	75.0
ラッカセイ	ナカテユタカ	0	2.3	58.3
かんしょ	九州105号	0	3.0	50.0
〃	関東94号	0	4.0	87.5
〃	紅赤	0	2.3	75.0
〃	ベニアズマ	25.0	50.3	91.7
〃	高系14号	58.3	60.0	75.0

間分離)によって線虫を分離し、ネコブセンチュウ密度を調査した。また、麦を栽培した跡の土壌にキュウリ(青長地這)を36日間栽培してゴールの形成を調査した。

認められ、土壌中のネコブセンチュウの生息密度が増加した。さらに、麦栽培跡地の土壌に植付けたキュウリの根には多くのゴール形成が認められ、いずれの麦類もサツマイモネコブセンチュウの増殖に好適な作物であると考えられた。

(2) 結果および考察

供試したいずれの麦類、品種の根にもゴールの形成が

第2表 麦類の栽培によるネコブセンチュウ密度の推移

麦類	品種	麦類根のゴール指数	麦類栽培後のネコブセンチュウ密度	キュウリのゴール指数 <sup>1)</sup>
小麦	農林61号	25.0	133.3頭/土壌20g	100.0
六条大麦	カシマムギ	16.7	202.3	91.7
ビール麦	ミサトゴールデン	25.0	188.0	75.0
エン麦	ヘイオーツ	25.0	46.7	66.7
〃	ベスト	16.7	36.0	66.7
〃	前進	50.0	201.0	100.0
〃	OATS1	25.0	55.7	58.3
〃	不詳	50.0	363.0	87.5
無処理	-	-	2.0	25.0

1) 麦類栽培跡の土壌にキュウリを栽培した結果

3. 各種作物の栽培によるネコブセンチュウ密度の推移(圃場試験)

ネコブセンチュウ発生圃場において対抗植物、非寄主作物、ネコブセンチュウ抵抗性かんしょ品種の栽培がネコブセンチュウの生息密度に及ぼす影響を検討した。

(1) 試験研究方法

サツマイモネコブセンチュウ発生圃場に、ギニアグラス(ナツカゼ)は1992年6月3日~9月14日、早掘り

かんしょ跡のギニアグラス(ナツカゼ)は8月17日~11月5日、ラッカセイ(ナカテユタカ)は6月3日~10月20日、普通掘りかんしょ(ベニアズマ、紅赤、関東94号、九州105号)は6月9日~9月16日、早掘りかんしょ(ベニアズマ)は6月9日~8月17日の期間に栽培した。かんしょは畦間100cm、株間24cm、ラッカセイは畦間45cm、株間20cm、ギニアグラスは全面播種で栽培した。対照としてクロルピクリン80%油剤の畦内注入処理(10ℓ/10a、30cm間隔3ml/穴)を行った。各作物の栽培前後に土壌を採取し、ベルマ

ン法(土壌20g, 室温で3日間分離)により線虫を分離し, ネコブセンチュウ密度を調査した。収穫時(9月14日)に各区より12株ずつ掘取り, 水洗後に収量および被害程度を調査した。試験は1区15㎡で3反復で行った。

ネコブセンチュウの被害程度基準

無:被害を認めず。少:わずかな被害を認める。

中:小さな被害が多い。多:小さな被害が多く, 大きな被害も認められ芋の形状が乱れる。

甚:被害箇所が多く, 且つ大きな被害により形状の乱れが著しい。

$$\text{被害指数} = (\text{被害‘甚’の芋数} \times 4 + \text{同‘多’} \times 3 + \text{同‘中’} \times 2 + \text{同‘少’}) \div (\text{調査総芋数} \times 4) \times 100$$

\*以後の試験で行ったかんしょのネコブセンチュウ被害程度および被害指数算出は上記基準を使用した。

(2) 結果および考察

ギニアグラスおよびラッカセイを栽培することにより, 土壌中のネコブセンチュウ密度の低下が認められた。しかし, 早掘りかんしょ収穫後に秋作としてギニアグラスを栽培した場合には, ネコブセンチュウ密度の低減効果は劣った。早掘りかんしょ跡のギニアグラスの栽培期間は8月中旬~11月上旬の約80日と対抗植物の栽培期間としてはやや短く, さらに, 10月中旬以降は気温の低下にともなってギニアグラスの生育は抑制されたためにネコブセンチュウの防除効果が劣ったと考えられる。かんしょの九州105号および関東94号はネコブセンチュウの被害が少なく, また, 栽培後の土壌中のネコブセンチュウ密度を抑制した。紅赤のネコブセンチュウ被害は軽微であったが, 栽培後のネコブセンチュウ密度は増加した(第3表)。

第3表 線虫対抗植物およびかんしょの栽培によるネコブセンチュウの被害と密度推移

作物名	品 種 名	ネコブセンチュウ密度		かんしょの線虫被害		かんしょ収量 kg/12株
		5月14日 頭/土壌20g	10月19日	芋率 %	被害指数	
ギニアグラス	ナツカゼ	17	4	—	—	—
かんしょ(ベニアズマ)+ギニアグラス(ナツカゼ)		66	33	44.4	16.7	2.9
ラッカセイ	ナカテユタカ	76	0	—	—	—
かんしょ	九州105号	8	3	20.0	8.3	4.9
〃	関東94号	8	10	12.5	3.1	3.0
〃	紅 赤	8	96	28.6	7.1	2.4
〃	ベニアズマ(無処理)	34	35	57.6	20.8	5.2
〃	〃 (土壌消毒)	21	29	16.7	5.2	4.6

4. 対抗植物, 非寄主作物および抵抗性かんしょ品種の栽培によるネコブセンチュウ防除効果

ネコブセンチュウ発生圃場において対抗植物, 非寄主作物およびネコブセンチュウ抵抗性かんしょ品種の栽培によるネコブセンチュウ密度抑制および栽培跡地の被害軽減効果について検討した。

1) 試験-1

(1) 試験研究方法

サツマイモネコブセンチュウ発生圃場に, ギニアグラス(ナツカゼ)を1992年の6月3日~9月14日, 早掘りかんしょ跡のギニアグラス(ナツカゼ)は8月17日~11月5日, ラッカセイ(ナカテユタカ)は6月3日

~10月20日, かんしょの普通掘り(ベニアズマ)は6月9日~9月16日およびかんしょ早掘り(ベニアズマ)は6月9日~8月17日の期間に栽培した。翌1993年は圃場全面にかんしょ(ベニアズマ, 畦間100cm, 株間24cm)を栽培した。対照としてクロルピクリン80%油剤の畦内注入処理(10ℓ/10a, 30cm間隔3ml/穴)を行った。かんしょ栽培前および収穫時に土壌を採取し, ベルマン法(土壌20g, 室温で3日間分離)により線虫を分離し, ネコブセンチュウ密度を調査した。収穫時に各区より12株ずつ掘取り, 水洗後に収量および被害程度を調査した。試験は1区15㎡で3反復で行った。

(2) 結果および考察

ギニアグラスおよびラッカセイを栽培することにより土壌中のネコブセンチュウ密度が低下した。翌年, これ

線虫対抗植物等の輪作および生態的手法によるかんしょのネコブセンチュウ防除

らの栽培跡地に植付けたかんしょはネコブセンチュウの被害が軽減された。とくに、ギニアグラス栽培跡地ではクロルピクリン剤と比較して優る防除効果が認められた。早掘りかんしょの次作としてギニアグラスを栽培した場合にはネコブセンチュウ密度の低下が十分でなく

防除効果が劣った。前作のギニアグラスの栽培はかんしょのネコブセンチュウ被害を軽減したが、ネコブセンチュウ感受性かんしょ（ベニアズマ）を栽培したことによってネコブセンチュウ密度は無処理区と同様に増加した（第4表）。

第4表 対抗植物およびかんしょの栽培によるネコブセンチュウの被害と密度推移

前年の作物 1992年	本年の作物 1993年	ネコブセンチュウ密度		被害		収量 kg/12株	可販芋率 <sup>1)</sup> %
		栽培前 頭/土壤20g	収穫時	芋率 %	被害指数		
ギニアグラス	かんしょ(ベニアズマ)	0.5	317	13.2	3.3	3.5	57.6
ラッカセイ	"	-	256	35.7	12.0	3.6	69.3
早掘りかんしょ + ギニアグラス	"	6.0	472	74.9	36.8	3.0	25.8
普通掘りかんしょ	" (無処理)	1.5	507	71.5	31.7	2.7	38.5
"	かんしょ(土壤消毒)	5.0	177	27.1	7.3	4.7	75.2

1) 可販芋率：全収穫量のうちの茨城県出荷基準によるB品以上の芋の割合

2) 試験-2

(1) 試験研究方法

1993年にギニアグラス（ナツカゼ）は5月27日～10月15日、早掘りかんしょ跡の秋作のギニアグラス（ナツカゼ）は8月13日～10月15日、ラッカセイ（ナカテユタカ）は5月27日～10月15日、かんしょの普通掘り（ベニアズマ）は6月1日～9月13日、早掘り（ベニアズマ）は6月1日～8月13日の期間に栽培した。翌1994年は各作物を栽培した跡地にかんしょ（ベニアズマ、畦間100cm、株間24cm）を栽培した。対照としてクロルピクリン80%油剤の畦内注入処理（10ℓ/10a、30cm間隔3ml/穴）を行った。かんしょ栽培前および収穫時に土壌を採取し、ベルマン法（土壌20g、室温で3日間分離）により線虫を分離し、ネコブセンチュウ密度を調査した。収穫時に各区より12株ずつを掘取

り、水洗後に収量および被害程度を調査した。ラッカセイ栽培跡地の土壌にトマトおよびラッカセイを栽培し、形成されたゴールから雌成虫を取出して陰紋斑による判別によりネコブセンチュウ種の同定を行った。試験は1区15㎡で3反復で行った。

(2) 結果および考察

ギニアグラスを栽培することによって土壌中のネコブセンチュウ密度は減少し、ネコブセンチュウ感受性かんしょ品種の連作と比較して顕著なネコブセンチュウ密度の低下と被害軽減が認められた。しかし、早掘りかんしょの後に栽培したギニアグラスの場合には、ネコブセンチュウ密度の低下が不十分であったためにネコブセンチュウの防除効果はやや劣った。また、処理区間にばらつきがあるものの、前作にギニアグラスを栽培することによって次作のかんしょでのコガネムシ被害が増加する傾向が

第5表 対抗植物およびかんしょの栽培によるネコブセンチュウ密度推移と防除効果

前年の作物 (1993年)	当年の作物 (1994年)	ネコブセンチュウ密度(1993) 同(1994)				被害 芋率 %	被害 指数	収量 kg/12株	可販 芋率 <sup>1)</sup> %	コガ ネム シ 被害 指数
		5/27	9/17	5/17	10/4					
ギニアグラス	かんしょ(ベニアズマ)	5.0	0	0.5	362	62.5	15.7	7.6	97.1	44.3
早掘りかんしょ + ギニアグラス	"	2.5	25	5.0	46	69.3	17.9	8.7	89.6	7.9
ラッカセイ	"	0.5	370 <sup>2)</sup>	266.0 <sup>2)</sup>	161	61.1	15.7	8.8	82.3	10.8
抵抗性品種(九州105号)	"	2.5	18	5.5	183	49.7	12.4	7.4	97.2	13.5
普通掘りかんしょ	" (土壤消毒)	5.0	96	5.0	218	19.0	4.8	7.4	93.5	5.1
普通掘りかんしょ	" (無処理)	2.3	163	17.3	83	96.3	29.7	7.2	75.8	0

