

茨城農総七
農研研報
Bull.Ibaraki
Agric.Res.Inst
No.6 2002

ISSN 1340-7589

BULLETIN
OF THE
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
IBARAKI AGRICULTURAL CENTER

NO. 6
November 2002

茨城県農業総合センター
農業研究所研究報告

第6号

平成14年11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,311-4203 Japan

茨城県農業総合センター
農業研究所研究報告 第6号

目 次

酒造好適米品種「ひたち錦」の奨励品種採用について

…… 河野 愛子・泉澤 直・中川 悦男・須賀 立夫 …………… 1

大豆準奨励品種「ハタユタカ」について

…… 樫村 英一・林 幹夫・鈴木 耕一・中川 悦男・狩野 幹夫 …………… 9

かんしょの窒素吸肥特性に関わる一考察について

…… 河野 隆・酒井 一・緑川 覚二 …………… 23

河川および水田における水田使用農薬の動態

…… 中村 憲治 …………… 31

施肥管理が窒素溶脱に及ぼす影響

…… 松本 英一 …………… 43

酒造好適米品種「ひたち錦」の奨励品種採用について

河野愛子・泉澤 直・中川悦男・須賀立夫

On the New Recommended Brewers' Rice Cultivar "Hitachinishiki" in Ibaraki Prefecture

Aiko KONO, Tadashi IzUMISAWA, Etsuo NAKAGAWA, Ritsuo SUGA

キーワード：サカマイ、シュゾウコウテキマイ、ショウレイヒンシュ、シンパク、
スイトウ、ソタンパクガンユウリツ、ヒタチニシキ

水稲酒造好適米品種「ひたち錦」は、「美山錦」より短稈で耐倒伏性が強く、多収で品質の優れる晩生の早の品種である。心白発現率は高く、心白は小さく揃いがよい。白米粗タンパク含有率は極めて低い。生物工学研究所が育成した茨城県独自の「ひたち錦」を奨励品種に採用することにより、本県産の酒造好適米品質と清酒品質の向上が期待できる。

I 緒 言

本県は関東で最も酒蔵が多く、約60社の酒蔵会社があり、清酒製造量は岐阜県、高知県などと並ぶ全国17位（平成12年度累計）の酒造県である。しかしながら、県内の酒造好適米の栽培面積は県内需要量の1割程度に相当する約30haであり、極めて少ない。従って、本県の酒造会社の多くは酒造好適米を県外産米に頼っているのが実状である。

近年本県では、生産現場における酒造好適米に対する関心の高まりとともに、1996年に酒造好適米としては初めて「美山錦」を認定品種に採用した。「美山錦」は県内で作付されている酒造好適米のうち最も栽培面積が多く、他県でも広く作付されている品種である。しかしながら「美山錦」は、本県では早生で熟期が早いことから雀害を受けやすい。また長稈でやや倒伏しやすいため、

本県産の「美山錦」の玄米品質は十分ではない。

こうした状況のなかで、栽培性に優れ、良品質かつ醸造適性の優れた県独自の酒造好適米品種が実需者と生産者の間から強く望まれていた。

「ひたち錦」は茨城県農業総合センター生物工学研究所において初めて育成された酒造好適米品種である。熟期は晩生で、やや長稈であるが耐倒伏性は強く、栽培適性・醸造適性ともに優れるという特性を備えている。「ひたち錦」の奨励品種採用は茨城県産酒造好適米の品質向上と安定生産、および県の清酒評価の向上が期待できる。

ここに、「ひたち錦」の特性と採用にいたるまでの試験成績の概要について報告し、本品種の適切な普及のための参考としたい。

II 来歴および系譜

「ひたち錦」は、優良な酒造好適米品種の育成を目標とし、1991年に現茨城県生物工学研究所普通作育種研究室（旧農業試験場育種部）において、「岐系89号」を母、「月の光」を父として人工交配を行い、その後代から育成された酒造好適米品種である。¹⁾

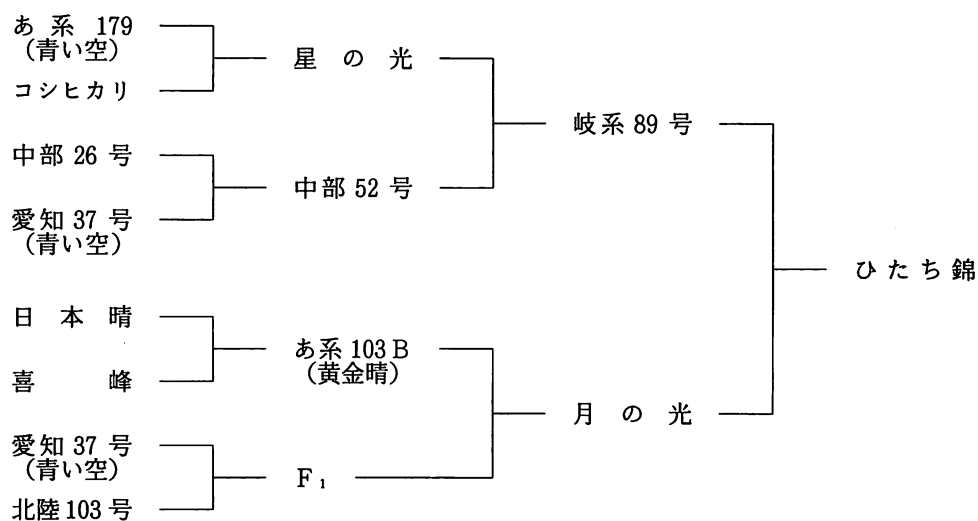
農業研究所作物研究室においては、1998年度に「い系酒50」の育成地番号で県育成水稲系統地域適応性検定試験、1999年度からは「ひたち酒17号」の系統名で

水稲奨励品種決定調査に供試された。その結果、2001年度に茨城県の奨励品種に採用され、「ひたち錦」と命名された。

酒造好適米の育種では、酒造好適米品種を両親または片親として交配する場合が多い。例えば「若水」は「五百万石」²⁾、「出羽燦々（山形酒49号）」は「美山錦」³⁾の血をひいている。なお、「美山錦」は「たかね錦」のガンマー線照射突然変異により育成された品種である⁴⁾。

これに対し、「ひたち錦」は両親とも酒造好適米品種の血を引いていないが、酒造好適米品種としての優れた特

性を十分に備えている。「ひたち錦」の系譜を第1図に示す。



第1図 「ひたち錦」の系譜図

III 試 験 方 法

1 試験年および場所

農業研究所作物研究室（水戸市上国井町，以下作物研究室）では1998年度に「い系酒50」として配布を受け，県育成水稻系統地域適応性試験に供試した。1999年度からは「ひたち酒17号」として配布を受け，水稻奨励品種決定調査に供試した。

現地試験は1999年度には緒川村と茨城町の2か所で，2000年度には緒川村，茨城町，常陸太田市の3か所で

実施した。

2 耕種概要

奨励品種決定調査の耕種概要は第1表のとおりである。所内の栽培管理は県耕種基準に準じて行ったが，薬剤防除は種子消毒と雑草および害虫に対してのみ行い，いもち病や紋枯病などの圃場における病害防除は行わなかった。現地調査の栽培管理は，委託農家の慣行に準じた。

第1表 耕種概要

試験場所 土 壤 条 件	年 度 (年)	移 植 期 (月日)	苗 質	移 植 法	栽 植 密 度 (本/㎡)	施 肥 条 件	施 肥 量 (基肥+追肥 kg/a)			反 復	備 考
							N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
農業研究所 作物研究室 水戸市上国井町	1998	5月6日	稚苗	機械植	22.2	標肥	0.6+0.3	0.6	0.6+0.3	2	県育成系統適応性検定試験
	1999	5月6日	"	"	"	"	"	"	"	3	本調査
	2000	5月8日	"	"	"	"	"	"	"	"	"
表層腐植質多湿黒ボク土	1999	5月6日	稚苗	機械植	22.2	多肥	0.9+0.3	0.9	0.9+0.3	2	本調査
	2000	5月8日	"	"	"	"	"	"	"	"	"
緒川村那賀 細粒灰色低地土灰色系	1999	5月18日	稚苗	手植え	22.2	標肥	0.5+0.2	0.7	0.5+0.2	2	現地調査
	2000	5月19日	"	"	"	"	"	"	"	"	"
茨城県鳥羽田 表層腐植質多湿黒ボク土	1999	5月初旬	稚苗	手植え	22.2	標肥	0.6+0.2	0.6	0.6+0.2	2	現地調査
	2000	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
常陸太田市島町 細粒灰色低地土灰色系	2000	5月9日	稚苗	手植え	22.2	標肥	0.6+0.2	0.6	0.6+0.2	2	現地調査

3 生育および収量調査

生育調査は各区10株測定，収量調査は各区3.3㎡刈取りa当りに換算し，玄米千粒重は玄米20gの粒数より換算，一穂初数および登熟歩合は各区内の生育中庸な3株をサンプリングして測定した。また，病害の被害程度，倒伏の多少は各区について達観調査法により0（無）～5（甚）の6段階評価，玄米外観品質は各区について達観調査により1（上上）～9（下下）の9段階評価した。

4 特性検定試験

心白の大きさは玄米を裁断し，横断面の心白の形状を達観調査法により無～大の4段階評価した。

心白発現率（心白の多少），心白率（心白の大小）は

それぞれ次式により算出した⁵⁾。

$$\text{心白発現率 (\%)} = \text{心白発現粒数} / n \times 100$$

$$\text{心白率 (\%)} = (5 \text{大} + 4 \text{中} + 2 \text{小}) / 5n \times 100$$

(n: 調査粒数 大, 中, 小: 心白の大きさ)

白米粗タンパク含有率はサタケ汎用食味計で測定した。白米は白度が玄米白度に20.0 ± 0.5を加えた値（精米歩合約90%）になるまで精米し，粉碎したサンプルを用いた。

穂発芽性は成熟期に採取した穂をごく浅く水を入れた容器に並べ一晩浸漬し，さらに25℃で72時間インキュベートした後の稔実粒中の発芽粒率から判定した。

IV 試 験 結 果

1 試験期間の気象と水稻一般の生育経過概要

1998年：栽培期間を通して全般に少照で，登熟期間は台風や降雨の影響を受けた。そのため，穂数・一穂初数は平年より少なく，籾への養分蓄積は進まなかったことから千粒重は平年より軽かった。県作況指数は94で「不良」だった。

1999年：栽培期間を通して全般に高温であったが，降水量・日照時間はほぼ平年並みであった。収量は平年並みであったが，収量構成要素では特に登熟歩合が低かった。県作況指数は104で「やや良」だった。

2000年：栽培期間を通して全般に好天であったため生育は順調に進み，出穂期・成熟期は平年より約1週間早まった。県の10a当り平均収量は532kgと過去最高で，県作況指数は107の「良」であった。

2 特性の概要

1) 熟期

「ひたち錦」の出穂期・成熟期を第3表に示した。早生の「美山錦」より2週間程度，中生の「コシヒカリ」より1週間程度遅い。これは「若水」に近く，本県では「晩生の早」の熟期に属する。

2) 形態的特性

「ひたち錦」の稈長は「美山錦」より6～8cm程度短く，「若水」より4～6cm程度長く，草姿は立型である。稈質は「美山錦」よりやや優り，稈の太さはやや太，剛柔性はやや剛で，耐倒伏性は優れる。穂長は「美山錦」，「若水」より長い，粒着はやや粗であり，一穂初数は「美山錦」より少なく，「若水」とほぼ同等である。穂数は「美山錦」と同じかわずかに多いが，「若水」よりわずかに少ない。草型は偏穂重型である。

「ひたち錦」には短い芒が稀にあり，ふ先色は黄白である。脱粒性は難である（第2表，第3表）。

第2表 ひたち錦の形態的特性

品 種 名	草型	稈		芒		ふ先色	粒着密度	脱粒性	玄 米	
		細 太	剛 柔	多 少	長 短				形 状	大 小
ひ ち ち 錦	偏穂重	やや太	やや剛	稀	短	黄 白	やや粗	難	中	大
美 山 錦	穂重	やや太	中	稀	短	黄 白	やや密	難	中	大
若 水	偏穂重	やや太	やや剛	稀	短	黄 白	やや密	難	中	大
山 田 錦	中間	中	中	無	—	黄 白	中	やや易	中	大
コシヒカリ (参考)	中間	中	柔～中	稀	短	黄 白	中～密	難	中	中