1) 可販芋率：全収穫量のうちの茨城県出荷基準によるB品以上の芋の割合

2) キタネコブセンチュウが主体

見られた。これはギニアグラスの作物残渣が圃場に混入されるためにドウガネブイブイの産卵を誘引したものと推察される。ラッカセイの栽培はネコブセンチュウの被害を軽減したが、かんしょに対して加害性の低いキタネコブセンチュウの密度が増加した。ネコブセンチュウ抵

抗性かんしょ系統の九州105号の栽培によるネコブセンチュウ密度の抑制はギニアグラスと比較してやや劣るものの、次作の感受性かんしょ品種の被害はギニアグラスと同等に軽減した(第5表)。

## II 有機物施用によるネコブセンチュウ密度抑制

### 1. 有効な有機物の選抜(ポット試験)

各種の有機物資材を供試しネコブセンチュウ防除に有効な有機物を選抜する。

#### (1) 試験研究方法

かんしょ連作圃場から採取したサツマイモネコブセンチュウ汚染土壌(2期幼虫密度:55頭/土壌20g)800gに乾燥鶏糞,乾燥豚糞,ヒマ搾り粕,ミカン皮粉末およびキチン質肥料等の有機質資材それぞれ10g,30g,50g(1t,3t,5t/10a)を混和して1/10,000aワグネルポットに詰めた。有機物無施用区には,化成肥料(N:3%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:10%,K<sub>2</sub>O:10%)を1g施用した。有機物を混和した直後にかんしょ苗(高系14号)を植付け,75日後に根を掘取ってゴールの形成を調査した。さらに,有機物を混和し25℃温度条件下で40日間保存した後にキュウリ(青長地這)を播種して28日後にゴールの形成を調査した。

#### (2) 結果および考察

有機物資材とサツマイモネコブセンチュウ汚染土壌を混和した直後にかんしょ苗を植付けた場合,ヒマ搾り粕の10a当たり1t施用,乾燥鶏糞,ミカン皮粉末およびキチン質肥料量の3t施用でゴール形成が抑制された。しかし,ヒマ搾り粕の1t施用ではかんしょ苗の生育が抑制され,さらに,3t施用では枯死する株が発生した。有機物を混和した後40日間保存した土壌もゴールの形成を抑制する傾向が認められ,有機物施用時期にかかわらずゴールを形成の抑制する傾向が認められた(第6表)。

### 2. 有機物施用によるかんしょのネコブセンチュウ被害軽減(圃場試験)

#### 1) 試験-1

##### (1) 試験研究方法

第6表 ネコブセンチュウに対する各種有機物の防除効果

有機物の種類	施用量 t/10a	ゴール指数	
		混和直後 <sup>1)</sup>	混和40日後 <sup>2)</sup>
発酵鶏糞	1	100	58.3
〃	3	91.7	50.0
〃	5	—	33.3
乾燥鶏糞	1	91.7	33.3
〃	3	58.3	25.0
〃	5	—	33.3
乾燥豚糞	1	91.7	25.0
〃	3	83.3	50.0
〃	5	—	25.0
ヒマ搾り粕	1	66.7	25.0
〃	3	枯死	33.3
〃	5	—	25.0
ミカン皮粉末	1	91.7	—
〃	3	33.3	—
キチン質肥料	1	100	—
〃	3	50.0	—
無処理	—	100	50.0

1) 有機物混和直後に挿苗したかんしょ

2) 有機物混和40日後に播種したキュウリ

乾燥鶏糞,乾燥豚糞,ヒマ搾り粕およびヒトデ粉末を10a当たり200kgおよび500kg,また,キチン質肥料は150kgを作条施用し作畦機により土壌と混和した。各区に化成肥料(N:3%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:10%,K<sub>2</sub>O:10%)を10a当たり80kg施用した。5月27日にかんしょ(高系14号)を畦間100cm,株間24cmに植付けた。対照としてクロルピクリン80%油剤およびD-D92%油剤を作畦直後に畦内注入処理(10ℓ/10a,30cm間隔3ml/穴)した。収穫時に各区より12株ずつを掘取り,水洗後に収量および被害程度を調査した。試験は1区10㎡で3反復で行った。

#### (2) 結果および考察

各種有機物等の施用によりネコブセンチュウの被害が軽減される傾向がみられたが,土壌くん蒸剤のクロルピクリ



ン剤またはD-D剤と比較するとネコブセンチュウ被害は多く、収量は低下した。有機物の施用量間にネコブセンチュウ被害差異は認められなかったが、施用量が多くなるにしたがって増収する傾向が認められた(第7表)。

第7表 ネコブセンチュウに対する有機物の施用効果

有機物の種類	施用量 kg/10a	ネコブセン チュウの 被害指数	収量 kg/12株
乾燥鶏糞	200	26.2	3.8
〃	500	31.7	4.8
乾燥豚糞	200	37.0	4.0
〃	500	32.8	4.2
ヒマ搾り粕	200	35.9	3.6
〃	500	42.1	4.0
ヒトデ粉末	200	26.0	3.8
キチン質肥料	150	39.7	4.5
クロルピクリン80%油剤	10ℓ	7.2	6.1
D-D92%油剤	10ℓ	15.3	6.1
無処理	—	47.4	4.9

2) 試験-2

(1) 試験研究方法

サツマイモネコブセンチュウ発生圃場に乾燥鶏糞、ヒ

マ搾り粕、ビール粕牛糞堆肥およびおがくず牛糞堆肥を10a当たり500kg作畦時に作条に土壤混和した。5月27日にかんしょ苗(ベニアズマ)を畦間100cm,株間24cmに植付けた。対照としてクロルピクリン80%油剤を作畦直後に畦内注入処理(10ℓ/10a,30cm間隔3ml/穴)した。各区に化成肥料(N:3%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:10%,K<sub>2</sub>O:10%)を10a当たり80kg施用した。処理前および収穫時に土壤を採取し、ベルマン法(土壤20g,室温で3日間分離)により線虫を分離し、ネコブセンチュウの密度を調査した。収穫時(9月14日)に各区より12株ずつを掘取り、水洗後に収量および被害程度を調査した。試験は1区15㎡で3反復で行った。

(2) 結果および考察

乾燥鶏糞の10a当たり500kgの施用はネコブセンチュウ被害を軽減する傾向を認めたが、ヒマ搾り粕、ビール粕、牛糞堆肥およびおがくず牛糞堆肥の施用による被害軽減は認められなかった。また、いずれの有機物施用においても収穫時における土壤中のネコブセンチュウ密度は無処理と同等でネコブセンチュウ防除効果は認められなかった。なお、いずれの有機物施用でも無処理に比べて収量および可販芋率は増加する傾向が認められた(第8表)。

第8表 ネコブセンチュウに対する有機物の施用効果

有機物の種類	施用量 kg/10a	線虫密度(頭/土壤20g)		線虫の被害		収量 kg/12株	可販芋率 <sup>1)</sup> %
		処理前	収穫時	芋率(%)	指数		
乾燥鶏糞	500	3.0	350	31.3	11.2	3.7	56.1
ヒマ搾り粕	500	1.0	238	50.2	14.1	4.3	84.2
ビール粕牛糞堆肥	500	0.5	315	34.8	11.0	3.3	61.9
おがくず牛糞堆肥	500	7.5	385	37.4	16.1	3.8	65.5
クロルピクリン80%油剤	10ℓ	5.0	96	10.8	2.7	5.6	77.3
無処理	—	2.3	392	36.8	12.3	3.0	47.5

1) 可販芋率:全収穫量のうちのB品以上の芋の割合

III 天敵微生物によるネコブセンチュウに対する防除効果

1. 天敵出芽細菌の施用によるネコブセンチュウに対する防除効果

天敵出芽細菌の施用がネコブセンチュウ密度およびゴール形成に及ぼす影響について検討する。

(1) 試験研究方法

天敵出芽細菌(バストリア菌, *Pasteuria penetrans*)の孢子(ネマテック社製)を土壤1g当たり10<sup>5</sup>個となるようにサツマイモネコブセンチュウ汚染土壤(幼虫密度:107頭/土壤20g)に混和して,1/10,000aワグネルポットに詰めた。処理7日後にかんしょ苗(高系

14号)を根付け、77日後に根を掘取ってゴールの形成を調査した。また、調査を終了したかんしょの根はミキサーで粉碎して再度元のポットに混入し、さらにかんしょを60日間栽培してゴールの形成を調査した。かんしょ植付け期および掘取り調査時に土壌を採取して、ベルマン法(土壌20g、室温で3日間分離)により線虫を分離し、ネコブセンチュウ密度およびネコブセンチュウの天敵出芽細菌の感染率を調査した。対照としてオキサミル粒剤をポット当たり0.1g(10kg/10a)、0.2g(20kg/10a)毎作りに処理した。また、オキサミル粒剤0.1g(10kg/10a)処理と天敵出芽細菌との併用効果についても検討した。

(2) 結果および考察

天敵出芽細菌胞子の土壌混入により、かんしょ栽培77日後のネコブセンチュウ2期幼虫の50%に天敵出芽細菌の胞子の付着が認められ、ネコブセンチュウ密度は無処理の約3割に減少した。ネコブセンチュウ密度はオキサミル粒剤処理と同程度に抑制されるが、ゴール指数は無処理と差異が認められなかった。さらに、2作目の栽培60日後には天敵出芽細菌の感染率は80%に高まり、2期幼虫密度およびゴール指数はオキサミル粒剤処理よりやや低下した。天敵出芽細菌とオキサミル粒剤との併用処理は本菌単用処理と比較してゴール指数をやや低く抑制した(第9表)。

第9表 天敵出芽細菌によるネコブセンチュウに対する防除効果

処理の種類・施用量	胞子混和7日後		1作目 植付77日後			2作目 植付60日後		
	線虫密度 頭/土壌20g	P.p感染率 %	線虫密度 頭/土壌20g	P.p感染率 %	ゴール 指 数	線虫密度 頭/土壌20g	P.p感染率 %	ゴール 指 数
P.p 10 <sup>5</sup> 個/土壌1g	103.0	0	93.4	50.0	93.8	59.3	79.8	91.7
P.p 10 <sup>5</sup> 個/土壌1g +オキサミル0.1g/ポット	43.7	1.6	26.6	31.2	37.5	102.0	67.3	83.3
オキサミル0.2g/ポット	96.7	0	76.7	0	41.7	1051.7	0	100.0
〃 0.1g/ポット	78.3	0	107.7	0	50.0	976.7	0	100.0
無 処 理	107.3	0	331.7	0	95.0	218.3	3.8	100.0

P.p: *Pasteuria penetrans*

2. 天敵糸状菌の施用によるネコブセンチュウに対する防除効果(ポット試験)

天敵糸状菌の施用がネコブセンチュウ密度およびゴール形成に及ぼす影響を検討する。

(1) 試験研究方法

卵寄生性菌のパーチシリウム菌体2%製剤(ネマテック社製)を1/10,000aワグネルポット当たり1g、2gおよび4g、モナクロスポリウム・ファマトパガム菌製剤(胞子10<sup>4</sup>/g、商品名;ネマヒトン、トモエ化学社製)をポット当たり250g、それぞれサツマイモノコブセンチュウ汚染土壌(2期幼虫密度;343頭/土壌20g)1kgによく混和してポットに詰めた。処理後にかんしょ苗(高系14号)を植付け、96日後に根をていねいに掘取ってゴールの形成を調査した。

(2) 結果および考察

パーチシリウム菌の施用によるゴール形成の抑制は認められなかったが、施用量の増加にともなって土壌中の

ネコブセンチュウ密度はやや低下する傾向が認められた。これは、本菌が卵寄生性であるために、初期の2期幼虫の寄生を抑制できなかったものの、ネコブセンチュウの増殖を抑制したものと考えられる。モナクロスポリウム菌の施用はゴールの形成を抑制し、土壌中のネコブセンチュウ密度も抑制する傾向を認めた。しかし、多施用条件での試験結果であることから、実用的な施用量での防除効果を検討する必要がある(第10表)。