3) 収量性
 「ひたち錦」の収量は標肥・多肥栽培ともに「美山錦」
 「若水」より多い。
 また、基肥窒素を多肥にすることで、収量はやや増加

するが、その一方で多肥にすると千粒重が軽くなり、玄
 米品質が下がる(第3表)。このことから、酒造好適米
 の高品質・安定栽培を行うに当たっては、品質を重視し
 た肥培管理に努める必要がある。

第3表 生育・収量調査および特性調査結果(作物研究室:水戸市)

品種名	年 度 (年)	施 肥 条 件	出 穂 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	玄 米 重 (kg/a)	同 左 比 率 (%)	千 粒 重 (g)	一 穂 粒 数 (粒)	登 熟 穂 合 率 (%)	倒 伏 程 度	病害の程度			玄 米 品 質	白米粗 タンパク 含有率 (%)
														葉 い も ち	穂 い も ち	紋 枯 病		
ひたち錦	1998	標肥	8月8日	9月16日	85	20.6	345	60.5	105	25.4	-	-	0.0	2.0	1.0	2.0	4.0	6.8
	1999	"	8月3日	9月7日	81	21.1	349	59.1	99	26.1	74	93	0.0	1.5	1.0	2.0	4.0	6.4
	2000	"	8月2日	9月14日	84	20.8	349	73.8	108	25.4	85	90	0.0	0.7	0.5	2.5	4.3	5.7
	平均		8月4日	9月12日	83	20.8	348	64.5	104	25.6	79	92	0.0	1.4	0.8	2.2	4.1	6.3
	1999	多肥	8月5日	9月9日	88	20.8	396	62.6	94	24.9	79	92	0.0	1.0	1.0	1.5	4.5	-
	2000	"	8月1日	9月14日	83	21.2	342	75.2	120	25.3	75	93	0.0	1.3	1.0	2.5	4.5	5.7
平均		8月3日	9月11日	86	21.0	369	68.9	106	25.1	77	92	0.0	1.2	1.0	2.0	4.5	5.7	
美山錦	1998	標肥	7月24日	9月1日	89	18.5	327	57.8	100	24.9	-	-	0.0	2.0	3.0	2.0	5.3	7.3
	1999	"	7月22日	8月30日	87	19.1	334	59.6	100	23.7	82	90	1.0	1.0	1.0	3.0	5.5	7.4
	2000	"	7月18日	8月26日	92	19.9	345	68.5	100	23.9	92	69	0.5	1.3	1.8	2.8	5.3	6.6
	平均		7月21日	8月29日	89	19.2	335	62.0	100	24.2	87	80	0.5	1.4	1.9	2.6	5.4	7.1
	1999	多肥	7月22日	8月31日	92	19.0	371	66.6	100	22.9	89	88	1.0	1.0	1.0	2.5	5.8	-
	2000	"	7月19日	8月27日	97	19.7	380	62.8	100	22.6	100	47	0.3	1.0	2.5	2.0	5.8	7.1
平均		7月20日	8月29日	94	19.3	376	64.7	100	22.8	95	68	0.7	1.0	1.8	2.3	5.8	7.1	
若水	1999	標肥	8月3日	9月7日	77	20.0	342	55.6	93	27.1	73	90	0.0	1.5	1.5	2.0	6.0	7.5
	2000	"	8月2日	9月13日	77	20.6	371	68.8	100	26.1	76	86	0.0	1.2	1.5	3.0	5.8	6.5
	平均		8月2日	9月10日	77	20.3	357	62.2	97	26.6	75	88	0.0	1.3	1.5	2.5	5.9	7.0
	1999	多肥	8月5日	9月8日	83	19.8	402	57.1	86	25.9	70	86	0.0	1.0	2.0	2.0	6.0	-
	2000	"	8月2日	9月14日	81	20.6	404	67.0	107	25.1	77	69	0.0	2.0	2.0	2.5	5.8	6.6
	平均		8月3日	9月11日	82	20.2	403	62.1	96	25.5	74	78	0.0	1.5	2.0	2.3	5.9	6.6

第4表 生育・収量調査および特性調査結果(現地:緒川村)

品種名	年 度 (年)	施 肥 条 件	出 穂 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	玄 米 重 (kg/a)	同 左 比 率 (%)	千 粒 重 (g)	一 穂 粒 数 (粒)	登 熟 穂 合 率 (%)	倒 伏 程 度	病害の程度			玄 米 品 質	白米粗 タンパク 含有率 (%)
														葉 い も ち	穂 い も ち	紋 枯 病		
ひたち錦	1999	標肥	-	-	95	19.4	411	53.3	81	24.4	-	-	-	-	-	-	5.0	-
	2000	"	-	-	89	18.8	349	66.8	99	24.1	78	92	0.0	-	0.0	1.5	4.8	6.4
	平均		-	-	92	19.1	379	60.0	90	24.2	78	92	0.0	-	0.0	1.5	4.9	6.4
美山錦	1999	標肥	-	-	96	20.0	332	65.6	100	23.3	-	-	-	-	-	-	5.5	-
	2000	"	-	-	97	20.5	302	67.2	100	23.1	112	82	2.8	-	1.5	2.0	5.0	6.8
	平均		-	-	96	20.2	317	66.4	100	23.2	112	82	2.8	-	1.5	2.0	5.3	6.8

第5表 生育・収量調査および特性調査結果(現地:茨城町)

品種名	年 度 (年)	施 肥 条 件	出 穂 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	玄 米 重 (kg/a)	同 左 比 率 (%)	千 粒 重 (g)	一 穂 粒 数 (粒)	登 熟 穂 合 率 (%)	倒 伏 程 度	病害の程度			玄 米 品 質	白米粗 タンパク 含有率 (%)
														葉 い も ち	穂 い も ち	紋 枯 病		
ひたち錦	1999	標肥	8月11日	9月13日	83	16.7	579	56.4	107	21.6	-	-	-	-	-	-	6.5	-
	2000	"	8月10日	9月13日	100	20.2	496	63.4	105	22.5	79	73	0.0	-	0.0	1.0	5.5	6.8
	平均		8月10日	9月13日	91	18.5	538	59.9	106	22.1	79	73	0.0	-	0.0	1.0	6.0	6.8
美山錦	1999	標肥	7月25日	8月26日	93	18.5	523	52.8	100	21.3	-	-	-	-	-	-	6.0	-
	2000	"	7月21日	8月23日	104	19.4	503	60.1	100	21.1	82	61	3.8	-	0.8	2.0	6.0	7.9
	平均		7月23日	8月24日	99	19.0	513	56.5	100	21.2	82	61	3.8	-	0.8	2.0	6.0	7.9

酒造好適米品種「ひたち錦」の奨励品種採用について

第6表 生育・収量調査および特性調査結果（現地：常陸太田市）

品種名	年 度 (年)	施 肥 条 件	出 穂 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	玄 米 重 (kg/a)	同 左 比 率 (%)	千 粒 重 (g)	一 穂 粒 数 (粒)	登 熟 率 (%)	倒 伏 程 度	病害の程度			玄 米 品 質	白米粗 タンパク 含有率 (%)
														葉 い も ち	穂 い も ち	紋 枯 病		
ひたち錦	2000	標肥	-	-	90	19.7	453	85.3	131	25.3	74	91	0.0	-	1.0	1.0	5.0	6.2
美山錦	1999	標肥	-	-	94	18.8	380	65.2	100	23.3	78	78	0.0	-	1.0	1.0	5.0	7.0

4) 玄米特性および白米粗タンパク含有率

酒造好適米の千粒重は重いことが望まれる。「ひたち錦」の千粒重は「美山錦」より1.4g重く、「若水」より0.8g軽い。

「ひたち錦」の粒厚分布は「美山錦」とほぼ同じであり、2.1mm以上が約80%を占めた。(第7表)。

第7表 玄米の粒厚分布

品種名	粒厚分布(重量%)				
	1.8<	1.9<	2.0<	2.1<	2.2<
ひたち錦	1.2	4.4	14.0	48.9	31.5
美山錦	1.3	4.9	15.6	47.9	30.3

注) 玄米サンプル100gを5分間段ぶるいにかけて。2反復。「2.0<」は2.0mm以上2.1mm未満の厚さを示す。

酒造好適米の心白は、吸水時に亀裂を生じ、麹菌がはげ込み、吸水性、蒸し米の膨潤性などに好影響を与えることから、高い発現率が求められる。しかし心白が大きすぎると、吟醸酒などで精米歩合を高めた時に米が砕けやすいため、大きさは小さいほうが好まれる。

「ひたち錦」の心白発現率は「美山錦」より高く、

「若水」とほぼ同等であり、92%であった。心白の大きさは「ひたち錦」は小～中、「美山錦」は無～中、「若水」は小～大のものが多く、「ひたち錦」の心白は小さく揃いが良い(第8表)。

酒造好適米の米粒のタンパク質含有率は、白米吸水性や蒸米消化性と負の相関関係にあり、高いと濁りや雑味などの酒質や貯蔵性に影響する。このため低い方が望まれる。「ひたち錦」の白米粗タンパク含有率は6.3%であり、「美山錦」、「若水」より0.8～0.9%少なかった。

以上より、「ひたち錦」の玄米品質は「美山錦」、「若水」より明らかに優れると考えられる。

5) 病害・障害抵抗性

「ひたち錦」の圃場における葉いもちの発生は、「美山錦」と同じで少ないが、「若水」は同程度～やや多かった。穂いもちの発生は「美山錦」、「若水」より明らかに少なかった(第3～6表)。なお育成によれば、「ひたち錦」は真性抵抗遺伝子Pi-aをもつと推定される。

紋枯病の発生は3品種とも大差はなかったが、現地では「ひたち錦」が「美山錦」よりもやや少なかった。白葉枯病は所内圃場では見られず、一部の現地圃場において「美山錦」で見られたが、「ひたち錦」では見られな

第8表 心白の発生程度

品種名	年 度 (年)	施 肥 条 件	心 白 発 現 率 (%)	心 白 率 (%)	心白の大きさ(%)			
					大	中	小	無
ひたち錦	1998	標肥	81	44	7	19	55	19
	1999	"	97	54	15	15	67	3
	2000	"	99	67	7	55	36	2
	平均		92	55	10	30	53	8
美山錦	1998	標肥	61	29	3	6	52	39
	1999	"	90	46	2	22	66	10
	2000	"	89	63	19	41	29	11
	平均		80	46	8	23	49	20
若水	1999	標肥	100	55	16	13	71	0
	2000	"	97	78	47	29	22	3
	平均		99	67	31	21	47	2

注) 心白発現率(%) = 心白発現粒数/n × 100
心白率(%) = (5大 + 4中 + 2小) / 5n × 100
(n: 調査粒数 大, 中, 小: 心白の大きさ)

かった(第3表～6表)。

縞葉枯病は本県の調査では発生しなかったが、育生地の特性検定試験による縞葉枯病抵抗性は強である。

「ひたち錦」の穂発芽性は「美山錦」、「若水」と同等の難である(第9表)。

第9表 穂発芽性検定

品 種 名	穂発芽粒率 (%)	判 定
ひ たち 錦	0.6	難
美 山 錦	0.3	難
若 水	0.5	難
コシヒカリ(参考)	1.3	難
キヌヒカリ(参考)	19.2	易

注) 1晩(約15時間)浸漬後、25℃で72時間インキュベートした。

6) 現地適応性

現地圃場の「ひたち錦」の収量は所内同様、「美山錦」、「若水」より多い傾向がみられたが、1999年の緒川村の「ひたち錦」は「美山錦」より低収であった。これは移

植期がやや遅く、9月の高温寡照条件の影響を受けたこと、カメムシが晩生品種に集中し食害を受けたことによると考えられる。

また茨城町の「ひたち錦」、「美山錦」では穂数が極めて多い一方で、千粒重が極めて軽く、不稔も多かった。これは、この地域が谷津田で、やや湿田条件であるのに加え、地力が高く、さらには登熟期にカメムシが集中したことによると考えられる。2000年の常陸太田市の早生品種「美山錦」は千粒重が低く、不稔も多く減収したが、これは雀害によるものである。

「ひたち錦」は、熟期が遅いためにカメムシが集中して吸汁することによる収量・品質の低下や穂発芽が懸念される。以上のことから、カメムシの発生が予測される地域では、防除を徹底することが必要である。

7) 醸造特性

1998～1999年に県工業技術センター発酵食品部において、酒造特性試験を実施した結果、「山田錦」に比べて砕米率がやや少なく、蒸米吸収率がやや多く、その他はほぼ同等であり、「ひたち錦」の酒造特性は優れている。