第10表 天敵糸状菌によるネコブセンチュウ防除効果(植付け96日後)

処理の種類	施用量 g/ポット	ゴール指数	土壌中の2 期幼虫密度 頭/土壌20g
パーチシリウム菌体2%	1	90.0	426
〃	2	87.5	331
〃	4	100	150
モナクロスポリウム菌資材	250	25.0	181
ホスチアゼート粒剤	0.3	12.5	4
無 処 理	-	87.5	386

3. 天敵出芽細菌の施用によるネコブセンチュウ  
に対する防除効果 (圃場試験)

ネコブセンチュウ発生圃場において天敵出芽細菌を供  
試しネコブセンチュウ密度推移および防除効果について  
検討する。

(1) 試験研究方法

1993年5月17日に天敵出芽細菌の胞子を水懸濁液と  
して試験区全面に混和処理 (5 × 10<sup>9</sup> 胞子/m<sup>2</sup>) し、か  
んしょ (高系14号) を2年間連作した。対照としてオキ  
サミル粒剤を10a当たり30kg全面に土壤混和した。栽  
培前および収穫時に土壤を採取し、ベルマン法 (土壤20  
g、室温で3日間分離) により線虫を分離してネコブセ  
ンチュウ密度、天敵出芽細菌感染および2期幼虫20頭当  
たりの胞子付着数を調査した。収穫時 (9月13日) に各  
区より12株ずつ掘取って、水洗後に収量および被害程度

を調査した。試験は1区10m<sup>2</sup>、3反復で行った。

(2) 結果および考察

天敵出芽細菌の施用によって1作目からネコブセンチュ  
ウ2期幼虫に本菌の感染が認められ、土壤中のネコブセ  
ンチュウ2期幼虫密度が減少する傾向が認められたが、  
かんしょのネコブセンチュウ被害抑制は認められなかつ  
た。2作目には本菌の感染率がやや上昇し、ネコブセン  
チュウ2期幼虫密度は低下する傾向が認められた。また、  
品質および収量はオキサミル粒剤処理と比較してやや劣  
る程度であったが、かんしょの連作によって天敵出芽細  
菌の感染率はしだいに上昇したものの、そのスピードは  
緩慢であるために、圃場試験を実施した2年間では十分  
な防除効果を確認することができなかった。しかし、さら  
にかんしょの連作を進めることによって天敵出芽細菌  
密度が上昇すると考えられ、防除効果は一段と高まるこ  
とが期待できる (第11表、第12表)。

第11表 天敵出芽細菌の施用によるネコブセンチュウに対する防除効果 (1作目 1993年)

処理の種類・量	胞子混和7日後			収 穫 期			被 害		収 量 kg/12株
	線虫密度 頭/土壤20g	P.p 感染率 %	胞子付着数 個/20頭	線虫密度 頭/土壤20g	P.p 感染率 %	胞子付着数 個/20頭	芋 率 %	指 数	
P.p 胞子 5 × 10 <sup>9</sup> 個/m <sup>2</sup>	53.7	4.6	1.8	785.3	2.6	0.6	100	68.5	4.1
オキサミル粒剤 30kg/10a	61.7	0	0	242.7	0	0	44.5	13.8	4.9
無 処 理	99.3	0	0	1030.0	0	0	97.8	61.9	3.0

\*... P.p : *Pasteuria penetrans*

第12表 天敵出芽細菌の施用によるネコブセンチュウに対する防除効果 (2作目 1994年)

処理の種類・量	作畦直前 (5月25日)			収 穫 期			被 害			収 量 kg/12株	A 品 芋率 <sup>1)</sup> %	可 販 芋 率 %
	線虫密度 頭/土壤20g	P.p 感染率 %	胞 子 付着数 個/20頭	線虫密度 頭/土壤20g	P.p 感染率 %	胞 子 付着数 個/20頭	根 の ゴ ール	芋 率 %	指 数			
P.p 胞子処理跡地	120.3	8.3	5.3	467.0	7.2	48.8	79.9	77.6	26.7	6.3	14.6	84.8
オキサミル粒剤 連用 30kg	99.0	1.7	0.1	283.1	0.3	0.3	45.9	50.6	13.3	7.2	32.4	92.1
無 処 理	239.7	0	0	612.9	3.2	12.7	77.4	85.9	26.5	5.8	2.2	81.1

1) 茨城県出荷基準による

IV 総 合 考 察

各種の線虫対抗植物や抵抗性かんしょ品種の栽培がネ  
コブセンチュウに対して防除効果があることが知られて  
いる<sup>1)2)3)</sup>。対抗植物のギニアグラス (ナツカゼ)、クロ  
タラリア (スペクタビリス、ジュンセア)、ハブソウ

(ハーブエース) の栽培は土壤中のサツマイモネコブセ  
ンチュウ密度を低下させ、とくに、ギニアグラス栽培跡  
地ではかんしょの被害が軽減された。また、サツマイモ  
ネコブセンチュウの非寄主作物のラッカセイおよび高度

の抵抗性を持つかんしょ品種(九州105号, 関東94号)を栽培することによっても土壤中のサツマイモネコブセンチュウ密度を低下させ, 次作のネコブセンチュウ感受性かんしょのネコブセンチュウ被害を軽減した。しかも, 土壌くん蒸剤の効果が及ばない土壌の深い部分までの防除効果が期待できる。しかし, 今回試験を行った短期的な輪作体系は防除効果が認められるものの, クロルピクリン剤を中心とした慣行の土壌消毒と比較すると防除効果は劣った。一方, ギニアグラスの栽培跡では作物残渣が混入されるために, ドウガネイブイの産卵が誘引され幼虫による被害が増加した。さらに, ラッカセイの栽培によってキタネコブセンチュウが増加し, 裸麦では根にサツマイモネコブセンチュウが寄生・増殖することが認められた。このようなことから, 輪作作物の導入にはこれら防除標的外の病害虫の発生を考慮した輪作体系や防除体系を構築する必要がある, さらに長期的でしかも多面的な評価を行うことが必要と考えられる。

乾燥鶏糞およびヒマ搾り粕は10a当たり1tの施用でわずかにネコブセンチュウの被害軽減が認められ, 他の有機物では3t以上の施用で被害軽減が認められた。有機物は施用量が多い割にはネコブセンチュウの防除効果は低く, 有機物施用のみでネコブセンチュウを完全に防除することは困難と考えられる。しかし, 有機物の施用によりかんしょの収量および品質が向上することが認められることから, 施肥および物理性改善としての利用効果が期待できる。

天敵出芽細菌のポット試験では2作目に対照薬剤のオキサミル粒剤と比較してやや優る防除効果が認められたが, 圃場試験では2作目でもオキサミル粒剤より劣った。西沢<sup>4)</sup>はかんしょ圃場に天敵出芽細菌を処理した後, 6年目以降に急速にネコブセンチュウ密度が低下したことを報告している。今回の試験においても連作に伴って天

敵出芽細菌密度は高まってネコブセンチュウ密度は低下したが, かんしょのネコブセンチュウの被害を軽減するにはさらに長期間の連作が必要と考えられる。一方, 天敵糸状菌は顕著な防除効果が認められなかったが, これらの天敵微生物の防除効果は微生物施用時の諸条件や施用法および定着性によって大きな影響を受けるので, 短期間の試験では正確に評価をできない場合があるので, 今後はさらに長期の試験や各種条件下の試験などについて検討することが必要である。

輪作, 有機物および天敵微生物等の生態的防除手段にはネコブセンチュウ防除効果が認められるが, その効果は十分に満足できるレベルではなく, 慣行のクロルピクリン剤やD-D剤等の土壌くん蒸剤による防除と比較して劣った。また, 輪作ではネコブセンチュウ以外の病害虫の増加の可能性や, かんしょと輪作作物との栽培時期の競合, 農作業の煩雑化等の解決すべき問題が多い。しかし, 殺線虫剤による防除は消毒部分へのネコブセンチュウの再汚染や下層土壌の未消毒部分への芋の伸長等が防除効果を低下させ<sup>5)</sup>, また, 土壌の過湿や過乾燥または高温や低温条件下での薬剤処理は防除効果を低下させる。さらに, 近年の農産物の安全性や環境への関心の高まりなどと相まって, 作物の病害虫防除について薬剤に偏った防除体系は見直されつつあり, 各種の防除手段を効率的に組み合わせた総合的防除体系へ移行しつつある。今回検討した生態的防除手段は遅効的であったり薬剤防除と比較して優るものは少なかったが, 各種の防除手段を効率的に組み合わせた総合防除を構成する防除手段として利用することは十分に可能である。各種防除手段を駆使したネコブセンチュウの総合防除技術の開発はかんしょ産地の長期的な維持・発展のために不可欠と考えられる。

## V 試験研究成果の要約

- (1) クロタラリア(ジュンセア, スペクトルビルス), ギニアグラス, ハブソウ, ラッカセイ, かんしょ(九州105号, 関東94号, 紅赤)はサツマイモネコブセンチュウの寄生が認められず, さらにその栽培により土壌中のネコブセンチュウ2期幼虫の密度が低下した。
- (2) クロタラリア, ギニアグラス, ラッカセイ, かんしょ九州105号を栽培した跡地土壌に植付けたキュウリはネコブセンチュウによるゴールの形成が軽減した。
- (3) 麦類の根はネコブセンチュウの寄生が認められ, 土壌中のネコブセンチュウの密度は増加した。
- (4) ギニアグラスおよびラッカセイを栽培することにより土壌中のネコブセンチュウ密度が低下し, 栽培跡地のかんしょの被害が減少した。
- (5) 早掘りかんしょの栽培直後にギニアグラスを栽培した場合のネコブセンチュウ防除効果は劣った。
- (6) ギニアグラスを栽培することによって, 次作のかんしょでのコガネムシ被害が増加した。
- (7) ラッカセイの栽培により土壌中のサツマイモネコブ

## 線虫対抗植物等の輪作および生態的手法によるかんしょのネコブセンチュウ防除

- センチュウ密度は低下したが、キタネコブセンチュウ密度は増加した。
- (8) かんしょの九州 105 号の栽培は土壌中のネコブセンチュウ密度を抑制し、次作の感受性かんしょ品種では被害が減少した。
- (9) ヒマ搾り粕の 10 a 当たり 1 t および乾燥鶏糞、ミカン皮粉末およびキチン質肥料の 10 a 当たり 3 t 施用はゴール形成を抑制した。
- (10) 有機物施用から作物植付けまでの期間とネコブセンチュウ防除効果との間には明瞭な関係は認められなかった。
- (11) 天敵出芽細菌の施用 1 作目からネコブセンチュウへの感染が認められ、ネコブセンチュウの密度を抑制したが、ゴール形成に対する抑制は認められなかった。しかし、2 年目にはゴール形成を抑制しオキサミル粒剤処理と比べてやや優る防除効果が認められた。
- (12) パーチシリウム菌の施用によるネコブセンチュウのゴール形成を抑制できなかったが、土壌中のネコブセンチュウ 2 期幼虫密度を抑制する傾向が認められた。
- (13) モナクロスポリウム菌の施用はネコブセンチュウ密度およびゴール形成を抑制する傾向を認めた。
- (14) 有機物等の施用によるネコブセンチュウの防除効果は判然としなかったが、収量および可販芋率は増加した。
- (15) 天敵出芽細菌の施用によって、ネコブセンチュウ 2 期幼虫に本菌の感染が認められ、土壌中のネコブセンチュウ 2 期幼虫密度が減少し、品質および収量がやや向上した。
- (16) 天敵出芽細菌の密度はかんしょ連作とともに次第に増加したが、菌密度上昇は緩慢であるので防除効果は遅効的であった。

## VI 引 用 文 献

- 1) 五味美知男・千本木市夫 有害線虫 4 種に対する対抗植物の影響, 関東病虫研 36 : 209-211 (1989)
- 2) 佐野善一 対抗植物による線虫防除, 植物防疫 44 (12) : 531-534 (1990)
- 3) 上田康郎・小川奎・千葉恒夫ほか サツマイモにおけるネコブセンチュウ抵抗性品種作付け跡地での被害軽減効果, 関東病虫研 33 : 229-230 (1986) 4) 西沢努 線虫研究の歩み 267-271 日本線虫研究会 (1992) 267-271
- 5) 中園和年・古賀成司 黒ボク地帯のサツマイモ圃場におけるサツマイモネコブセンチュウの垂直分布と燻蒸剤処理効果, 日線虫研誌 (1991) 49-52

Control of root-knot nematode by crop rotation of antagonistic plants and other ecological measures in sweet potato field

Yasuo UEDA and Ken WATANABE

Key words: Root-knot nematode, Sweet potato, Ecological control, Crop rotation, antagonistic plant, Highly resistant cultivar, Natural enemy, Organic matter, Guinea grass, *Pasteuria penetrans*

#### Summary

Guinea grass, peanut, and highly resistant cultivar to root-knot nematode of sweet potato were grown as rotation crops in field where the sweet potato had been planted consecutively and root-knot nematode had occurred. As a result, the density of the root-knot nematode in the soil decreased and consequently, the damage of even susceptible cultivar of sweet potato decreased in the following year.