V 適応地域および栽培上の注意

「ひたち錦」の適応地域および栽培上の留意点は以下のとおりである。

1. 適応地域は県下全域とするが、コシヒカリより晩熟のため地域によっては早期落水の恐れがある。そのため、成熟まで十分な用水が確保できる地域で栽培する。
2. 安定栽培と高品質米生産のために、多肥栽培は避ける。
3. 熟期が遅いためカメムシが集中しやすい。カメムシ

により収量・品質の低下や穂発芽が発生するので、発生が予測される地域では防除の徹底に努める。

4. 食糧事務所の農産物検査規格によると、醸造用玄米は一般米に比べ等級の数が多い。一般米の一等の上に「特等」「特上」という二つの等級があり、これは一般米の一等よりもさらに厳しい規格となっている。酒造好適米では一般米以上の高品質生産に努める。

VI 摘 要

新奨励品種「ひたち錦」は、茨城県農業総合センター生物工学研究所で1991年に「岐系89号」を母、「月の光」を父として交配し、その後代より育成された酒造好適米品種である。1999年より農業研究所で水稻奨励品種決定調査に供し、2001年に奨励品種に採用され、「ひたち錦」と命名された。

「美山錦」と比較した「ひたち錦」の特性の概要は、以下のとおりである。

1. 出穂期および成熟期は2週間程度遅く、晩生の早である。

2. 稈長は短く、穂長は長く、穂数はわずかに多い。耐倒伏性は強い。
3. 葉いもちの発生は並で、穂いもちは少なく、紋枯病の発生はやや少ない。穂発芽性は難である。
4. 収量は多収である。玄米千粒重は重く、粒厚分布はほぼ同じである。
5. 玄米品質は心白が小さく、心白発現率が高く、揃いが良く、優れる。
6. 白米粗タンパク含有率は明らかに低い。

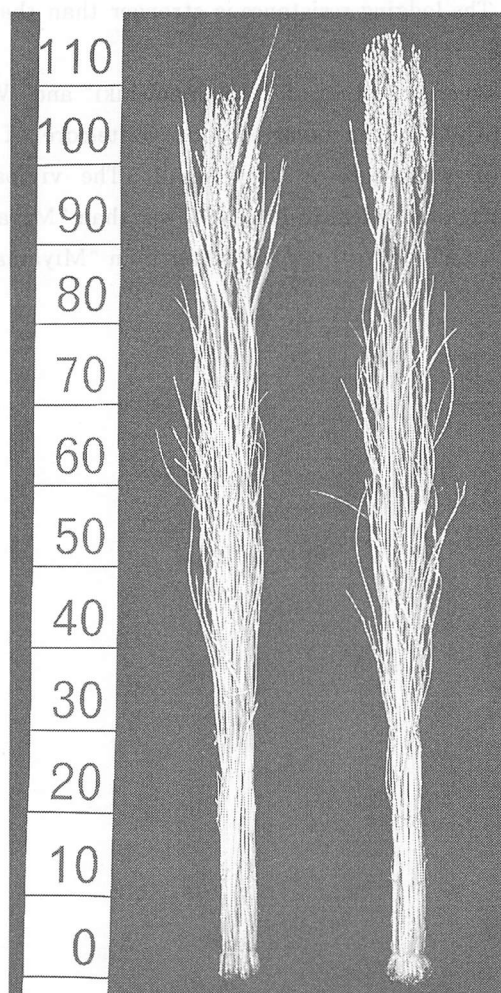
Ⅶ 謝 辞

試験を進めるにあたり、農業研究所庶務課分室の宮崎輝男氏、堀江宏文氏、臼井宏氏には栽培管理、生育調査等にご活躍頂いた。また現地試験では、緒川村の吉田一夫氏、茨城町の小松義行氏、常陸太田市の鹿志村徳一氏

には適切な栽培管理および調査や、品種選定にあたり参考となるご意見を頂いた。以上の方々の他にも、多くの方に大変お世話になったことに対し、感謝の意を表す次第である。

Ⅷ 引 用 文 献

- 1) 須賀 立夫他 (2001) 水稻新品種「ひたち錦」の育成. 茨城県生物工学研究所研究報告. 5 : 41 - 51
- 2) 香村 敏郎他 (1996) 水稻酒米の新品種「若水」の育成. 愛知県農業総合研究所研究報告. 15 : 24 - 34
- 3) 櫻田 博他 (1996) 酒米新品種「山形酒 49 号」の育成. 山形県立農業試験場研究報告. 30 : 1 - 15
- 4) 泉沢 直他 (1999) 水稻新認定品種「美山錦」について. 茨城県農業研究所研究報告. 5 : 27 - 32
- 5) 楠淵欽也監修 (1992) 日本の稲育種. (財)農業技術研究会. : 208 - 222



ひたち錦 (左) と対象品種美山錦 (右)

On the New Recommended Brewers' Rice Cultivar
"Hitachinishiki" in Ibaraki Prefecture

Aiko KONO Tadashi IZUMISAWA Etsuo NAKAGAWA Ritsuo SUGA

key words : Hitachinishiki, Paddy rice, Protein content of white rice, Recommended variety,
Brewers' Rice, Rice for "sake" brewery, White-core

Summary

"Hitachinishiki" is a non-glutinous paddy rice cultivar for "sake" brewery developed at Plant Biotechnology Institute, Ibaraki Agricultural Center. This cultivar is derived from a combination of "Gikei 89" and "Tsukinohikari" crossed in 1991, and released in Ibaraki Prefecture as the recommended cultivar in 2001.

Several important characteristics are as follows. "Hitachinishiki" belongs to late-maturing group in Ibaraki. The heading and maturing stage are 2 weeks later than "Miyamanishiki". The culm length is shorter about 6 to 8 cm than that of "Miyamanishiki". The lodging resistance is stronger than that of "Miyamanishiki". The plant type is a partial panicle-weight type.

Hitachinishiki's yielding ability is superior to that of "Miyamanishiki" and "Wakamizu". The visual grain quality is very superior to "Miyamanishiki". The occurrence of white-core of "Hitachinishiki" is higher than "Miyamanishiki", and the size of white-core is very small. The viviparity is insensible like that of "Miyamanishiki". The crude protein content of milled rice is lower than "Miyamanishiki".

The quality of grain and the characteristics of brew are better than "Miyamanishiki".

大豆準奨励品種「ハタユタカ」について

櫻村英一・林 幹夫¹⁾・鈴木耕一²⁾・中川悦男³⁾・狩野幹夫

On the Semi New Recommended Soybean Variety “Hatayutaka” in Ibaraki Prefecture.

Eiichi KASHIMURA, Mikio HAYASHI, Kouichi SUZUKI, Etuo NAKAGAWA, Mikio KANOU

キーワード：ダイズ、ハタユタカ、タシュウ、ダイズシストセンチュウテイコウセイ、
トウフ、ハシュキ、カブマ、ハシュリョウ

大豆「ハタユタカ」は「タチナガハ」と比較して、熟期は同、粒大はやや小さく、耐倒伏性は劣るが、多収でダイズシストセンチュウに強い。紫斑粒・裂皮粒の発生は並～やや少なく、子実の粗タンパク含量は高く、豆腐食味は優れる。茨城県は1999年度から新たに「ハタユタカ」を準奨励品種に採用した。また、「ハタユタカ」の播種適期は6月10～20日頃であり、畦幅60cmとした場合の株間は20～15cm（播種量：2.6～3.2kg/10a）とし、7月に播種する場合は株間を10cm（播種量：5.3kg/10a）とすることで安定収量が得られる。

I 緒 言

茨城県の大豆の品種別作付割合は小粒品種の「納豆小粒」が約50%、大粒品種の「タチナガハ」¹⁾が約45%、その他の品種が約5%である。「納豆小粒」は県北地域の畑を中心に、「タチナガハ」は主に県内全域の転換畑に作付されている。本県の大豆作の位置付けとしては畑作地域では輪作作物として、また、新生産調整推進対策においては重要な転作作物となっている。作付け面積は水田利用再編対策の実施に伴い、大豆作が水田へ拡大され、1998年までは緩やかに増加していた（1988年作付け面積：5,670ha）。しかし、転作の多様化、労働力不足等により作付けは徐々に減少し、さらに1994～1996年は転作面積が緩和されたことにより大幅に減少した（1996年作付け面積：3,100ha）が、1997年からは再び水田転作が強化されたため、水田への作付けが再び増加傾向にあり、1999年の作付け面積は4,150haで、うち畑が1,880ha、転換畑が2,270haとなっている²⁾。

このように転作面積の増減に伴い大豆作付け面積は増

減し、なかなか作付けが定着しないのが現状である。

作付けが定着しない理由は作柄が不安定であることや収益性が低い、麦作等に比べ省力化・低コスト化が進んでいない、また、一部にブロックローテーション方式等による輪作体系もみられるが、麦・大豆体系の連作が中心になっており、連作によるシストセンチュウ害や湿害により収量が上がらない等が考えられる。特に、本県の主力大粒品種「タチナガハ」はダイズシストセンチュウに抵抗性がないため、発生圃場では著しく収量が低下し作付けを断念している例もみられる。また、「タチナガハ」は低蛋白が豆腐加工業者等の実需者から指摘されており、これら「タチナガハ」の欠点を補う品種の採用が普及現場や行政等から望まれていた。

「ハタユタカ」は「タチナガハ」と同等以上の収量で、ダイズシストセンチュウ発生圃場においても「タチナガハ」の様に生育不良、収量低下が見られない。また、粒大が「タチナガハ」に比べ小さいことから煮豆には向か

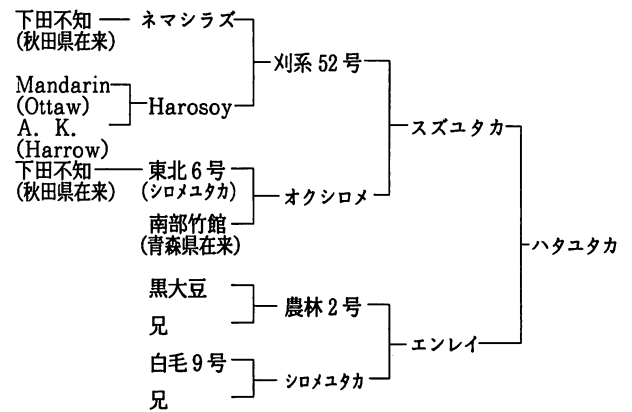
- 1) 現茨城県農業総合センター生物工学研究所
- 2) 現茨城県農業総合センター江戸崎地域農業改良普及センター
- 3) 現茨城県農業総合センター

ないものの、粗タンパク含有率は「タチナガハ」より高く、豆腐加工適性は「タチナガハ」より優れている。このことから、「ハタユタカ」をダイズシストセンチュウ発生圃場用品種として準奨励品種に採用し、本県産大豆

の単収向上及び生産安定を図るため、準奨励品種として採用し普及することになった。この品種の特性並びに簡単な栽培法について、その概要を報告し、関係者の参考に供したい。

II 来 歴

「ハタユタカ」は1986年に東北農業試験場刈和野試験地においてダイズモザイクウイルス抵抗性及びダイズシストセンチュウ抵抗性を有する「スズユタカ」を母親、良質で広域適応性を有する「エンレイ」を父親として人工交配され、以来固定選抜が図られた(第1図)。本県では1995年に「刈系531」として配布を受け、生産力検定予備試験に供試し、翌年、「東北128号」の系統名が付き、奨励品種決定調査で生産力検定試験および現地試験(金砂郷町, 下館市において実施)を行ってきた。1999年に「ハタユタカ」(だいで農林113号)と命名登録された。



第1図

III 試 験 方 法

1. 奨励品種決定調査試験(1995~1998年)

奨励品種決定調査の試験場所・土壌型及び供試年次は第1表に示した。

1) 試験場所・土壌型及び供試年次

第1表 試験場所, 土壌型および供試年次

試験場所	土 壌 型	供 試 年			
		1995	1996	1997	1998
水戸市 (作物研)	表層腐植質黒ボク土	○	○	○	○
竜ヶ崎市 (水田利用研)	中粗粒グライ土		○	○	○
金砂郷町 (農家現地圃場)	表層腐植質黒ボク土		○	○	○
水海道市 (農家現地圃場)	細粒グライ土		○	○	○

2) 耕種概要

各試験場所の耕種概要を第2表に示した。

第2表 耕 種 概 要

試験場所	供試年次	播種期 (月・日)	施 肥 量 (kg/10a)			栽植密度(cm) (畦幅×株間)	区 制
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
水戸市 (作物研)	1995	6. 22	3	10	10	60×20	2
	1996	6. 17	3	10	10	60×20	2
	1997	6. 15	3	10	10	60×20	2
	1998	6. 15	3	10	10	60×20	2
竜ヶ崎市 (水田利用研)	1997	6. 26	3	12	12	60×15	2
	1998	6. 24	3	12	12	60×15	2
金砂郷町 (農家現地圃場)	1996	7. 4	3	10	10	60×20	2
	1997	7. 4	3	10	10	60×20	2
	1998	6. 24	3	10	10	60×15	2
水海道市 (農家現地圃場)	1998	7. 3	3	10	10	60×15	2

2 現地大規模栽培試験 (1998年)

江戸崎・下館・岩井普及センター、県経済連の協力を得、県内3地域(新利根町・三和町・協和町)に20a規模の現地試作試験圃を設置した。耕種は現地農家慣行で行い、比較として「タチナガハ」も設置した。

3 ダイズシストセンチュウ抵抗性程度検定試験 (1998年)

「ハタユタカ」をダイズシストセンチュウ発生圃場で栽培し、抵抗性の強弱を明らかにする目的で試験を行った。

1) 試験方法

試験場所は水戸市上国井町農研畑圃場(ダイズシストセンチュウ発生圃場226号)で、供試品種はハタユタカ、感受性品種としてタチナガハ、エンレイ、納豆小粒、中程度抵抗性品種としてズユタカ、高度抵抗性品種として東山93号を供試した。播種期は6月18日、畦幅60cm、株間15cm、1本立とし欠株は補植した。施肥はa当たり窒素、リン酸、カリで0.3, 1.0, 1.0kg施用した。なお、病害虫防除は県耕種基準に基づき行った。

4 「ハタユタカ」の適播種期・適栽植密度解明試験 (1998, 1999年)

「ハタユタカ」の適播種期と適栽植密度を明らかにするため検討を行った。

1) 試験方法

1998年: 試験場所は水戸市上国井町農研畑圃場(表層腐植質黒ボク土)で行った。試験区は播種時期を6月9日, 6月19日, 6月30日, 7月10日の4水準、株間を20cm, 15cm, 10cmの3水準(ただし, 6月9日のみ株間を25cm, 20cm, 15cmとした)2区制で行った。なお、畦幅はすべて60cmの1本立とし欠株は補植した。a当たり窒素, リン酸, カリで0.3, 1.0, 1.0kg施用した。なお、病害虫防除は県耕種基準に基づき行った。

1999年: 試験場所は水戸市上国井町農研水田圃場(表層腐植質多湿黒ボク土)で行った。試験区は播種時期を6月10日, 6月21日, 7月2日, 7月15日の4水準、株間を20cm, 15cm, 10cmの3水準(ただし, 6月9日のみ株間を25cm, 20cm, 15cmとした)2区制で行った。なお、畦幅はすべて60cmの1本立とし欠株は補植した。a当たり窒素, リン酸, カリで0.3, 1.0, 1.0kg施用した。なお、病害虫防除は県耕種基準に基づき行った。

IV 試験結果

1. 試験期間の気象と一般栽培での生育経過概要

1995年: 播種期の6月中旬に降雨が多く、このため播種が遅れたが、出芽・苗立ちは良好であった。播種期以降も低温少照多雨で経過し、初期生育は軟弱徒長気味であったが、梅雨明け以降の高温多照に恵まれて、生育は平年に比べやや劣る程度に回復した。開花期はタチナガハで2日、納豆小粒で1日遅れた。しかし、成熟期は3~4日早まったため、成熟日数は短くなった。主茎長はタチナガハで平年よりやや短く、納豆小粒は平年並であった。分枝数はタチナガハ・納豆小粒ともほぼ平年並だった。平年に比べ莢数はタチナガハ、納豆小粒とも10%程度増加したが、百粒重がやや低下したため、子実重はタチナガハで平年比93%、納豆小粒で92%とやや低収であった。なお、本県の大豆作況指数は「102」やや良のであった。

1996年: 出芽・苗立ちは良好で、初期生育は乾燥、日照不足から主茎長は短く、分枝数が少ないなど生育は遅れ気味であった。梅雨明け以降の高温多照に恵まれて生育は平年に比べやや劣る程度に回復した。開花

期はタチナガハ、納豆小粒とも平年より5日遅れた。しかし、梅雨明け後の高温・多照により成熟期はタチナガハが2日、納豆小粒は6日早まったため成熟日数は短くなった。主茎長はタチナガハではほぼ平年並であったが、納豆小粒では平年よりやや短かった。莢数はタチナガハで10%程度増加したが、納豆小粒では10%程度減少した。子実重はタチナガハで平年比101%と平年並であったが、納豆小粒で94%とやや低収になった。なお、本県の大豆作況指数は「109」の良であった。

1997年: 播種直後に台風による大量の降雨があり、出芽はやや遅れた。その後高温多照に恵まれ、初期生育は順調であった。梅雨明け後も高温多照に恵まれ、開花期はタチナガハが平年より3日早く、納豆小粒は平年並であった。成熟期はタチナガハ2日、納豆小粒が4日早まったため、生育日数は3~5日短くなった。主茎長はタチナガハでやや長く、納豆小粒は平年並であった。平年に比べ莢数はタチナガハ・納豆小粒とも30%程度増加し、百粒重も15%程度重かった。このた

め、子実重はタチナガハで平年比141%、納豆小粒で134%と多収になった。なお、本年の大豆作況指数は「123」の良であった。

1998年：播種前の降水量は平年より多かったが、出芽は良好であった。播種後は比較的高温で経過したため、地上部の生育は平年を上回っていた。開花期はタチナガハが平年より2日早く、納豆小粒が平年より2日遅れた。生育日数は納豆小粒はほぼ平年並であったが、タチナガハは成熟期が早まったため、7日短くなった。主茎長はタチナガハは平年並であったが、納豆小粒は平年より長くなった。両品種とも主茎節数はほぼ平年並みであったが、分枝数は平年よりかなり少なく、茎の太さも平年よりやや細くなった。分枝数が少なかったことと、8月の日照時間が平年の約半分であったため結莢率が低下し、莢数はタチナガハが約25%、納豆小粒が約35%平年より少なくなった。さらに、9月の台風5号により落葉が早まったことで、百粒重はタチナガハ・納豆小粒とも平年に比べ23%軽くなった。莢数の減少、百粒重の低下により収量（子実重）は平年対比でタチナガハが57%、納豆小粒は51%となった。なお、本年の大豆の作況指数は85の「不良」であった。

1999年：本年は大豆生育期間全般にわたり高温・多照傾向であった。出芽は良好で、初期生育も順調であった。7月は高温傾向であったため、生育は平年に比べ良く、開花期はタチナガハで3日、納豆小粒で5日早まった。降水量は8～10月は平年に比べ2～3割少なく干ばつ傾向であった。10月に入っても高温傾向は続いた。このため黄葉及び落葉が進まず、成熟期はタチナガハで4日、納豆小粒で10日平年より遅れた。病害虫ではハヤケ病の発生が、ハスモンヨトウによる葉の食害が多かった。開花期は早まったが登熟日数が長くなったため、生育日数はタチナガハで4日、納豆小粒で7日長くなった。主茎長は平年よりやや長く、主茎節数・分枝数は平年並～やや多く、茎の太さはほぼ平年並であった。莢数は平年より多く、これは高温により開花数が多かったためと推定された。百粒重はタチナガハは平年よりやや重く、納豆小粒はやや軽くなった。莢数増加の割には百粒重の低下が少なかったため、

収量は平年対比でタチナガハが16%増、納豆小粒が7%増となった。なお、本県の大豆作況指数は103の「やや良」であった。

2 品種の特性

第3表に育成地での特性概要^{3) 4)}、第4～7表に奨励品種決定調査試験（現地試験を含む）、第8表に現地大規模栽培試験の生育・収量・品質のデータを示した。

1) 形態的・生態的特性

胚軸および花の色は紫で、小葉の形は円葉、毛茸色は白である。主茎長は「タチナガハ」、「エンレイ」より長く、主茎節数・分枝数・稔実莢数は「タチナガハ」、「エンレイ」より多い。生育は「タチナガハ」、「エンレイ」より旺盛である（写真1）。しかし、最下着莢高は「タチナガハ」、「エンレイ」より低い。

水戸での4カ年平均の開花期は「タチナガハ」、「エンレイ」より3日遅く、成熟期は「エンレイ」より8日、「タチナガハ」より3日遅かった。竜ヶ崎での2カ年平均の開花期は「タチナガハ」、「エンレイ」より1日遅く、成熟期は「エンレイ」より2日遅かったが、「タチナガハ」より2日早まった。このことから、「ハタユタカ」の熟期は「タチナガハ」と同程度からやや遅く、本県では中生品種に属すると推定される。

2) 耐倒伏性・収量性

倒伏程度は水戸では「タチナガハ」より大きく、「エンレイ」より小さかった。竜ヶ崎では「タチナガハ」より大きく、「エンレイ」とほぼ同程度であった。現地試験においても倒伏程度は「タチナガハ」並からやや劣っていた。このことから、耐倒伏性は「エンレイ」よりやや強いが、「タチナガハ」に比べると劣ると推定される。

子実重は「タチナガハ」対比で水戸（4カ年平均）で115%、竜ヶ崎（2カ年平均）で146%、金砂郷（3カ年平均）で104%、下館（以下1998年のみ）で122%、新利根で118%、三和で141%、協和で101%であった。このことから、収量性は「タチナガハ」同等以上と推定される。

第3表 特性の概要（育成地）

品 種 名	花 色	主 茎 長	粒 の			成 熟 期	耐 病 虫 性			子実成分		備 考	
			大 小	種皮色	形		ウイ ルス	セ ン チュウ	立 枯	紫 斑	蛋 白		脂 肪
ハタユタカ	紫	長	中の大	黄白	扁楕円	中の晩	中	強	中	やや弱	中	中	耐シストセンチュウ

大豆準奨励品種「ハタユタカ」について

第4表 生育・収量・品質（水戸・作物研究室）

品 種 名	試 験 年 次	開 花 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	倒* 伏 程 度	主 茎 長 (cm)	最 下 着 莢 高 (cm)	主 茎 節 数	分 枝 数 (本/株)	稔 実 莢 数 (莢/株)	全 重 (kg/a)	子 実 重 (kg/a)	同 左 標 比 (%)	百 粒 重 (g)	品 質***	紫 斑**	裂 皮*
ハタユタカ	1995	8.6	10.16	2	59	9.9	13.0	8.2	94	65.0	35.7	124	26.7	6	2	0
	1996	8.8	10.22	3	62	10.5	14.3	6.8	93	77.1	42.3	97	31.2	4	2	0
	1997	8.4	10.14	1	62	—	15.3	9.9	—	80.4	42.0	100	31.0	4	1	0
	1998	8.1	10.17	1	58	14.2	14.5	7.2	73	58.8	30.8	176	29.5	3	2	1
平 均		8.5	10.17	1.8	60	11.5	14.3	8.0	87	70.3	37.7	115	29.6	4.3	1.8	0.3
標) タチナガハ	1995	8.4	10.14	1	44	14.6	12.6	5.8	59	49.5	28.8	100	28.9	4	2	0
	1996	8.5	10.18	1	58	12.6	14.4	5.9	85	75.0	43.5	100	32.1	4	2	0
	1997	7.31	10.15	0	54	—	14.5	7.2	—	81.7	41.9	100	34.2	4	2	1
	1998	7.29	10.9	0	46	16.6	13.8	5.6	45	35.2	17.5	100	24.6	3	2	1
平 均		8.2	10.14	0.5	51	14.6	13.8	6.1	63	60.4	32.9	100	30.0	3.8	2.0	0.5
比) エンレイ	1995	8.4	10.7	2	54	12.3	11.9	7.4	78	56.4	32.1	111	25.8	6	5	0
	1996	8.5	10.13	3	59	11.5	13.9	5.6	93	73.8	42.0	97	31.5	5	4	0
	1997	7.31	10.8	3	59	—	15.2	7.7	—	70.7	37.4	89	29.4	4	2	1
	1998	7.29	10.8	3	50	15.5	13.6	6.3	61	47.5	24.3	139	28.3	7	5	1
平 均		8.2	10.9	2.8	56	13.1	13.7	6.8	77	62.1	34.0	103	28.8	5.5	4.0	0.5