The density of the root-knot nematode decreased gradually by the application of its natural enemy, microorganism (*Pasteuria penetrans*).

The application of organic matter had little effect to reduce the density of root-knot although it apparently improved the yield and quality of the sweet potato.

# 農業集落排水処理汚泥の農業利用に関する研究

## 第1報 生汚泥の土壌施用が作物及び土壌に及ぼす影響

松本英一・小山田勉\*\*・平山 力\*\*

Agricultural Utilization of Sludge from Rural Sewage system.  
Part I Influence on growth and yield of crops and on soil by  
application of raw-sludge.

Eiichi MATSUMOTO, Tsutomu OYAMADA, Chikara HIRAYAMA

キーワード：集落排水，汚泥，窒素，重金属，亜鉛

集落排水汚泥は窒素，リン酸等の肥料成分に富み更に亜鉛等の重金属類も下水汚泥並の濃度を含有する。集落排水汚泥を基肥窒素代替として各種作物に施用し生育収量を調査した結果，水稻，トウモロコシ等で肥料代替性が認められた。汚泥施用量を多くすると，跡地土壌の亜鉛濃度が高まるため，永続的な施用は困難であることが判明した。

### I 緒 言

農業集落排水事業は，農村地域のし尿，生活雑排水等の汚水処理により，地域の農業用水を含めた水環境を改善し，併せて生活環境を改善する目的で創設された。

茨城県は霞ヶ浦を有し，その水質浄化が県の重点施策となっている。本県において集落排水事業は昭和59年に開始され，平成8年度現在で53市町村で121地区を実施しこのうち56地区が完成し供用開始している。事業に対する住民の要望は高く今後も毎年10施設以上の着工が見込まれている。農業集落排水処理施設（以下，集排施設と略す）は小規模の下水処理場である。施設からは公共下水処理場と同様に汚泥が発生する。この汚泥（以下，集排汚泥と略す）は流入する汚水がし尿及び生

活雑排水等に限られることから重金属等の有害物質の少ないことが想定され，地域内での有機物リサイクル推進の意味からも農耕地への土壌還元が期待されている。

著者らは昭和61年より集排汚泥の土壌還元について検討してきた。集排汚泥の農業利用には次の二つの方法が考えられる。第一に汚泥の窒素を化学肥料の代替とするもので既に下水汚泥については著者らが報告<sup>3)</sup>した。第二は汚泥の堆肥化利用である。本報では集排汚泥の現物施用が作物及び土壌に及ぼす影響を中心に報告する。なおこの試験は茨城県農地局（旧農地部）農地計画課の委託試験として実施した。

### II 集 落 汚 泥 の 性 状

集落汚泥の農業利用を考える上で，汚泥がどのような性状であるかを知ることは重要である。作物生産や環境保全の面から肥料成分や重金属濃度を明らかにする必要がある。集排施設は規模や処理方式が異なっている。そこ

で，主に規模を異にした処理場産の汚泥の成分内容を検討した。

#### 1. 試験方法

処理場間の汚泥成分の比較は平成2年から2カ年にわ

\*：現農業総合センター園芸研究所

\*\*：現茨城県経済連

たり行った。さらに昭和61年から調査した処理場についても比較した。

1) 処理場の選定

供用を開始している処理場の中から第1表に示した処理場を選び汚泥成分の調査を行った。

2) 汚泥採取時期

各処理場において汚泥の引き抜き時、あるいはそれに相当する時期に採取した。

3) 汚泥採取方法

液状の汚泥については、SIBATA製ハイロート採水器(1L)で汚泥濃縮貯留槽より採取し、1Lのポリ瓶に保存し後日分析した。脱水汚泥については直接ビニール袋に採取保存し分析した。

4) 分析方法

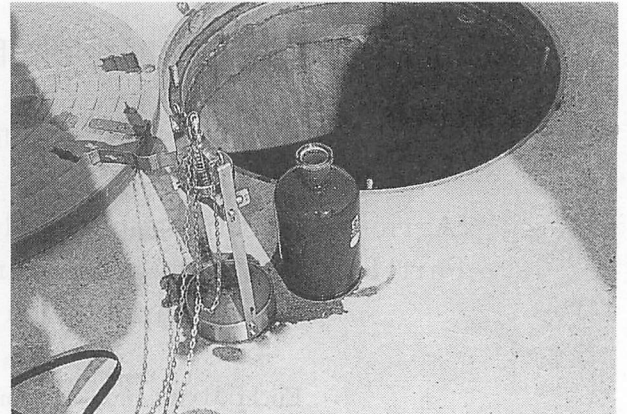
分析は下水汚泥分析法<sup>7)</sup>(下水汚泥資源利用協議会編)により行った。

2. 試験結果

1) 色と臭気

集排汚泥の色は、液状汚泥では灰色から黒色であった。脱水汚泥では新鮮なものは灰色であるが空气中に放置す

写真1 液状汚泥の採取



ると表面のみ黒色に変化した。

汚泥の臭気はいわゆるどぶ臭さがあつた。しかし、し尿等の臭さはなかつた。

2) 成分分析結果

各処理場別の分析結果(現物濃度)について第2表に示した。現物あたりの成分濃度は脱水処理の有無によって差がみられた。処理人口が多く脱水処理がなされた汚泥は、水分が86~87%で液状汚泥より10%低く、窒

表1表 処理場の概要

処理場 (市町村, 地区)	処理人口 (人)	汚水処理方式	下水排除 方式	供用開始 年次
下館 深見	550	接触ばっき方式+三次処理	分流式	平1
下館 国府田	310	接触ばっき方式	〃	昭63
八千代 東大山	250	接触ばっき方式	〃	昭63
八千代 佐野	230	接触ばっき方式	〃	昭63
新治 高岡	940	回分式活性汚泥法+脱水処理	〃	平1
大野 中村	770	回分式活性汚泥法+脱水処理	〃	平1
下館 谷部	150	接触ばっき方式	〃	昭59

平成2~3年の2か年の調査。下館市谷部地区は昭61~平1年の調査。

表2表 汚泥の成分分析結果(現物あたり)

処理場 (市町村, 地区)	水分 (%)	pH	EC (ms/cm)	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (ppm)	CaO (ppm)	MgO (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
下館 深見	95.9	7.02	2.27	0.31	0.20	84	970	159	35.3	7.6
下館 国府田	97.8	6.49	0.87	0.13	0.15	59	692	114	30.0	6.2
八千代 東大山	96.9	6.92	2.25	0.18	0.16	85	850	156	15.9	5.2
八千代 佐野	97.4	6.56	0.72	0.14	0.15	62	539	170	31.2	15.3
新治 高岡	87.2	7.41	0.62	0.99	0.78	290	3,260	882	85.0	31.6
大野 中村	86.6	7.52	1.36	0.93	0.74	182	3,545	1,059	137.1	33.7
下館 谷部	96.7	6.59	1.02	0.13	0.16	57	553	190	70.9	8.2

注) 新治高岡, 大野中村は脱水処理汚泥。下館谷部(昭61~平1年)を除いて平2~平3年の平均値。



素 (N), リン酸 ( $P_2O_5$ ), カルシウム (Ca), マグネシウム (Mg) の肥料成分及び亜鉛 (Zn), 銅 (Cu) の重金属濃度は相対的に高かった。

水素イオン濃度 (pH) は 6.5 ~ 7.5 でほぼ中性を示したが, 脱水汚泥で高い値となった。電気伝導度 (EC) は 0.62 ~ 2.27 ms/cm であった。全窒素 (T-N) は脱水汚泥で 0.93 ~ 0.99 %, 液状汚泥で 0.13 ~ 0.31 % であった。 $P_2O_5$  は脱水汚泥で 0.75 % 前後, 液状汚泥で 0.15 ~ 0.20 % であった。カリ ( $K_2O$ ) は N,  $P_2O_5$  に比べ濃度は低い。脱水汚泥で 182 ~ 290 ppm に対し, 液状汚泥は 57 ~ 84 ppm と差があった。CaO, MgO についても脱水汚泥は液状汚泥に比べ濃度は高かった。

重金属では, Zn は脱水汚泥は 85 ~ 137 ppm, 液状汚泥で 16 ~ 70 ppm であった。Cu は脱水汚泥で 32 ppm 前後, 液状汚泥で 5.2 ~ 15.3 ppm であった。

第 3 表に成分濃度の乾物換算値を示す。乾物換算した主要な成分濃度は, T-N で 4 ~ 8 %,  $P_2O_5$  で 5 ~ 6 %, Zn で 500 ~ 2,000 ppm, Cu で 200 ~ 600 ppm, カドミウム (Cd) で 1.7 ~ 4.2 ppm であった。以上のように, 現物あたりの成分濃度は多くの成分で脱水汚泥の濃

第 3 表 汚泥の成分分析結果 (乾物換算値)

処理場 (市町村, 地区)	T-N (%)	$P_2O_5$ (%)	$K_2O$ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)
下館深見	6.9	5.1	0.21	2.59	0.41	857	192	2.5
下館国府田	5.5	6.4	0.25	2.94	0.49	1,268	267	2.6
八千代東大山	5.7	5.1	0.26	2.67	0.50	504	165	1.7
八千代佐野	5.8	5.8	0.26	2.15	0.68	1,181	599	2.4
新治高岡	7.7	6.1	0.22	2.54	0.69	661	246	2.1
大野中村	6.9	5.5	0.14	2.61	0.78	1,018	251	2.1
下館谷部	3.9	4.8	0.18	1.68	0.57	2,148	248	4.2

注) 新治村高岡, 大野村中村地区は脱水処理汚泥。下館市谷部地区は昭 61 ~ 平 1 年の調査。

度が高かったが, 乾物ベースに換算すると処理人口や処理方式に関わりなく同程度の値となった。重金属類の濃度は, 一般公共下水の汚泥に比べ低い傾向はあるものの, 肥料成分を含めて農林水産省の調査による下水汚泥の成分濃度<sup>3)</sup>と同程度であった。つまり本質的に集排汚泥と下水汚泥は同質のものと考えられる。

### III 汚泥現物の土壌還元

集排汚泥の現物施用が, 作物の生育収量及び土壌の化学性・重金属濃度に及ぼす影響を検討するため昭和 61 ~ 平成 2 年に栽培試験を実施した。昭和 61 年 ~ 平成 1 年までは液状汚泥を, 平成 2 年は脱水汚泥を供試した。各種作物の栽培にあたっての基本的な考え方はつぎの二点である。①集排汚泥は基肥の窒素肥料の代替として施用する。②液状汚泥は, 集落内での利用上簡便なバキューム・カーによる汚泥現物の直接散布とする。