*0～5の6段階評価（無=0，微=1，少=2，中=3，多=4，甚=5）

**上上～下の7段階評価（上上=1，上中=2，上下=3，中上=4，中中=5，中下=6，下=7）

注) 1. 普通畑

2. 播種期：平成7年6月22日，8年6月17日，9年6月15日，10年6月15日

3. 栽植密度：8.3株/m²（60cm×20cm）1本立4. 施肥量（kg/a）：N-P₂O₅-K₂O：0.3-1.0-1.0

第5表 生育・収量・品質（竜ヶ崎・水田利用研究室）

品 種 名	試 験 年 次	開 花 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	倒* 伏 程 度	主 茎 長 (cm)	最 下 着 莢 高 (cm)	主 茎 節 数	分 枝 数 (本/株)	稔 実 莢 数 (莢/株)	全 重 (kg/a)	子 実 重 (kg/a)	同 左 標 比 (%)	百 粒 重 (g)	品 質***	紫 斑**	裂 皮*
ハタユタカ	1997	8.12	10.24	0	46	6.6	13.4	7.3	79	67.1	40.2	142	33.5	5	1	1
	1998	8.10	10.25	3	73	9.6	14.9	6.7	71	75.4	38.1	151	32.3	4	1	0
平 均		8.11	10.25	1.5	60	8.1	14.1	7.0	75	71.3	39.2	146	32.9	4.5	1.0	0.5
標) タチナガハ	1997	8.12	10.28	0	41	6.2	13.4	4.7	47	49.8	28.4	100	38.1	5	1	1
	1998	8.7	10.26	1	63	10.6	14.3	4.0	46	54.1	25.3	100	36.5	3	2	1
平 均		8.10	10.27	0.5	52	8.4	13.9	4.4	46	52.0	26.9	100	37.3	4.0	1.5	1.0
比) エンレイ	1997	8.12	10.23	0	41	7.0	13.0	4.8	66	53.5	30.5	107	33.8	5	1	2
	1998	8.8	10.23	3	63	9.3	13.8	5.2	50	54.4	19.6	77	35.2	5	3	1
平 均		8.10	10.23	1.5	52	8.2	13.4	5.0	58	54.0	25.1	93	34.5	5.0	2.0	1.5

*0～5の6段階評価（無=0，微=1，少=2，中=3，多=4，甚=5）

**上上～下の7段階評価（上上=1，上中=2，上下=3，中上=4，中中=5，中下=6，下=7）

注) 1. 転換畑

2. 1996年も試験したが，水害を受けたためデータから除いた。

3. 播種期：平成9年6月26日，10年6月24日

4. 栽植密度：11.1株/m²（60cm×15cm）1本立5. 施肥量（kg/a）：N-P₂O₅-K₂O：0.3-1.2-1.2

第6表 奨決現地試験 (金砂郷町・普通畑)

品 種 名	試験年次 (平成)	主茎長 (cm)	倒 伏* 程 度	全 重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	紫 斑	裂 皮
ハタユタカ	1996	39	—	49.6	29.1	118	31.2	0	1
	1997	56	—	50.9	27.0	101	29.7	0	0
	1998	55	3	38.9	18.6	91	24.0	1	1
平 均		50	3	46.5	24.9	104	28.3	0.3	0.7
タチナガハ	1996	36	—	43.4	24.7	100	37.7	1	1
	1997	56	—	44.8	26.8	100	34.8	0	0
	1998	52	2	38.3	20.4	100	29.7	2	0
平 均		48	2	42.1	24.0	100	34.1	1	0.3

*0～5の6段階評価(無=0, 微=1, 少=2, 中=3, 多=4, 甚=5)

注) 1. 播種期:平成8,9年7月4日,10年6月24日

2. 栽植密度:8.3株/m²(60cm×20cm)1本立

3. その他の耕種概要は農家現地慣行

第7表 奨決現地試験 (下館市・輪換畑)

品 種 名	試験年次 (平成)	主茎長 (cm)	倒 伏* 程 度	全 重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	紫 斑	裂 皮
ハタユタカ	10	43	3	57.5	34.4	122	32.2	1	1
タチナガハ	10	53	3	47.9	28.3	100	35.2	1	1

*0～5の6段階評価(無=0, 微=1, 少=2, 中=3, 多=4, 甚=5)

注) 1. 播種期:7月3日

2. 栽植密度:11.1株/m²(60cm×15cm)1本立

3. その他の耕種概要は農家現地慣行

第8表 大規模栽培現地試験 (1998年)

品 種 名	現地名	主茎長 (cm)	倒 伏* 程 度	全 重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	対標準比 (%)	百粒重 (g)	紫 斑	裂 皮
ハタユタカ	新利根町	71	少	68.0	34.0	118	27.7	0	1
	三和町	73	甚	85.2	39.1	141	35.7	1	1
	協和町	72	少～中	56.0	29.4	101	31.9	1	1
平 均		72	—	69.7	34.2	120	31.8	0.7	1.0
タチナガハ	新利根町	55	微	52.8	29.1	100	28.7	1	3
	三和町	70	多	54.5	27.8	100	32.7	0	1
	協和町	66	少～中	53.4	29.0	100	29.5	1	1
平 均		64	—	53.6	28.6	100	30.3	0.7	1.7

注) 新利根町:輪換畑,栽植密度:ハタユタカ17.4本/m²,タチナガハ12.8本/m²

三和町:輪換畑,栽植密度:ハタユタカ14.8本/m²,タチナガハ14.9本/m²

協和町:輪換畑,栽植密度:ハタユタカ13.8本/m²,タチナガハ17.8本/m²

耕種概要は農家現地慣行

大豆準奨励品種「ハタユタカ」について

3) 粒大・外観品質

百粒重は「タチナガハ」よりやや軽く、「エンレイ」並である。粒形は扁球で、子葉色と臍色は共に黄色、種皮色は黄白である（写真2）。また、粒大の分布（第9表）を見ると金砂郷現地サンプルを除き、篩い目7.3mm以上が約7割を占め⁴⁾、中粒大豆に属するものと推定される。

紫斑粒の発生は「エンレイ」より少なく、「タチナガハ」並、裂皮粒の発生は「エンレイ」「タチナガハ」より少ない。また、外観品質は「エンレイ」より優れ、「タチナガハ」よりやや劣る。

4) ダイズシストセンチュウ抵抗性

ダイズシストセンチュウ抵抗性程度検定試験の結果を第10～11表に示した。

開花期約1カ月後の生体重は「ハタユタカ」が最も重く、生育が旺盛であった。また、シストの着生は「東山93号」には全く見られず、「ハタユタカ」と「スズユタカ」のシストの着生は同程度で、「タチナガハ」と「納豆小粒」は最も多くシストが着生していた。

子実重は「東山93号」と「ハタユタカ」が同程度に高く、続いて「スズユタカ」、「エンレイ」、「納豆小粒」、

第9表 粒大分布（1998年）

産地	品種・系統名	5.5～	6.1～	6.7～	7.3～	7.9mm
		6.1mm	6.7mm	7.3mm	7.9mm	以上
水戸	ハタユタカ	0.1%	2.6	13.3	45.7	38.2
	タチナガハ	0.3	4.4	23.0	39.7	32.5
金砂郷	ハタユタカ	0.6	13.6	46.0	34.2	5.6
	タチナガハ	0.1	2.1	10.0	37.0	50.7
下館	ハタユタカ	1.0	4.7	12.2	35.6	46.5
	タチナガハ	0.3	5.1	5.6	18.0	71.0
新利根	ハタユタカ	0.8	8.0	23.8	47.0	20.5
	タチナガハ	0.1	2.3	9.3	35.4	52.9
三和	ハタユタカ	1.1	4.2	8.8	22.2	63.7
	タチナガハ	0.8	4.2	10.2	19.2	65.7
協和	ハタユタカ	1.2	5.0	16.9	38.9	38.0
	タチナガハ	0.7	3.9	13.0	41.3	41.1

注) それぞれの試験地で得られたサンプルを約200g取り篩によって分けた。

「タチナガハ」の順に低下し本県では最多収品種である「タチナガハ」が最も低収となった。このことから、「ハタユタカ」は「スズユタカ」と同程度の抵抗性があると推定され、中程度抵抗性品種であると判定される。

5) 子実成分

子実成分分析結果を第12～13表に示した。

「ハタユタカ」は水戸で「タチナガハ」より1.4%、

第10表 ダイズシストセンチュウ汚染圃場での生育とシスト着生程度

品系統名	開花期 (月日)	主茎長 (cm)	主茎節数	分枝数 (本/株)	茎の太さ (mm)	莢数 (莢/株)	生体重 (g/株)	10株中のシスト着生程度					指シスト着生数
								無	少	中	多	甚	
ハタユタカ	8.3	52	13.0	5.6	10.5	69.6	224	0	9	1	0	0	27.5
タチナガハ	7.31	43	13.2	2.9	8.0	24.4	76	0	0	4	6	0	65.0
エンレイ	7.31	46	12.7	3.8	8.5	44.2	146	0	4	5	1	0	42.5
納豆小粒	8.11	58	15.3	6.1	8.1	101.2	116	0	0	5	4	1	65.0
スズユタカ	8.4	43	13.1	5.1	9.3	63.4	169	0	10	0	0	0	25.0
東山93号	8.1	41	12.1	3.8	8.3	61.2	170	10	0	0	0	0	0.0

注) 1998年9月4日調査（播種後78日）

第11表 ダイズシストセンチュウ汚染圃場での生育・収量

品系統名	成熟期 (月日)	主茎長 (cm)	主茎節数	分枝数 (本/株)	茎の太さ (mm)	莢数 (莢/株)	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左標比 (%)	百粒重 (g)
ハタユタカ	10.16	50	13.1	4.4	9.2	52	35.3	21.7	381	25.1
タチナガハ	10.9	44	13.6	3.2	8.1	19	13.1	5.7	100	19.6
エンレイ	10.7	42	12.5	3.0	7.7	30	17.9	14.8	260	17.8
納豆小粒	10.18	51	15.8	5.0	7.8	87	21.7	10.3	181	6.6
スズユタカ	10.11	40	13.7	3.9	8.7	54	27.5	16.5	289	18.1
東山93号	10.13	40	12.4	3.1	8.0	55	31.7	22.7	398	18.1

竜ヶ崎で0.6%粗蛋白質含量は高く、1998年現地産のものでは1.5%~3.5%も高かった。しかし、「エンレイ」と比較すると1.5%~2.8%粗蛋白質含量より低かった。このことから、「ハタユタカ」の子実粗タンパク含有率は「タチナガハ」より高く、「エンレイ」より低いと推定される。

第12表 農業研究所奨励品種決定調査圃で得られた子実の成分

調査地 研究室	品種名	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	全糖 (%)
水戸 作物研	ハタユタカ	39.4	19.6	23.2
	タチナガハ	38.0	20.6	22.7
	エンレイ	42.2	19.0	22.1
竜ヶ崎 水利研	ハタユタカ	43.9	20.1	20.9
	タチナガハ	43.3	20.4	20.1
	エンレイ	45.4	19.7	20.9

注) 1. 作物研は平成1997, 1998年産の平均, 水田利用研は1998年産
2. 分析は長野中信農試(近赤外分析)に依頼した。

第13表 現地試験で得られた子実の成分

産地	品種名	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	全糖 (%)
新利根町	ハタユタカ	41.2	20.7	18.9
	タチナガハ	37.7	20.9	19.6
三和町	ハタユタカ	38.4	20.8	18.8
	タチナガハ	36.9	21.2	18.7

注) 1. 1998年産
2. 分析は県工業技術センターに依頼した。

6) 加工適性

A食品工業株式会社(埼玉県)とT食品工業株式会社(青森県)に豆腐加工適性試験を、F株式会社(兵庫県)に煮豆加工適性試験を依頼し(サンプルは1998年三和町及び新利根町産の「ハタユタカ」、「タチナガハ」)、その分析結果を第14~22表に示した。

(1) A食品工業豆腐加工適性試験(第14~16表)

○A食品工業の評価

「ハタユタカ」は豆乳粗蛋白質が低い、その他の分析値も平均的な値であった。破断強度はどの凝固剤でも十分な硬さがでていた。官能評価はコクがあり、しっかりとした食感であった。したがって、「ハタユタカ」は豆腐加工に適した大豆といえる。

「タチナガハ」は豆乳粗蛋白質が低い、その他の分析値も平均的な値であった。破断強度は問題となる値ではないが、「ハタユタカ」より、わずかに柔らかくなる傾向であった。官能評価は甘み、コクとも標準的であった。したがって、「タチナガハ」は食感はやや柔らかめであるが、豆腐加工に適した大豆といえる。

以上から、「ハタユタカ」は「タチナガハ」と比較し、破断強度が高く、味の点でコクが感じられた。

第14表 原料大豆成分(1998年産)

産地	品種	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)
三和町	ハタユタカ	8.7	39.6	19.8	5.2
	タチナガハ	9.2	36.3	20.3	5.4
新利根町	ハタユタカ	7.5	36.9	19.3	5.2
	タチナガハ	7.5	35.2	19.9	5.3
評価基準			34%以上		5%以上

分析: A食品工業株式会社

第15表 豆乳抽出試験

産地	品種	抽出率 (%)	固形分 (%)	粗蛋白質 (%)	粘度 (mPa·s)	色調		
						L	a	b
三和町	ハタユタカ	82.3	9.81	4.13	19.2	79.0	-1.5	10.7
	タチナガハ	81.3	9.76	4.14	22.0	79.3	-1.6	11.4
新利根町	ハタユタカ	79.5	9.89	4.12	17.9	78.4	-1.4	11.0
	タチナガハ	81.4	9.81	4.25	12.5	78.9	-1.5	11.8
評価基準			9.8%以上	4.5%以上	50以下	78以上		

分析: A食品工業株式会社

大豆準奨励品種「ハタユタカ」について

第16表 豆腐加工適性

産地	品 種	GDL		硫酸Ca		塩化Mg	
		破断強度	P H	破断強度	P H	破断強度	P H
三和町	ハタユタカ	91	5.88	100	6.02	73	6.35
	タチナガハ	96	6.00	88	6.10	69	6.44
新利根町	ハタユタカ	95	6.07	99	6.14	79	6.46
	タチナガハ	86	6.06	91	6.25	65	6.48
評価基準		90 g/cm ² 以上		90 g/cm ² 以上		65 g/cm ² 以上	

備考：GDL（グルコノデルタラクトン）、硫酸Ca（硫酸カルシウム）、塩化Mg（塩化マグネシウム）はいずれも凝固剤

分析：A食品工業株式会社

(2) T食品工業豆腐加工適性試験（第17～20表）

○T食品工業の評価

原料大豆については「ハタユタカ」は「タチナガハ」に比べ蛋白含量が高く、比較的高蛋白な大豆である。その他の項目についても「タチナガハ」と同水準で良好である。

「ハタユタカ」の豆乳の回収率は良好で、豆乳性質（豆乳固形分、P H、蛋白濃度、粘度）に大きな差はなく良好である。

豆腐については「ハタユタカ」はP H、色に大きな違いは見られず、ゲル強度は「ハタユタカ」が「タチナガハ」より高いが、豆腐のゲル強度としては全く問題はない。

官能評価は甘みは三和町産の「ハタユタカ」と「タチナガハ」に有意差が見られ、「タチナガハ」の評価は低い。硬さは三和町産、新利根町産の「ハタユタカ」と「タチナガハ」に有意差が見られ、「ハタユタカ」はやや硬い。

今回の試作方法では「ハタユタカ」は豆腐にしたとき「タチナガハ」に比べ滑らかさがやや劣る傾向にあった。ゲル強度がやや高めであったことを考えると、適正凝固剤量がタチナガハよりやや少な目であったと考えられ、凝固剤添加量の調整等の条件設定で改善可能である。

以上、「ハタユタカ」は豆乳、豆腐製造上の加工適性は良好である。

第17表 原料大豆成分

産地	品 種	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	吸水率 (%)	溶出固形分 (%)
三和町	ハタユタカ	12.5	45.0	20.1	120.9	0.83
	タチナガハ	12.9	43.2	20.7	117.8	0.86
新利根町	ハタユタカ	13.7	45.5	20.0	120.5	0.81
	タチナガハ	12.9	42.9	20.3	118.0	0.77
評価基準 (良好)		$X \leq 10.9$	$44.2 \leq X$	—	$118 \leq X$	$X \leq 0.7$

分析：T食品工業株式会社

第18表 豆乳分析

産地	品 種	豆乳収量 (g)	豆乳抽出率 (%)	固形分 (%)	固形分回収率 (%)	蛋白濃度 (%)	蛋白回収率 (%)	P H	豆乳粘度 (C.P)
三和町	ハタユタカ	492.8	74.5	11.6	65.3	5.4	67.6	6.72	33.5
	タチナガハ	490.4	74.1	11.1	62.5	5.2	67.8	6.69	28.5
新利根町	ハタユタカ	495.3	74.9	11.2	64.3	5.4	68.1	6.70	32.5
	タチナガハ	500.3	75.4	11.2	64.3	5.1	68.3	6.72	30.0

分析：T食品工業株式会社

第19表 豆腐分析

産地	品 種	固形分 (%)	PH	ゲル強度 (g/cm ²)	色 調		
					L	a	b
三和町	ハタユタカ	11.6	6.30	100.9	90.8	-3.39	13.2
	タチナガハ	11.1	6.26	82.0	91.5	-3.32	13.4
新利根町	ハタユタカ	11.2	6.35	100.2	91.2	-3.40	13.4
	タチナガハ	11.1	6.30	76.7	91.0	-3.44	13.6

分析：T食品工業株式会社

第20表 官能評価

産地	品 種	色	香り	味				物 性			総合評価
				コク	甘み	渋み	不快味	硬さ	弾力	滑らかさ	
三和町	ハタユタカ	3.6	2.7	2.7	2.9*	2.8	2.5	3.7*	3.2	2.8*	2.7
	タチナガハ	3.5	2.5	2.5	2.4*	2.4	2.1	3.2*	3.3	3.2*	2.3
新利根町	ハタユタカ	3.5	2.8	2.6	2.6	2.6	2.5	3.3*	3.3	2.8*	2.5
	タチナガハ	3.5	2.5	2.8	2.8	2.7	2.4	2.7*	3.1	3.4*	2.6

注) 1. * 5%で有意差あり。

2. 評価基準は1～5までの5段階評価。(色, 香り, 総合評価は1(悪い)～5(良い), コク, 甘み, 弾力は1(ない)～5(ある), 渋み, 不快味は1(ある)～5(ない), 滑らかさは1(ざらつく)～5(滑らか)。数値の大きいものがその評価が高い。)

分析：T食品工業株式会社

(3) F社煮豆加工適性試験(第21～22表)

○F社評価

原料では、粒径が小さい点、皮切れ多い点は難点である。さらに製品には影響はないが細かい褐斑が多数入っている粒が相当数あり、印象は悪い。

製品評価では、「タチナガハ」に比べ粒が小さく、色

が薄暗いため、相対的に評価は悪い。加工、味については特に問題とする点はない。

以上から、ピーカーロットでの試験のため正式な判断はできないが、粒径、不良率の点で「ハタユタカ」は使用不可と判断する。

第21表 原料大豆

品 種	100粒重 (g)	水分 (%)	不良率 (%)			粒 径 (%)					吸水率 (%)
			皮切れ	割れ	虫食い	2.4下	2.4上	2.6上	2.7上	2.8上	
ハタユタカ	29.4	9.84	8.0	1.5	0	8.4	54.6	22.0	14.2	0.8	124.8
タチナガハ	30.6	9.29	0	0	0	2.0	26.6	24.6	35.0	11.8	115.1

※なおハタユタカには細かい褐斑が多数見られた。

分析：F株式会社

第22表 煮豆原料としての評価

項 目		ハ タ ユ タ カ		タ チ ナ ガ ハ	
製造工程	原料不良率加工適性	皮切れ多い (煮豆では気にならないが細かい褐斑多い)	×	特に問題なし	○
	色・見栄え	やや緑がかった薄い黄白色	△	やや赤み強し	○
品 質	粒の大きさ	全体に小粒(原料2.6下60%以上)	×	特に問題なし	○
	硬 さ	特に問題なし	○	特に問題なし	○
	風味・味	特に問題なし	○	特に問題なし	○

○：問題なし △：気になる ×：不可 分析：F株式会社

大豆準奨励品種「ハタユタカ」について

(4) 豆腐食味官能試験 (第23表)

1998年現地産「ハタユタカ」と県内産「タチナガハ」を県内の〇食品株式会社に依頼し、豆腐加工したものをパネラー51名により官能試験を行った。その結果、「ハタユタカ」は「タチナガハ」に比べ、外観、色、臭い、味、テクスチャー（食感や歯ごたえの様なもの）のすべ

ての評価項目で上回り、特に味の点ではコクがありおいしいと言う声が多かった。

以上から、判断すると「ハタユタカ」は「タチナガハ」と同等以上の豆腐加工適性が有り、特に豆腐の味は「タチナガハ」より優れ、粒そのものが生かされる煮豆加工適性については「タチナガハ」より劣ると推定される。

第23表 豆腐食味官能試験結果

品 種	外 観	色	臭 い	味	テクスチャー	総合評価
ハタユタカ	+0.45	+0.59	+0.35	+0.94	+0.82	+0.86
タチナガハ	0	0	0	0	0	0

注) 平成11年1月19日実施, パネラー51名, 〇食品株式会社が加工したものをを用いた。
悪い(-2), やや悪い(-1), 同等(0), やや良い(+1), 良い(+2)の5段階評価

3. 「ハタユタカ」の適播種期・適栽植密度

1998年の播種期及び株間の違いによる生育・収量を第24表に示した。

開花期はいずれの播種期とも株間の違いによる差は認められなかった。また、成熟期は6月19, 30日播種株間10cm区で2~3日遅れた。倒伏程度は6月19日播種株間10cm区が最も大きかったが、収穫上問題となる倒伏ではなかった。いずれの播種期とも、株間が狭くなるほど主茎長は長くなり、最下着莢高は高く、茎の太さは細く、分枝数は少なく、株当たり莢数は少なくなる傾向が見られた。しかし、6月9, 19日播種では㎡当たり莢

数に一定傾向は見られなかったが、6月30日, 7月10日播種では株間が狭くなるほど㎡当たり莢数が増加する傾向が見られた。

子実重は6月9, 19日播種ではいずれの株間でも約29kg/a前後でほぼ同等であった。しかし、6月30日, 7月10日播種では6月9, 19日播種に比べ約5~12kg/a減収した。また、6月30日播種ではいずれの株間も同等の収量であったが、7月10日播種では株間が狭くなるほど増収した。また、いずれの播種期とも株間が狭くなるほど大粒率は高くなる傾向が認められ、特に6月30日播種以降でその傾向が強くなった。また、6月

第24表 播種期及び株間の違いによる生育・収量 (1998年)

播 種 期 (月日)	株 間 (cm)	開 花 期 (月日)	成 熟 期 (月日)	主 茎 傾 斜 角 度 (°)	主 茎 長 (cm)	最 下 着 莢 高 (cm)	茎 の 太 さ (mm)	主 茎 節 数	分 枝 数 (本/株)	莢 数 (莢/株)	莢 数 (莢/㎡)	全 重 (kg/a)	子 実 重 (kg/a)	百 粒 重 (g)	大* 粒 率 (%)
6.9	25	8.1	10.16	5	50	11.2	10.4	14.1	6.5	85	558	53.8	27.6	28.3	30.0
	20	8.1	10.16	5	52	11.6	9.8	14.1	5.8	70	579	57.2	29.4	29.7	43.4
	15	8.1	10.16	5	56	15.8	9.1	13.9	4.8	52	579	59.8	30.3	29.3	44.2
6.19	20	8.5	10.20	13	53	12.4	8.9	13.5	5.0	69	573	58.4	30.9	29.7	43.3
	15	8.5	10.20	13	54	12.9	7.8	13.0	3.8	48	530	54.8	28.6	29.6	44.0
	10	8.5	10.23	18	61	15.7	7.7	12.8	3.5	37	609	60.6	28.9	29.9	45.5
6.30	20	8.12	10.23	0	41	10.0	8.5	11.9	3.7	53	440	39.4	19.8	28.1	24.0
	15	8.12	10.23	0	44	11.8	8.3	12.1	3.9	42	466	41.3	19.9	28.7	26.7
	10	8.12	10.25	0	46	12.7	6.7	11.2	2.6	29	478	40.6	20.2	29.4	31.0
7.10	20	8.18	10.27	5	41	7.4	8.1	11.4	4.6	62	518	33.7	17.0	23.8	3.7
	15	8.18	10.27	4	43	7.3	7.1	10.8	4.4	47	526	40.3	20.9	25.5	9.7
	10	8.18	10.27	4	48	10.4	6.7	11.3	3.7	41	686	47.3	24.2	25.9	13.2