#### 1. 試験方法

試験場所は昭和 61 ~ 63 年には下館市二木成鎌田の現地は場 (水田・畑とも細粒灰色低地土灰色系佐賀統) で, 平成 1 ~ 2 年には水戸市上国井町農業研究所畑は場 (厚

層腐植質黒ボク土及び淡色黒ボク土) で実施した。

供試作物は昭和 61 年には水稲, トウモロコシ, ホウレンソウ, サトイモを昭和 62 年には水稲, トウモロコシ, ホウレンソウ, シュンギク, コマツナ, 落花生を, 昭和 63 年には水稲, トウモロコシを, 平成 1 年にはナスを, 平成 2 年にはトウモロコシ, トマトを供試した。品種名等は第 4 表に示した。

耕種概要は第 5 表のとおりで, その他は茨城県耕種基準 (野菜及び普通作物) 及び農家慣行法に準じた。水稲は昭和 61 ~ 62 年は麦跡の晩植, 昭和 63 年は早植栽培とした。

第 4 表 供試作物 (品種)

昭和 61 年	昭和 62 年	昭和 63 年	平成 1 年	平成 2 年
水稲 (コシヒカリ)	水稲 (コシヒカリ)	水稲 (コシヒカリ)	ナス (千両 2 号)	トウモロコシ (カクテル 86)
トウモロコシ (ミルクコーン)	トウモロコシ (ミルクコーン)	トウモロコシ (ミルクコーン)		トマト (サターン)
ホウレンソウ (タイタン)*	ホウレンソウ (タイタン)*			
サトイモ (ヤツガシラ)	シュンギク (中葉春菊)*			
	コマツナ (小松菜)*			
	落花生 (千葉半立)			

注) \* : トウモロコシ栽培跡に栽培した。

第5表 耕種概要

作物	年度	昭61年		昭62年		昭63年		平1年		平2年		栽植様式等
		は種	収穫	は種	収穫	は種	収穫	は種	収穫	は種	収穫	
水	稲	6/18	10/9	6/10	10/2	5/6	9/22					畦幅30cm, 株間15cm
	トウモロコシ	4/25	7/25	4/25	7/13	4/26	7/25			6/1	8/21	ベッド幅75cm, 株間30cm, 2条植平2年は畦幅60cm, 株間30cm
	ハウレンソウ	9/16	10/28	9/7	10/26							61年は畦幅30cmの条播, 62年はシュンギク, マコツナとともに畦幅60cm条播
	シュンギク			9/7	10/26							
	コマツナ			9/7	10/26							
	サトイモ	4/25	11/11									畦幅60cm, 株間30cm
	落花生			5/8	10/2							畦幅60cm, 株間30cm
	ナス							5/8	7/15~ 9/14			株間60cm高畦マルチ栽培
	トマト									4/24	7/3~ 8/21	株間35cm, 2条植, ハウス栽培

注) 表中の分数は月/日を示す。は種には田植及び定植が含まれる。

汚泥中の窒素成分のうち肥料として有効な割合(無機化率)を下水汚泥の試験結果<sup>2)</sup>から全窒素成分の30%とし、汚泥窒素による化学肥料代替率に段階を設けた。昭和61年度は各作物とも①基肥窒素60%代替区、②基肥窒素30%代替区、③対照区(化学肥料区)とした。昭和62年度は畑作物については前年度と同一構成としたが、水稻は前年に倒伏がみられたため、代替率を40%と20%に変更した。昭和63年度は施用した汚泥の窒素濃度が特に高く、施肥基準を超えたため、代替率は100%と200%(水稻のみ)となった。平成1~2年度は代替率に段階を設けず、1年は30%、2年は50%とした。

供試作物の施肥量を第6表に、汚泥施肥量を第7表に示した。汚泥施肥量は施肥量の多少に比例し、施肥量の多いトウモロコシでは基肥窒素60%代替区で36t/10a以上であった。

汚泥の施用と化学肥料の調製は次のように行った。①は場に汚泥を散布する。②施用した汚泥を分析し窒素濃度を求める。③作物の窒素施用量から汚泥による施用分

第6表 各種作物の施肥量 (kg/a)

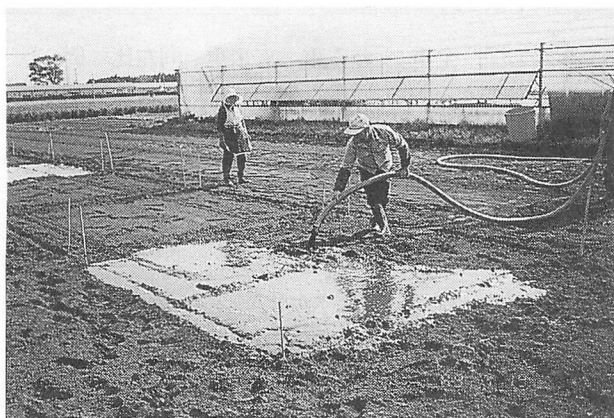
作物	項目	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
水	稲	0.5	1.0	0.8
	トウモロコシ	2.0	1.5	2.0
	ハウレンソウ	1.5	1.5	1.5
	シュンギク	1.5	1.5	1.5
	コマツナ	1.5	1.5	1.5
	サトイモ	1.0	1.5	1.0
	落花生	0.3	0.8	0.8
	ナス	1.5 (0.5)	1.5	1.5 (0.5)
	トマト	0.7 (1.3)	2.5	0.7 (1.3)

注) ( ) 内の数字は追肥量

第7表 汚泥施肥量 (t/10a)

作物	年度	昭61年		昭62年		昭63年		平1年	平2年	
		多	少	多	少	多	少			
水	稲	8.0	4.0	4.0	2.0	12.0	6.0			多は代替率の高い方 少は代替率の低い方
	トウモロコシ	35.7	17.9	35.7	17.9	40.0	-		3.44	
	ハウレンソウ	23.7	12.0	21.4	10.7					昭和61~平成1年は液状汚泥 平成2年は脱水汚泥
	シュンギク			21.4	10.7					
	コマツナ			21.4	10.7					
	サトイモ	17.9	8.9							
	落花生			5.4	2.7					
	ナス							11.0		
	トマト								1.21	

写真2 液状汚泥の土壤還元



を差し引いて化学肥料を施用する。化学肥料は硫安（塩安）、過石、硫加（塩加）の単肥を用いた。

供試汚泥は昭和61～平成1年については下館市谷部地区処理施設産の液状汚泥を、平成2年は新治郡新治村高岡地区処理施設産の脱水汚泥を用いた。

試験規模は、水田では各年度とも1区100㎡とした。昭和61～62年度の畑ほ場は1区56㎡、ただしホウレンソウ、シュンギク、コマツナは3作物で1区56㎡とした。昭和63年度の畑ほ場は1区100㎡とした。平成1年度のナスは1区9㎡、平成2年度のトウモロコシは1区9㎡、トマトは1区2㎡とした。昭和61～63年度は反復をとらず、平成1～2年度は2反復とした。

汚泥の分析は下水汚泥分析法、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<sup>8)</sup>によった。

## 2. 試験結果

### 1) 各種作物の生育・収量

### (1) 水稲

昭和61～63年の水稲の生育・収量を第8表～第10表に示した。昭和61年の汚泥施用区は初期から中期まで旺盛な生育を示したが、後半倒伏し、収量は代替率60%区で対照区と同程度となり、30%区ではわずかに減収した。

昭和62年は前年の結果から代替率を40%と20%に引き下げた。生育は前年同様汚泥施用区で旺盛であったが、9月下旬の降雨により対照区を含め、全面的に倒伏した。収量は対照区に比べ、代替率40%区で9%増収し代替率20%区で12%減収した。汚泥施用区の玄米は青米が多く観察され、千粒重の減少とあわせて、汚泥施用による窒素の遅効がうかがわれた。

昭和63年は前2年と異なり早植栽培とした。また汚泥中の窒素がこれまでの4倍もあり、汚泥施用区の代替率は100%と200%と当初の想定より高くなった。しかし、水稲の生育は汚泥施用区でも徒長はみられず、草丈、茎数はかえって対照区が優った。玄米収量は対照区の44.5 kg/a に対し100%汚泥区で17%増の51.9 kg/a、200%汚泥区で7%増の48.6 kg/a といずれも対照区をうわまわった。倒伏程度は前2年と異なり対照区並であった。この理由として、汚泥投入から田植えまでの期間が前年までと異なり約1か月程度と長くなった結果と考えられる。

以上のように、3か年の試験の結果、収量に多少の増減はあるものの集排汚泥は基肥窒素代替として利用可能であることがあきらかになった。

### (2) トウモロコシ

昭和61～63年及び平成2年のトウモロコシ（スウィートコーン）の生育・収量第11～14表に示した。

第8表 水稲の生育収量（61年度）

項目 区分	草丈・稈長 (cm)		茎数 (本/株)		穂長 (cm)	穂数 (本/株)	玄米重 (kg/a)	同左指数 (%)	倒伏 程度
	7/25	10/9	7/25	8/27					
60%汚泥区	66.2	91.2	26.5	20.6	16.7	17.3	43.6	101	3.0
30%汚泥区	66.4	88.8	26.3	20.8	16.5	16.2	40.4	95	2.8
対照区	62.7	88.2	24.3	19.1	16.7	17.7	42.6	100	2.5

注) 葉数、草丈の分数は月日（月/日） 倒伏程度は0（無）～5（甚）

第9表 水稲の生育収量（62年度）

項目 区分	草丈・稈長 (cm)		茎数 (本/株)		穂長 (cm)	穂数 (本/株)	千粒重 (g)	玄米重 (kg/a)	同左指数 (%)	倒伏 程度
	7/13	10/2	7/13	8/18						
40%汚泥区	55.7	98.0	28.3	18.9	17.2	16.8	19.5	47.2	109	4
20%汚泥区	57.3	97.4	24.5	19.7	17.8	17.5	17.7	38.0	88	3～4
対照区	52.9	90.5	22.6	16.1	17.5	16.9	20.6	43.4	100	3～4

注) 倒伏程度は0（無）～5（甚）

第10表 水稻の生育収量 (63年度)

項目 区分	生 育							全重 (kg/a)	わら重 (kg/a)	玄米重 (kg/a)	同左比 (%)	倒 伏 程 度
	7/5		7/25		9/22							
	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/株)					
汚泥施用区	64.8	37.1	85.8	31.4	84.0	18.4	18.3	146	81.7	51.9	117	2
汚泥多量区	61.5	34.2	85.6	33.6	87.5	17.4	18.3	143	82.5	48.6	109	2
対 照 区	64.5	35.4	88.0	33.4	89.4	18.3	19.6	129	74.1	44.5	100	2

注) 倒伏程度は0(無)~5(甚)

第11表 トウモロコシの生育収量 (61年度)

項目 区分	7/1		全 重 (kg/a)	雌穂重 (kg/a)	同左指数 (%)
	葉数 (枚)	稈長 (cm)			
60%汚泥区	8.5	150	302	105	91
30%汚泥区	9.2	156	382	129	112
対 照 区	9.2	156	334	115	100

第12表 トウモロコシの生育収量 (62年度)

項目 区分	草丈(cm)		葉数(枚)		全重 (kg/a)	雌穂重 (kg/a)	同左 指数 (%)
	6/3	7/13	6/3	7/13			
60%汚泥区	101	124	8.9	8.1	469	227	106
30%汚泥区	98	117	8.7	8.3	382	171	80
対 照 区	94	113	8.8	8.0	446	214	100