注) ※篩い目7.9mm以上の粒数%

9日播種では株間20cm区・15cm区の大粒率はほぼ同等であったが、25cm区は大きく低下した。6月19日播種ではいずれの株間でも大粒率は同等であった。

1998年の播種期及び株間の違いによる生育・収量を第25表に示した。

開花期・成熟期はいずれの播種期とも株間の違いによる差は認められなかった、いずれの播種期とも株間が狭くなるほど主茎長は長くなり、茎の太さは細くなる傾向であったが倒伏（主茎傾斜角度）はいずれの処理でもみられなかった。また、7月2日播種では株間が狭くなるほど最下着莢高は高まる傾向であったが、他の播種期では一定傾向は見られなかった。いずれの播種期とも㎡当たり莢数は株間が狭くなるほど増加する傾向であったが、百粒重は反対に軽くなる傾向であった。

6月10日播種では株間20cm区が最も多収で大粒率も高かった。6月21日播種区が他の播種区に比べいずれの株間でも40kg/aを超え最も多収であった。また、株間10>15>20cmの順に収量が高かったが、大粒率70%を越えたのは株間20cm区だけであった。7月2、15日播種では株間10cmが最も多収で、大粒率は株間による差は認められなかった。

2カ年の結果から、「ハタユタカ」は7月播種より6月20日頃までの播種が子実重が高く、収量の安定性からみて6月10～20日頃が播種適期であると考えられる。

播種期別の株間（畦間は60cm）は、株間20cmが子実重も高く、百粒重も重いことから6月10日頃の播種では株間20cmとする。6月20日頃の播種ではいずれの株

第25表 播種期及び株間の違いによる生育・収量 (1999年)

播種期 (月日)	株間 (cm)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	主茎傾斜角度 (°)	主茎長 (cm)	最下着莢高 (cm)	茎の太さ (mm)	主茎節数	分枝数 (本/株)	莢数 (莢/株)	莢重 (莢/㎡)	全重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	百粒重 (g)	大* 粒率 (%)
6.10	25	8.1	10.21	0	46	7.2	11.3	13.0	8.5	104	688	69.1	37.7	29.9	70.5
	20	8.1	10.21	0	49	6.7	10.8	13.5	8.5	95	792	74.5	42.6	30.7	81.0
	15	8.1	10.21	0	49	7.4	9.8	13.5	7.3	73	808	72.1	40.8	29.6	74.9
6.21	20	8.5	10.23	0	53	9.2	10.0	13.9	7.1	92	767	72.7	41.8	29.1	73.8
	15	8.5	10.23	0	56	11.0	9.7	13.8	5.4	78	863	76.2	43.4	29.1	68.3
	10	8.5	10.23	0	58	9.3	8.0	13.3	4.3	60	1010	77.4	45.3	28.7	62.4
7.2	20	8.12	10.29	0	40	8.7	9.9	12.1	6.6	80	668	63.7	37.9	31.9	83.0
	15	8.12	10.29	0	44	9.9	9.9	12.2	5.4	65	723	68.4	39.9	31.6	83.7
	10	8.12	10.29	0	46	10.7	7.8	11.1	4.0	50	832	72.0	41.9	31.1	82.4
7.15	20	8.18	11.5	0	36	6.6	8.7	11.6	5.6	80	664	57.9	33.6	32.5	83.3
	15	8.18	11.5	0	40	6.3	8.0	12.4	3.6	68	668	59.5	33.6	32.9	79.2
	10	8.18	11.4	0	43	7.6	7.1	11.3	2.9	50	832	62.1	39.6	32.1	79.2

注) ※篩い目7.9mm以上の粒重%

間でも同等の子実重及び百粒重であるが、株間10cmでは倒伏（主茎傾斜角度）がやや大きくなる傾向がみられ、また、㎡当たり莢数が多くなり、百粒重の低下が懸念されることから、株間は20～15cmがよいと考えられる。6月30日～7月播種では株間10cmが子実重が高く、最下着莢高も高まる傾向が見られることから7月播種では株間を10cmとする。

なお、畦幅60cm、1粒播き、苗立率90%、百粒重29gとして算出した播種期と播種量の関係は第26表のとおりである。

第26表 ハタユタカの播種期と播種量

播種期	株間	10a 当たり播種量
6月10日～ 6月20日	20～15cm	2.6～3.2kg
6月20日～ 6月30日	15～10cm	3.2～5.3kg
7月1日～ 7月10日	10cm	5.3kg

注) 畦幅60cm

大豆準奨励品種「ハタユタカ」について

4 適用地域

県下全域の畑及び転換畑でダイズシストセンチュウが発生している圃場。

5 普及指導上の留意点

1) 倒伏にやや弱いので培土を行う。

2) 最下着莢高が「タチナガハ」より低いので、コンバイン収穫時に泥を混入させない様注意する。

3) 立枯性病害（黒根腐病等）抵抗性でないので連作は避ける。

V 概 要

「ハタユタカ」（スズユタカ×エンレイ）の特性は以下のとおりである。

1. 胚軸および花の色は紫で、小葉の形は円葉、毛茸色は白である。
2. 主茎長は「タチナガハ」、「エンレイ」より長く、主茎節数・分枝数も「タチナガハ」、「エンレイ」より多い。生育量は、「タチナガハ」、「エンレイ」より旺盛である。
3. 開花期は「タチナガハ」、「エンレイ」より1～3日遅く、成熟期はほぼ「タチナガハ」並で、「エンレイ」より3～8日遅い。
4. 耐倒伏性は「タチナガハ」に比べると劣り、「エンレイ」並である。
5. 子実収量は「タチナガハ」、「エンレイ」より多く、多収である。百粒重は「タチナガハ」よりやや軽く、「エンレイ」並である。粒形は扁球で、子葉色と臍色は共に黄色、種皮色は黄白である。
6. 紫斑粒及び裂皮粒の発生は「タチナガハ」並～やや少なく、「エンレイ」より少ない。粒の外観品質は

「タチナガハ」よりやや劣るが、「エンレイ」より優れる。

7. ダイズシストセンチュウ抵抗性は「タチナガハ」、「エンレイ」より強く、「スズユタカ」並である。

8. 子実の粗タンパク含量は「エンレイ」より低いが、「タチナガハ」より高く、豆腐食味は「タチナガハ」より優れる。

9. ハタユタカの播種適期は6月10～20日頃であり、畦幅60cmとした場合の株間は20～15cm（播種量：2.6～3.2kg/10a）とする。また、7月に播種する場合は株間を10cm（播種量：5.3kg/10a）とする。

謝 辞

試験を進めるにあたり、農業研究所庶務課分室の峯島一成氏、武藤久仁夫氏、稲生則子氏には圃場管理や調査等で大変お世話になった。また、現地試験担当農家並びに関係各農業改良普及センター、県農産課職員、県経済連職員にご協力いただき、農業研究所研究員の方々にも種類のアドバイスをいただいた。ここにあわせて感謝の意を表する。

引 用 文 献

- 1) 中川悦男・笠井良雄・木野内和夫・新妻芳弘・石川実（1987）大豆新奨励品種「タチナガハ」について。茨城県農業試験場研究報告第27号：15-28
- 2) 茨城県・社団法人茨城県穀物改良協会（1999）畑作振興対策資料：1-16
- 3) 農林水産省東北農業試験場作物開発部大豆育種研究室（1999）新品種決定に関する参考成績書「ハタユタカ」（大豆農林113号）「だいで東北128号」：1-29

- 4) 島田信二・島田尚典・高橋浩司・高田吉丈・境 哲文・足立大山・田淵公清・菊池彰夫・湯本節三・中村茂樹・小綿美環子・番場宏治・岡部昭典・高橋信夫・渡辺 巖・長沢次男・村上昭一・酒井真次（2000）豆腐高加工適性・広域適応性ダイズ新品種「ハタユタカ」の育成。東北農業試験場研究報告第96号：1-15
- 5) 糧友社（1999）農産物検査手帖：131-143

On the Semi New Recommended Soybean Variety
"Hatayutaka" in Ibaraki Prefecture

Eiichi KASHIMURA, Mikio HAYASHI, Kouichi SUZUKI, Etuo NAKAGAWA, Mikio KANOU

key words : soybean, hatayutaka, High yied, soybean cyst nematode resistance, tofu
sowingtime, hill distace, sowing rate

Summary

Soybean "Hatayutaka" is the more same maturation of compared with "Tachinagaha" and is a little small and weaker to lodging. However, it is strong in soybean cyst nematode in multi astringency. The generation of sihanryu and rettpiryu is the same or a little little. The content of grain of a rough protein is high. Taste of the bean curd is excellent. Ibaraki Pref. newly adopted "Hatayutaka" for the semi-encouragement kind since 1999 term.

The sowing proper time of "hatayutaka" is about 10-20 days in June. It is assumed 20-15cm between stocks when assuming 60cm in the levee width. assumes between stocks 10cm when so wing in July. The stability amount is obtained by this cultivation method.

かんしょの窒素吸肥特性に関わる一考察について*¹

河野 隆・酒井 一²・緑川覚二²

On the Consideration of Characteristics of Absorbing Nitrogen for the Sweet Potato.

Takashi KAWANO, Kuni SAKAI, Kakuni MIDORIKAWA

キーワード：カンショ、クロボクド、チソクキュウヒトクセイ

かんしょの良食味・多収栽培のための合理的施肥および生育診断の参考に資するため、ベニアズマを供試し、地力脊薄な淡色黒ボク土と地力中庸な表層腐植質黒ボク土において、施肥窒素の有無およびオガクズ牛糞堆肥の有無の組み合わせにより窒素吸肥特性について検討した。

その結果、かんしょの良食味・多収栽培には、窒素吸収量の推移を緩慢に抑えながら、生育初期は多めに、生育後半は増加傾向が緩やかに推移するように、また、茎葉中の窒素濃度が生育初期は高く、生育後期は低く推移するように制御する必要があることが示唆された。

また、かんしょの見かけ上の施肥窒素利用率が、両土壌とも100%近くあり、環境保全的な作物であると同時に、地力窒素の消耗が大きいので、塊根持ち出し分の窒素量0.3~0.5 kg/a以上相当の有機物施用が必要である。

I はじめに

茨城県のかんしょ作付面積は、昭和60年の9,090haを最高に年々僅かに減少しているが、普通畑作物の中では比較的安定している。平成12年の作付面積は7,560haで、普通畑面積の約10%を占め、鹿児島県に次ぐ全国第2位の生産県である。用途別では青果用（ベニアズマ、高系14号）が約8割、蒸切干し用（タムユタカ）が約2割作付され、特に青果用かんしょは、露地メロンを抜き園芸作物第1位の粗生産額を上げており、本県の園芸振興上極めて重要な作物となっている。⁵⁾

本県の主なかんしょ地帯である行方・鹿島・那珂台地の土壌は、軽しょうな火山灰からできている黒ボク土で通気性、排水性、保水性、保肥力などがかんしょ栽培に適している。これまで黒ボク土で実施してきたかんしょの栽培試験では、収量・品質の面から、耕深は30cm程度、可給態りん酸は10 mg/100 g程度必要⁴⁾なこと、また、

野菜類・牧草・イネ科作物を輪作作物として導入することにより、根の活性が高まり、無消毒の連作区に比べ、窒素・加里・石灰等の吸収量が増し、土壌消毒を行った連作区と同程度の収量が得られる³⁾ことなどが分かった。

一方、作物の良質・安定多収が得られる合理的施肥管理のためには、基本的なこととして、作物の吸肥特性を知ることが必要で、なかでも作物の生育に影響の大きい窒素吸肥特性が重要である。そこで、かんしょの窒素吸肥特性を知るため、かんしょ品種の約8割を占めるベニアズマを供試し、地力脊薄な淡色黒ボク土と地力中庸な表層腐植質黒ボク土において、施肥窒素の有無および有機物施用の有無の組み合わせにより、窒素吸収経過並びに乾物重の推移などについて調査し、これらの関連について検討を行った。その結果、若干の知見が得られたので報告する。