61年の収量は対照区に比べ60%汚泥区で9%減少し、30%汚泥区で12%の増加を示した。

62年の収量は、前年と異なり対照区に比較し60%汚泥区で6%増収し30%汚泥区で20%減収した。

63年は基肥窒素代替率100%であったが、草丈、葉数にみる生育は汚泥施用区が対照区をまさった。しかし収量は汚泥施用区で対照区より6%減収した。

平成2年は液状汚泥に変わり脱水汚泥を用いた。第14表に示すように生育は、稈長、全重、茎葉重とも汚泥施用区が対照区をまさり、収量も汚泥施用区で28%増収した。増収効果が大きかったのは肥料効果の差がでやすい淡色黒ボク土で栽培したことも影響としていと考えられる。

以上のように、4か年のトウモロコシ栽培試験の結果基肥窒素量の多い作物でも集排汚泥の窒素が有効であることがあきらかになった。

(3) ホウレンソウ・シュンギク・コマツナ

ホウレンソウは昭和61~62年に、シュンギク及びコマツナは62年に栽培を行い、その結果を第15表、第16表に示した。

61年のホウレンソウの収量は60%汚泥区で対照区と

第13表 トウモロコシの生育収量 (63年度)

項目 区分	7/5		全重 (kg/a)	稈重 (kg/a)	雌穂重 (kg/a)	同左指数 (%)
	草丈 (cm)	葉数 (枚)				
汚泥施用区	128	8.3	562	358	205	94
対 照 区	126	8.1	640	422	218	100

注) 全重等は新鮮重

第14表 トウモロコシの生育収量 (平成2年)

(aあたり)

項目 区分	稈長 (cm)	葉数 (枚)	全重 (kg)	茎葉重 (kg)	雌穂重 (kg)	同左比 (%)
対照区	159	9.1	365	212	153	100

注) 重量等は新鮮重

同収量をあげたが、30%汚泥区では14%減収した。

62年は同一区画にホウレンソウ、シュンギク、コマツナを栽培した。これら葉菜類の収量はホウレンソウの30%汚泥区とシュンギクの60%汚泥区でそれぞれ6%、25%対照区に比べ減収したが、それ以外の区では12~33%増収した。

以上のように、ホウレンソウ等の葉菜類においても汚泥中窒素の基肥としての利用が可能であることがあきらかになった。

(4) サトイモ・落花生

昭和61年のサトイモの生育・収量を第17表に示した。サトイモの生育は汚泥施用区で旺盛で、草丈や地上部全

第15表 ホウレンソウの生育収量 (61年度)

項目 区分	葉数 (枚)	草丈 (cm)	最大葉		収量 (kg/a)	同左指数 (%)
			葉長 (cm)	葉幅 (cm)		
60%汚泥区	10.7	33.9	15.4	12.4	467	100
30%汚泥区	8.6	31.5	14.9	10.3	400	86
対 照 区	9.3	31.7	14.4	8.7	467	100

第16表 ホウレンソウ等の生育収量 (62年度)

区分		項目	草丈	葉数	新鮮重	同左指数	乾物重
			(cm)	(枚)	(kg/a)	(%)	(kg/g)
ホウレンソウ	60%汚泥区		—	—	250	130	21.8
	30%汚泥区		29.8	10.9	180	94	16.1
	対照区		28.9	12.9	192	100	17.1
シュンギク	60%汚泥区		32.9	—	157	75	11.3
	30%汚泥区		37.8	—	233	112	16.3
	対照区		37.3	—	208	100	13.3
コマツナ	60%汚泥区		31.9	5.0	200	133	10.0
	30%汚泥区		32.3	4.6	183	122	10.4
	対照区		30.2	6.4	150	100	9.3

各表中の分数は月日(月/日)

第17表 サトイモの生育収量 (61年度)

区分	項目	葉数(枚)		草丈(cm)		地上部全重(kg/a)	親イモ重(kg/a)	小イモ重(kg/a)	総イモ重(kg/a)	同左指数(%)
		7/1	8/27	7/1	8/27					
60%汚泥区		5.3	14.2	41.7	127.4	928	439	111	550	128
30%汚泥区		5.5	8.6	38.9	134.7	744	340	91	431	100
対照区		5.4	10.0	35.8	110.1	594	324	106	430	100

注) 葉数, 草丈の分数は月日(月/日)

第18表 落花生の生育収量 (62年度)

区分	項目	主茎長(cm)		分枝数(本/株)		最長分枝数(cm)		莖葉重(kg/a)	莢数(m <sup>2</sup> )	莢実重(kg/a)	同左指数(%)	百粒重(g)
		7/13	10/2	7/13	10/2	7/13	10/2					
60%汚泥区		14.0	48.6	21.6	33.8	36.3	95.6	69.1	213	39.5	69	90
30%汚泥区		14.0	40.8	21.6	39.3	34.0	82.4	62.7	225	45.3	79	96
対照区		14.8	43.1	21.2	39.4	35.8	83.8	77.7	265	57.1	100	104

重は代替率が高いほど対照区を大きくうわまわった。地下部のイモ重は地上部ほどの差はなく30%汚泥区で対照区と同程度であったが、60%汚泥区で28%増収した。

昭和62年の落花生の生育・収量を第18表に示した。基肥窒素量の少ない落花生で汚泥施用区の生育は徒長気味に経過した。収量(莢実重)は対照区に比べ減収し、30%汚泥区で21%、60%汚泥区で31%と基肥窒素代替率が高くなるほど減収した。莢数や百粒重も同様の傾向がみられた。

以上のように、集排汚泥の効果はサトイモではみられたが落花生ではみられなかった。

(5) ナス・トマト

果菜類のナス(平成1年)の生育を第19表に、収量を第20表に、トマト(平成2年)の生育・収量を第21表に示した。

ナスの生育は初期から汚泥施用区が対照区にまさり、収穫終了時までそのまま推移した。収量は収穫個数及び収穫重量で汚泥施用区が対照区をそれぞれ38%、33%うわまわった。

トマトの生育は汚泥施用区と対照区に差はみられず、収穫開始時期にも差はなかった。しかし、1果重100g以上の収量は対照区の49.0kgに対し汚泥施用区42.8kg

第19表 ナスの生育(平成1年)

区分	項目	草丈・主茎長(cm)			葉数・節数		分枝数	代表葉(収穫打切り時, cm)		
		6/12	8/2	9/26	6/12	8/2		9/26	葉長	葉幅
汚泥区		60.8	109.1	128.7	11.5	21.2	8.8	16.6	10.0	7.3
対照区		59.9	103.3	125.4	11.0	20.3	7.8	17.6	10.4	7.9

注) 項目中の分数は月日(月/日)。

第20表 ナスの収量(規格別)

(10株あたり)

項目 區別	収 穫 個 数						収 穫 重 量 (g)					
	SS	S	M	L	LL	合計	SS	S	M	L	LL	合計
	~60g	60~75	75~100	100~130	130~		~60g	60~75	75~100	100~130	130~	
汚泥区	468	279	107	11	-	865	21,937	13,981	10,392	871	-	47,181
対照区	430	134	56	4	1	625	20,661	9,645	4,648	410	143	35,507

注) 収穫は7月15日~9月14日。規格: 茨城県青果物標準出荷規格表

第21表 トマトの生育・収量(平成2年)

(10株あたり)

項目 區別	草丈 (cm)	葉数 (枚)	収 穫 個 数			収 量 (kg)		
			100g以上	100g未満	計	100g以上	100g未満	計
汚泥区	148	23.4	231.0	20.0	251.0	42.8	1.6	44.4
対照区	149	22.2	237.5	19.0	256.5	49.0	3.3	52.3

注) 草丈・葉数は6月20日調査時

と13%低かった。

以上のように、果菜類のナス・トマトにおいても集排汚泥の窒素肥料代替性はみられた。

各種作物を集排汚泥の基肥窒素代替により栽培した結果、落花生を除けばおおむね対照区と同等かややうまわり、汚泥窒素の化学肥料代替性は認められた。代替率間に明確な傾向は認められず、最適な代替率は明らかにならなかった。汚泥中窒素の無機化率は当初仮定した

30%で妥当と考えられた。また、汚泥施用にともなう病害虫の発生や生育異状はいずれの作物においてもみられなかった。

2) 作物体成分濃度

各種作物の作物体の肥料成分濃度及び重金属濃度について昭和61年の分析結果を第22表に昭和62年の結果を第23表に示した。

第22表 作物体成分濃度(昭和61年)

(乾物%)

項目 區別	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Zn Cu Cd Pb				
				(ppm)				
トウモロコシ	子実 60%	2.07	1.02	1.45	66	5.1	0.50	2.6
	子実 30%	2.03	0.92	1.57	61	5.1	0.49	2.2
	対照	1.89	0.92	1.63	51	4.9	0.42	3.4
	茎葉 60%	1.85	0.64	3.35	66	8.8	1.36	2.8
ホレンソウ	子実 60%	5.04	1.30	3.46	111	9.8	1.2	
	子実 30%	5.12	1.33	4.66	94	10.4	1.0	
	対照	4.89	1.31	3.12	79	10.2	2.2	
	親イモ 60%	1.56	0.52	2.60	69	7.6		
サトイモ	子イモ 60%	1.76	0.42	2.74	23	4.8		
	子イモ 30%	2.18	0.43	2.38	24	5.2		
	対照	1.92	0.63	2.93	21	6.2		
	茎葉 60%	2.02	0.57	5.40	38	6.0		
水稲	玄米 60%	1.25	0.53	0.30	20	2.1		
	玄米 30%	1.18	0.49	0.25	19	2.0		
	対照	1.20	0.61	0.28	19	2.6		
	稲稈 60%	0.58	0.17	1.80	25	0.9		
稲稈	30%	0.44	0.20	1.57	26	1.8		
	対照	0.54	0.21	1.62	20	0.5		

第23表 作物体成分濃度(昭和62年)

(乾物%)

項目 區別	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Zn Cu Cd Pb Hg						
				(%)			(ppm)			
トウモロコシ	子実 60%	2.05	0.80	1.03	49	4.2	0.4	2.8	0.02	
	子実 30%	1.90	0.72	0.99	40	4.2	0.2	4.8	0.02	
	対照	1.40	0.71	0.99	31	4.4	0.2	3.0	0.02	
ラッカセイ	子実 60%	5.01	1.04	0.91	31	12.6	-	-	0.01	
	子実 30%	4.98	1.29	0.92	34	15.4	-	-	0.00	
	対照	4.94	0.84	0.96	34	10.6	-	-	0.00	
ハウレンソウ	地部 60%	4.96	1.61	4.46	99	9.8	3.0	-	0.03	
	地部 30%	4.91	1.28	5.52	60	8.8	2.2	-	0.02	
	対照	4.73	1.30	4.10	48	8.8	1.6	-	0.01	
コムギ	上部 60%	4.44	1.20	6.06	79	14.0	2.6	-	0.02	
	上部 30%	4.59	1.12	4.80	47	12.6	2.2	-	0.02	
	対照	4.97	1.10	4.94	38	10.4	1.4	-	0.01	
コマツナ	茎葉 60%	4.27	1.32	4.70	42	10.4	1.2	-	0.01	
	茎葉 30%	3.82	1.10	4.51	40	12.4	1.4	-	0.01	
	対照	4.44	1.17	4.66	30	9.8	1.4	-	0.05	
水稲	玄米 60%	1.18	0.43	0.25	14	3.2	-	-	0.00	
	玄米 30%	1.20	0.38	0.25	14	3.4	-	-	0.00	
	対照	1.16	0.43	0.24	15	2.6	-	-	0.00	
稲稈	60%	0.66	0.21	1.86	19	3.2	-	-	0.01	
	30%	0.70	0.17	1.86	20	3.4	-	-	0.01	
	対照	0.60	0.22	1.92	18	2.6	-	-	0.01	

肥料成分のうち窒素 (N) についてみると、トウモロコシ (子実及び茎葉)、ハウレンソウ、落花生では汚泥施用により作物体中濃度が高まる傾向がみられた。リン酸 ( $P_2O_5$ ) ではトウモロコシ、落花生、ハウレンソウ等で汚泥施用にともなう濃度増加がみられた。カリ ( $K_2O$ ) については汚泥施用による濃度の増減は判然としなかった。これは汚泥の成分組成でKはN、Pの1/10程度であることを反映した結果となった。

重金属類では亜鉛 (Zn) で汚泥施用による濃度増加が多く、銅 (Cu) も作物や年度で傾向は一貫しないものの、汚泥施用による作物体濃度の増加がうかがわれた。

成分吸収量について、昭和61年の結果を第24表に、昭和62年の結果を第25表に示した。

第24表 成分吸収量 (昭和61年)

項目 区別		(kg/a)				
		N	$P_2O_5$	$K_2O$	Zn	Cu
		(g/a)				
トウモロコシ	60 %	0.68	0.30	0.70	2.25	0.22
	30 %	0.80	0.33	0.93	2.49	0.23
	対 照	0.68	0.27	0.74	1.74	0.19
ハウレンソウ	60 %	1.88	0.49	1.29	4.13	0.37
	30 %	1.64	0.43	1.49	3.01	0.33
	対 照	1.83	0.49	1.17	2.94	0.38
サトイモ	60 %	2.19	0.66	4.23	7.06	0.88
	30 %	2.04	0.61	3.21	3.35	0.71
	対 照	1.91	0.51	3.00	4.83	0.78
水 稻	60 %	0.95	0.34	1.54	2.75	0.16
	30 %	0.73	0.32	1.16	2.47	0.19
	対 照	0.82	0.37	1.19	2.07	0.13

昭和61年の肥料成分吸収量は作物体濃度よりも生育量 (全量) に影響を受け、生育の旺盛なものほど吸収量は高まる傾向がうかがわれた。同年度の重金属では、Znはサトイモの30%汚泥区を除き汚泥施用区の吸収量は増加した。Cuはトウモロコシ、水稻では汚泥施用区の吸収量が増加したがハウレンソウ、サトイモでは判然としなかった。

昭和62年の肥料成分では、Nの吸収量は落花生を除き汚泥施用による増加傾向がみられた。 $P_2O_5$ はNより増減の振れが大きく明確な傾向はなかった。吸収量は同等と考えられた。Nと同様にKの吸収量は落花生を除き汚泥施用区の吸収量は対照区をうまわった。重金属類ではZn、Cuとも落花生を除き、各作物の汚泥施用区の吸収量は対照区をうまわる傾向がみられた。

以上のように、集排汚泥施用により作物体の成分濃度

第25表 成分吸収量 (昭和62年)

項目 区別		(kg/a)				
		N	$P_2O_5$	$K_2O$	Zn	Cu
		(g/a)				
トウモロコシ	60%区	1.71	0.64	1.76	4.67	0.52
	30%区	1.21	0.46	1.43	2.52	0.36
	対照区	1.09	0.51	1.48	2.62	0.44
ラッカセイ	60%区	1.38	0.29	0.25	0.86	0.35
	30%区	1.58	0.41	0.29	1.08	0.49
	対照区	1.97	0.34	0.38	1.36	0.42
ハウレンソウ	60%区	1.08	0.35	0.97	2.16	0.21
	30%区	0.79	0.21	0.89	0.97	0.14
	対照区	0.81	0.22	0.70	0.82	0.15
シュンギク	60%区	0.50	0.14	0.68	0.89	0.16
	30%区	0.75	0.18	0.78	0.77	0.21
	対照区	0.66	0.15	0.66	0.51	0.14
コマツナ	60%区	0.43	0.13	0.47	0.42	0.10
	30%区	0.40	0.11	0.47	0.42	0.13
	対照区	0.41	0.11	0.43	0.28	0.09
水 稻	60%区	1.13	0.39	1.75	2.32	0.43
	30%区	1.05	0.29	1.67	2.22	0.42
	対照区	0.98	0.36	1.61	2.07	0.32

注) ラッカセイには莢、茎葉の吸収量が含まれていない。

は肥料成分及び重金属で高まり、それにともない吸収量も増加することがうかがわれた。

### 3) 土壌の化学性及び重金属濃度

作物栽培跡地土壌の化学性と重金属濃度を昭和61、62年について第26表、第27表に示した。

汚泥施用が土壌の化学性に及ぼす影響は、水田と畑で異なる結果となった。すなわち、畑土壌では汚泥施用によりpHの上昇、全窒素 (T-N) 及び硝酸態窒素 ( $NO_3-N$ ) の窒素成分、有効態リン酸及び置換性塩基 (CaO, MgO,  $K_2O$ ) の富化がみられたが、水田土壌ではこれらの影響はみられなかった。この理由として、畑に比べ水田の汚泥施用量は1/2~1/8と少なく汚泥成分の影響が畑に比べ現れにくいことが考えられる。

重金属類では、Znは汚泥施用による土壌への蓄積が可溶性 (0.1N-HCl) 及び全量態 (硝酸-過塩素酸分解) でみられた。昭和61年の試験 (第26表) では同一ほ場にトウモロコシ、ハウレンソウを連続して栽培したが、作付け前に比べ60%汚泥区で全量態Znはトウモロコシ跡で20ppm、ハウレンソウ跡でも20ppmの濃度増加がみられた。このようにZnの土壌蓄積は汚泥施用量の多い畑で顕著であった。全量態CuはZnほど顕著ではないが畑では蓄積傾向がみられた。しかし水田土壌及び可溶性Cuでは汚泥施用の影響は判然としなかった。

第26表 各種作物栽培跡地土壌の化学性と重金属濃度 (昭61年)

(乾土)

項目 區別		pH (KCl)	EC (ms/cm)	T-N (%)	NO <sub>3</sub> -N (mg/100g)	有効態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	置換性塩基(mg/100g)			重 金 属 類 (ppm)								
							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Zn		Cu		Cd		Pb		Hg
										0.1N	全量	0.1N	全量	0.1N	全量	0.1N	全量	
畑 (作付前)		5.08	0.16	0.32	12.2	16.9	193	28.9	110.0	7.9	95.8	2.1	54.5	0.28	0.95	1.00	26.2	0.29
トウモロコシ	60 %	5.23	0.26	0.31	4.82	22.1	127	43.4	53.8	19.6	118.3	1.5	48.7	0.35	1.40	0.90	27.3	0.12
	30 %	5.21	0.18	0.28	1.66	16.8	104	39.3	47.4	13.2	114.1	1.4	45.5	0.30	1.30	1.10	25.4	0.08
	対 照	4.74	0.21	0.24	1.25	13.3	59	24.3	36.3	6.7	91.7	2.1	41.0	0.25	1.20	1.35	24.7	0.09
ハウレンソウ	60 %	5.22	0.39	0.39	5.00	29.3	171	43.2	119.0	28.0	140.4	2.7	59.6	0.35	1.36	0.95	22.3	0.20
	30 %	5.13	0.42	0.27	4.48	24.2	154	42.2	117.4	20.0	100.4	2.5	47.6	0.25	0.90	0.80	16.4	0.13
	対 照	4.77	0.23	0.22	1.49	12.8	112	21.8	75.3	6.2	89.2	3.3	50.8	0.15	1.01	0.45	19.6	0.12
サトイモ	60 %	5.17	0.17	0.33	2.67	16.0	154	55.9	96.4	9.1	107.6	2.5	54.4	0.20	1.29	0.40	21.3	0.17
	30 %	5.25	0.25	0.31	6.17	25.7	144	49.6	129.5	8.5	98.0	2.1	53.2	0.20	1.28	0.90	18.8	0.11
	対 照	4.85	0.25	0.23	3.89	28.0	117	25.7	114.4	5.8	88.8	2.6	49.2	0.25	1.21	0.75	18.7	0.12
水田(作付前)		4.88	0.17	0.21	0.29	21.1	151	25.3	33.1	4.5	73.0	4.4	23.6	0.30	1.26	1.60	22.6	0.06
水 稲	60 %	5.68	0.14	0.18	0.42	14.2	89	33.0	14.3	7.6	69.3	4.7	22.1	0.25	1.10	1.88	20.8	0.02
	30 %	5.76	0.13	0.15	0.12	12.2	61	20.4	23.3	6.0	72.1	4.6	20.7	0.23	1.05	1.85	20.5	0.05
	対 照	5.99	0.09	0.21	0.14	14.9	80	26.7	21.0	4.9	65.8	4.9	22.9	0.25	1.00	2.25	22.2	0.06

注) 水稲跡地の pH は H<sub>2</sub>O 0.1N は 0.1N HCl 浸出, 全量は硝酸-過塩素酸分解 (強酸分解)

第27表 各種作物栽培跡地土壌の化学性と重金属濃度 (昭62年)

(乾土)

項目 區別		pH (KCl)	EC (ms/cm)	T-N (%)	NO <sub>3</sub> -N (mg/100g)	有効態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	置換性塩基(mg/100g)			重 金 属 類 (ppm)								
							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Zn		Cu		Cd		Pb		Hg
										0.1N	全量	0.1N	全量	0.1N	全量	全 量	全 量	
トウモロコシ	60 % 区	4.97	0.31	0.35	6.6	22.9	284	36.7	84.8	16.8	117.0	2.4	48.8	0.45	1.40	24.0	0.12	
	30 % 区	4.64	0.33	0.29	7.5	28.4	199	22.8	76.2	11.9	95.8	2.7	42.2	0.30	1.20	21.2	0.12	
	対 照 区	4.38	0.22	0.25	3.2	38.5	165	22.5	62.7	11.2	82.0	2.8	35.6	0.25	0.80	21.4	0.11	
ラッカセイ	60 % 区	5.28	0.11	0.37	1.5	14.7	303	55.2	114.8	12.5	107.8	1.6	47.6	0.25	1.40	12.8	0.10	
	30 % 区	5.33	0.39	0.29	0.8	18.3	338	58.5	111.8	7.5	93.0	1.2	47.4	0.30	1.60	10.0	0.10	
	対 照 区	4.77	0.12	0.21	0.4	26.6	141	17.5	74.3	6.3	83.2	2.6	40.0	0.20	1.40	4.8	0.07	
ハウレンソウ	60 % 区	4.82	0.23	0.30	3.2	47.6	193	28.5	65.3	24.2	118.8	3.0	44.6	0.45	1.00	1.8	0.14	
	30 % 区	4.64	0.16	0.27	0.5	36.6	135	24.6	51.8	12.0	94.0	2.8	41.6	0.40	1.00	4.8	0.12	
	対 照 区	4.38	0.13	0.22	0.7	66.9	123	19.4	41.3	8.6	73.4	2.6	34.0	0.30	1.00	8.2	0.09	
シュンギク	60 % 区	5.06	0.36	0.36	1.1	39.4	252	37.4	90.8	34.1	147.6	2.5	55.0	0.45	1.20	6.2	0.12	
	30 % 区	4.87	0.17	0.25	0.6	29.3	173	30.7	60.3	10.7	98.8	2.6	45.0	0.35	1.00	7.6	0.10	
	対 照 区	4.42	0.18	0.22	0.2	51.3	126	22.2	50.3	7.0	76.8	2.7	32.6	0.30	0.80	1.8	0.10	
コマツナ	60 % 区	5.07	0.21	0.33	1.4	26.6	242	34.9	82.5	19.6	121.6	2.0	49.2	0.30	1.40	8.8	0.10	
	30 % 区	5.09	0.32	0.30	3.2	22.9	225	41.2	74.7	13.2	105.4	1.5	47.8	0.25	1.40	8.4	0.09	
	対 照 区	4.78	0.28	0.24	3.4	15.6	156	25.8	62.7	6.8	90.2	2.8	44.2	0.25	1.40	6.6	0.10	
水 稲	60 % 区	5.95	0.09	0.23	0.4	21.1	207	40.4	23.2	6.8	64.4	3.2	22.8	0.25	0.80	5.0	0.05	
	30 % 区	5.98	0.10	0.20	0.2	14.7	190	32.2	22.5	7.7	62.6	3.8	22.0	0.25	0.60	3.8	0.04	
	対 照 区	6.09	0.09	0.23	0.3	18.3	228	47.8	23.2	6.7	58.8	3.3	22.0	0.25	1.00	7.8	0.03	

注) 水稲跡地の pH は H<sub>2</sub>O 重金属の 0.1N は 0.1 規定 HCl 浸出, 全量は強酸分解による



その他カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、水銀 (Hg) 等の重金属では汚泥施用と土壌中濃度の関係は明らかではなかった。

以上のように、集排汚泥現物の土壌施用は汚泥の成分濃度を反映し、窒素等の肥料成分及び亜鉛、銅の重金属の土壌中濃度を高める結果となった。

#### 4) 水田における窒素の発現

昭和 61 年に汚泥施用水田土壌から田面水への肥料成分の溶出を検討するため田面水を採取し、NとPについて分析した結果を第 28 表に示した。活着期の 7 月 1 日

第 28 表 活着期の田面水の水質 (7 月 1 日)  
(ppm)

項目	T-N	T-P
60 % 汚泥区	0.83	0.01
30 % 汚泥区	1.11	0.07
対照区	0.76	0.02
(参考) 農業用水	0.21	0.02

時点で田面水中の N 濃度は汚泥施用区で高く、汚泥の無機化による N の放出がうかがわれた。P については明確な傾向はみられなかった。

同じ試験で最高分け時期 (7 月 25 日) の土壌中のアンモニア態窒素濃度を第 29 表に示した。汚泥施用区のアンモニア態窒素濃度は対照区よりも高く、代替率の高いほど高かった。

これらのことから、水田土壌に施用した集排汚泥の窒素は緩効的に発現することがうかがわれた。

第 29 表 最高分け時期の土壌中アンモニア (7 月 25 日)  
(ppm)

項目	NH <sub>4</sub> -N (mg/100g)
60 % 汚泥区	2.2
30 % 汚泥区	1.9
対照区	1.4

## IV 考 察

### 1. 汚泥施用上の問題点

集排汚泥の形状は液状あるいは脱水ケーキである。液状汚泥を散布するのに現状ではバキュームカーを使用せざるを得ない。汚泥の施用量が少ない場合、ほ場に均一に散布するのは難しく、ホースの到達範囲の問題もある。液状汚泥は 95 % 以上の高水分のためロータリー耕が散布直後にできないことも問題点の一つである。更には臭気とイメージ的な問題が難点としてあげられる。混住化した集落ではバキュームカーによる汚泥散布やその臭気は住民の苦情や地域農産物のイメージダウンにつながりかねない。

脱水汚泥 (ケーキ) は多水分の塊状のため放置しても表面の黒変乾燥のみで内部は乾燥しない。塊を乾燥、ある程度の大きさまでの粉碎の過程を経なければ、ほ場への散布に液状汚泥同様作業性の点で問題である。

あくまで受益集落内で集排汚泥を利用しようとするれば堆肥化利用が最善の方法と考えられる。

### 2. 集排汚泥の施用限界

集排汚泥は下水汚泥同様その窒素肥料代替としての効果は十分に認められた。しかし汚泥施用によって土壌中の重金属、とくに亜鉛濃度の上昇が施用の制限要因になる。集排汚泥は再生有機物資材と考えられ、環境庁が定めた土壌の重金属管理基準値<sup>6)</sup>の制限を受ける。この基準は土壌中の亜鉛濃度を指標にしているので、下水汚泥

同様、集排汚泥でも亜鉛の土壌蓄積が農地還元の可否を決める。汚泥現物施用による土壌中の亜鉛の負荷を第 30 表に示した。汚泥の 1 作 10a あたりの施用量は 4 ~ 40 t であった。土壌に入る亜鉛の量は施用量に比例して増大する。栽培跡地土壌の濃度増加 (負荷量) は必ずしも実測値と理論値で一致しないが、施用量の多いトウモロコシで亜鉛濃度の増加が顕著であった。このことから、現物施用により土壌中の亜鉛濃度はとくに多量に施用することで増加するものと考えられる。集排汚泥は窒素としての肥料効果は認められたが、土壌中に亜鉛の蓄積がみられることから、長い年限にわたって多量の施用は難しいと判断される。

農地還元試験に用いた汚泥を施用した場合の、平均的な亜鉛濃度の水田での施用可能年限を試算してみる。作土 15 cm、土壌の仮比重 0.7 とする。水田の土壌中全亜鉛濃度 74 ppm のとき、全亜鉛濃度 71 ppm (現物) の液状汚泥を 5 t / 10a 施用すると有効窒素施用量 2 kg / 10a となり、全亜鉛の負荷量は 3.38 ppm / 10a / 年となる。負荷量の計算には作物による吸収や土壌中での移行は無いものとした。全亜鉛の環境基準値 120 ppm と水田の全亜鉛濃度 74 ppm の差 46 ppm を負荷量で割ると連用可能年限は 13.8 年となる。液状汚泥の年間生産量を 40 t とすると施用水田は一年に 80 a 必要になる。10 年に一度の施用ローテーションをとると、8 ha の水田

あれば138年の農地還元が可能となる。汚泥施用量を少なくすることや水田面積がより以上にあれば、施用可能年限は更に延長する。集落内で汚泥を農地還元するとすれば、集落全体で施用圃場のローテーションが必要となり、施用量が少なくすむ水田での施用が亜鉛の蓄積回避の点で望ましい。

### 3. 集排汚泥の亜鉛濃度

上述の様に亜鉛濃度が汚泥の土壌還元の制限因子である。当初の想定と異なり、集排汚泥中の亜鉛濃度は下水

汚泥と同程度であった。汚泥中の亜鉛は生活雑排水起源の割合が高く<sup>4)</sup>、更に生活雑排水の中で水道水及び食物にその起源は遡及される<sup>1)</sup>。そのため汚泥中の亜鉛濃度を低減することは現行の污水处理システムでは不可能に近い。汚泥中の亜鉛濃度が不変であれば、何らかの処理によって濃度の希釈を図ることが必要となる。集排汚泥の農業利用を考える上で副資材の添加等による堆肥化が最善の方法と考えられる。

第30表 汚泥現物施用による土壌中亜鉛の負荷

項目 作物(年度)	汚泥施用量 (t/10a)	汚泥中 Zn 濃度 (ppm)	施用 Zn 量 (g/10a)	Zn 負荷量 (理論値) (ppm)	同 左 (実測値) (ppm)	汚泥施用区と 無施用区の差 (ppm)
トウモロコシ						
61年	35.7	50.3	1,796	16.2	22.5	26.6
62年	35.7	70.9	2,531	24.1	12.2	35.0
63年	40.0	29.2	1,168	11.1	33.8	47.8
ホウレンソウ						
61年	23.7	85.8	2,033	19.1	22.4	51.2
62年	21.4	64.2	1,374	13.1	1.8	45.4
水 稲						
61年	8.0	50.3	402	3.8	—	3.5
62年	4.0	70.9	284	2.7	—	5.6
63年	6.0	29.2	175	1.7	2.1	3.6

注) 現地試験(下館市)の結果。—: 作付前の値>作付後の値

## V 摘 要

近年増加している農業集落排水処理施設に発生する汚泥の農業利用を検討するため、各種施設の汚泥の内容成分の比較調査と、汚泥の現物施用による栽培試験を実施した。得られた主な結果は以下のとおりである。

1. 液状汚泥の水分は約97%、脱水汚泥では約87%と10%の差があったものの、乾物あたりの成分は全窒素で4~8%、リン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)5~6%、カリ(K<sub>2</sub>O)60~290ppm、亜鉛500~2,000ppm、銅200~600ppm、カドミウム1.7~4.2ppmと下水汚泥と同程度の濃度であった。
2. 各種作物に汚泥窒素を化学肥料代替として施用し生育収量を検討した結果、水稻、トウモロコシ、サトイモ、葉菜類(ホウレンソウ、シュンギク、コマツナ)

果菜類(ナス、トマト)はいずれも化学肥料代替性が認められたが、落花生では収量は低下した。

3. 汚泥施用により落花生を除く各種作物の作物体成分濃度は、肥料成分及び重金属で高まり成分吸収量も増加した。
4. 汚泥の土壌施用は汚泥中の成分を反映し、土壌中の肥料成分(窒素、リン酸、置換性塩基)及び重金属(亜鉛、銅)濃度を高める。この傾向は施用量の多い畑で顕著であり、施用量の少ない水田では判然としなかった。
5. 水田土壌における汚泥窒素の発現は化学肥料に比べ緩効的であった。

## 引 用 文 献

- 1) 茅野充男 (1992) : 下水汚泥と重金属 再生と利用 : 55 6-12
- 2) 平山 力・桜井鎮男・小林 登 (1987) : 下水汚泥の農業利用に関する研究 第1報 下水汚泥の理化学的特性 茨城農試研報 : 27 57-65
- 3) 松本英一・平山 力 (1987) : 下水汚泥の農業利用に関する研究 第2報 下水汚泥の畑施用が作物の生育収量に及ぼす影響 茨城農試研報 : 27 67-80
- 4) 矢崎仁也 (1979) : 下水汚泥の重金属 下水汚泥-リサイクルのために- 博友社 67-82
- 5) 汚泥の農用地等還元問題研究会 (1983) : 汚泥の農用地等の還元問題について 1-21
- 6) 環境庁水質保全局長通達 (1984) : 農用地における重金属等の蓄積防止に係る管理基準について
- 7) 下水汚泥資源利用協議会 (1983) : 下水汚泥分析法
- 8) 農林水産省農蚕園芸局農産課編 (1979) : 土壤環境基礎調査における土壤, 水質及び作物体分析法

### Agricultural Utilization of Sludge from Rural Sewage System.

#### Part I Influence on growth and on soil by application of raw-sludge.

Eiichi MATSUMOTO, Tsutomu OYAMADA, Chikara HIRAYAMA

Key word : Rural sewage sludge, sludge, nitrogen, heavy metal, zinc

#### Summary

Number of rural sewage system is increasing now. Rural sewage systems produce sludge as well as public sewage systems. To examine possibility of use of sludge on agricultural fields, investigations are made on contents of various sludge and on growth and yields of various crops by application of raw-sludge. Results can be summarized as follows.

1. Water content of dehydrate-sludge were about 87 %, water contents of liquid-sludge were about 97 %.

Dry content of components were almost in same ranges regardless of water content. Total nitrogen contents ranged 4 ~ 8 %. Contents of  $P_2O_5$  ranged 5 ~ 6 %. Contents of  $K_2O$  ranged 60 ~ 290 ppm. Contents of Zinc ranged 500 ~ 2,000 ppm. Contents of Copper ranged 200 ~ 600 ppm. Contents of Cadmium ranged 1.7 ~ 4.2 ppm.

2. By field cultivation of various crops which include rice, sweetcorn, taro, spinach, capability of sludge nitrogen as substitute for chemical fertilizer was proved.

3. Raw-sludge application increased both concentration of components of crop and quantities of uptake. Components that refer here mean fertilizer & heavy metals.

4. Raw-sludge application increased concentrations of components of fertilizer and heavy metals in post-cultivated soil. This tendency depended on amount of raw-sludge application.

5. As compared with chemical fertilizer, nitrogen in sludge was released more slowly in paddy field.