* 1 この試験は「土壌環境対策基準設定調査」(国補：土壌保全)の中で実施したものである。

* 2 現退職

II 土壌の違いとかんしょの窒素吸肥特性に関わる試験

1 有機物無施用条件でのかんしょの窒素吸肥特性

かんしょの生育・収量に及ぼす窒素の影響を知るため、2種類の土壌において、有機物無施用条件下で窒素吸収量ならびに乾物重の推移等を調査した。

1) 試験方法

品種は「ベニアズマ」を供試し（以下同じ）、施肥窒素量は0 kg/aと0.3 kg/aの2水準で行った。栽植様式は畝幅1 m, 株間25 cm (400株/a)のマルチ栽培で、1989年5月19日に挿苗し、10月17日に収穫した。土壌は農業研究所内（水戸市上国井町）の淡色黒ボク土と表層腐植質黒ボク土である。

主な耕種概要のうち、りん酸と加里の施用量は各1.0 kg/aで、肥料の形態は窒素が硫酸、りん酸が過りん酸石灰、加里が硫酸加里の単肥を使用した。その他は県耕種基準に準拠した。

また、挿苗後42日から収穫までの間に計6回、両土壌の各処理区の2ヶ所から作物体を各5株採取し、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。土壌の化学性は常法¹⁾により分析した。

2) 試験結果及び考察

試験圃場のかんしょ作付け前の土壌の化学性を第1表に示した。地力窒素を表す可給態窒素(Av-N)含量は全窒素(T-N)含量を反映して淡色黒ボク土では1.1 mg/100g, 表層腐植質黒ボク土では5.5 mg/100gで、淡色黒ボク土が相対的に少なかった。交換性塩基類は淡色黒ボク土が表層腐植質黒ボク土よりも多く、とくに塊根の肥大に関係する交換性加里(Ex-K₂O)含量は淡色黒ボク土では県改善基準値(35 mg/100g)よりかなり多かった。また、可給態りん酸(Av-P₂O₅)含量は淡色黒ボク土が3.6 mg/100gで、表層腐植質黒ボク土

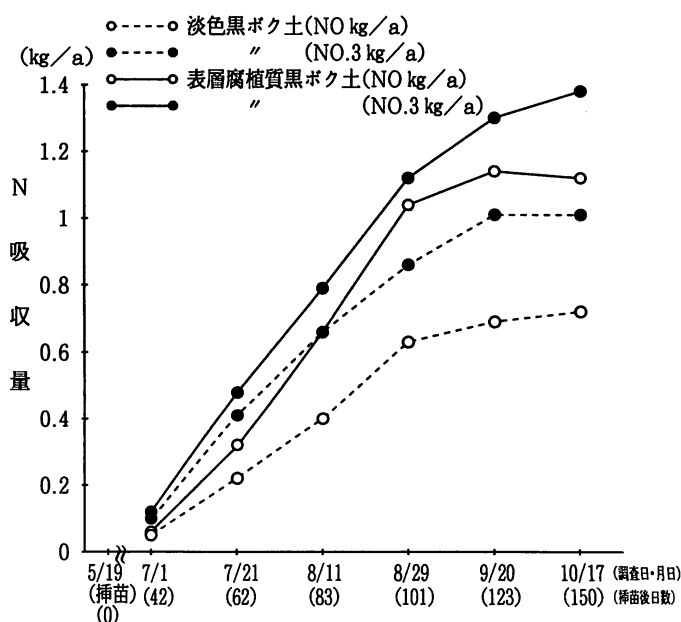
第1表 作付け前の土壌の化学性

(乾土100g当り)

土 壌	pH (KCl)	EC (mS/cm)	NO ₃ -N (mg)	Av-N (mg)	T-N (%)	T-C (%)	CEC (m.e)	Ex-CaO (mg)	Ex-MgO (mg)	Ex-K ₂ O (mg)	Av-P ₂ O ₅ (mg)
淡色黒ボク土	5.3	0.06	1.2	1.1	0.20	2.07	20.4	231	59	65	3.6
表層腐植質黒ボク土	5.1	0.10	2.9	5.5	0.46	6.28	20.0	214	39	38	0.6

の0.6 mg/100gより多かったが、両土壌とも基準値(10 mg/100g)よりかなり少なかった。

かんしょの生育に伴う窒素吸収量の推移を土壌別・施肥別に第1図に示した。無窒素区及び窒素施肥区ともほぼ全生育期間中、地力窒素のより多い表層腐植質黒ボク土は淡色黒ボク土より窒素吸収量が多く推移した。表層腐植質黒ボク土の窒素施肥区は、他の処理区に比べ最も多く推移したのに対して、淡色黒ボク土の無窒素区は最も少なく推移した。挿苗後の100日頃までは、両土壌とも窒素施肥区は土壌由来窒素(無窒素区の窒素吸収量)の占める割合を高めながら窒素吸収量が急増したが、それ以降の窒素吸収量の増加はより緩やかになった。また、淡色黒ボク土の窒素施肥区の窒素吸収量は、生育前半(挿苗後80日頃まで、以下同じ)は表層腐植質黒ボク土の無窒素区よりやや多く推移したが、生育後半は逆に後者が前者より多く推移した。これらのことから、かんしょの窒素吸収量の推移は、生育前半は施肥窒素の、生育後半は地力窒素の影響をより強く



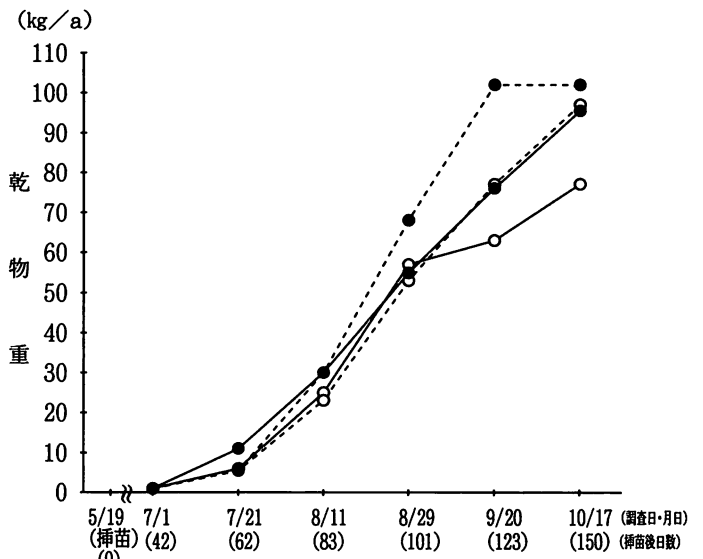
第1図 かんしょの窒素吸収量の推移 (有機物無施用)

受けるものと推察される。

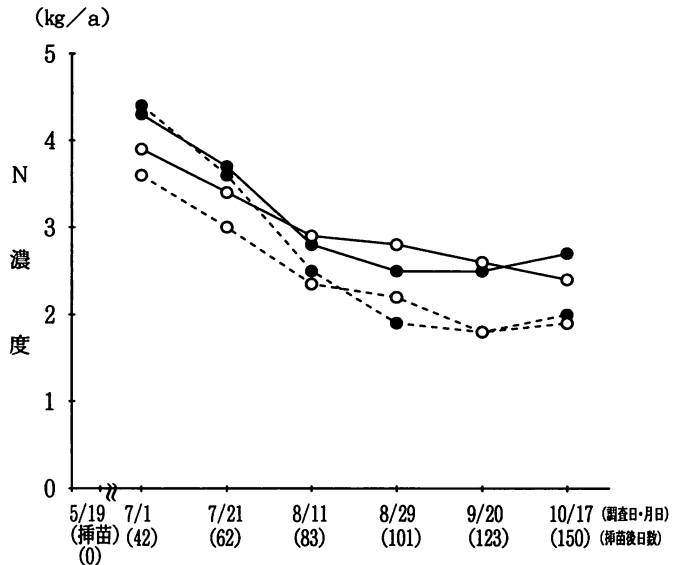
かんしょの茎葉重と塊根重の乾物重の推移をそれぞれ第2図と第3図に示した。茎葉重の全生育期間中の推移は、挿苗後100日頃まで増加し続けたがそれ以降は増加程度も緩やかになり、挿苗後120日頃から減少し始めた。処理区別では、表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より、窒素施肥区が無窒素区より茎葉重は大きく推移し、淡色黒ボク土の無窒素区が最も小さかった。また、塊根重の生育前半の推移は、前述の窒素吸収量の推移と同様に、表層腐植質黒ボク土の窒素施肥区が他の処理区に比べてやや大きかった。しかし、生育後半の推移は、窒素吸収量の推移とは異なり、淡色黒ボク土の窒素施肥区が最も大きく、表層腐植質黒ボク土の無窒素区が最も小さかった。概して、各処理区間の茎葉重の推移の差異は、塊根重よりも窒素吸収量の推移に類似した傾向を示した。

次に茎葉中の窒素濃度の推移を第4図に示した。生育期間中全般の窒素濃度の推移は、生育前半までは次第に低下していき、生育後半はそのまま低い状態で推移した。また、生育前半の窒素濃度は、施肥窒素の影響が大きく無窒素区よりも高く推移した。しかし、生育後半は施肥窒素よりも土壌の違いによる影響が大きく、表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土よりも高く推移した。概して、各処理区間の茎葉中窒素濃度の推移の差異は、窒素吸収量の推移に類似した傾向を示した。

かんしょの収穫時における土壌別・施肥別の窒素吸収量等を第2表に示した。窒素吸収量は第1図でも示したように、無窒素区及び窒素施肥区とも、表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より多かった。茎葉重も同様であったが、塊根重は逆に淡色黒ボク土が表層腐植質黒ボク土より大きかった。このことは、塊根重の大き

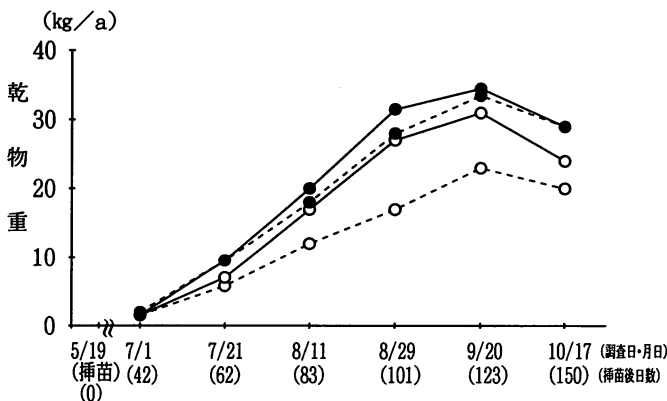


第3図 かんしょの塊根重の推移 (有機物無施用)



第4図 かんしょ茎葉中の窒素濃度の推移 (有機物無施用)

さは必ずしも窒素吸収量の大きさには比例せず、生育後半においては淡色黒ボク土のように、窒素吸収量の増収傾向が緩やかに推移することが必要と推察される。また、茎葉と塊根中の窒素濃度も、窒素吸収量と同様に、窒素施肥区が無窒素区より、表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より高かった。因みに、窒素施肥区の窒素吸収量は淡色黒ボク土が1.0kg/aで、このうち土壌由来窒素が見かけ上70%占めていた。表層腐植質黒ボク土は1.38kg/aで、このうち土壌由来窒素が見かけ上80%程占めており、淡色黒ボク土より多かった。一方、見かけ上の窒素利用率は量土壌とも100%近くあり、かんしょは見かけ上の残存施肥窒素量が少ない作物であると同時に、地力の消耗が大きな作物と言える。



第2図 かんしょ茎葉重の推移 (有機物無施用)

第2表 土壌の違い及び施肥窒素の有無とかんしょの窒素吸収量(収穫時)

土 壌	施肥N量 (kg/a)	茎		葉		塊 根		計	
		乾物重 (kg/a)	N濃度 (%)	N吸収量 (kg/a)	乾物重 (kg/a)	N濃度 (%)	N吸収量 (kg/a)	N吸収量 (kg/a)	N利用率 (%)
淡色黒ボク土	0	19.3	1.9	0.37	97.0	0.36	0.34	0.71	—
	0.3	28.5	2.0	0.57	101.3	0.43	0.43	1.00(71)	97
表層腐植質 黒ボク土	0	23.6	2.4	0.57	77.1	0.65	0.50	1.07	—
	0.3	28.7	2.6	0.76	95.4	0.66	0.62	1.38(78)	103

注) 1 N利用率 (%) = $\frac{\text{窒素施肥区のN吸収量 (kg/a)} - \text{無窒素区のN吸収量 (kg/a)}}{\text{施肥 N 量 (kg/a)}} \times 100$

2 N吸収量の () 書きは、土壌由来窒素の割合 (%) を示す。

$$\frac{\text{無窒素区のN吸収量}}{\text{窒素施肥区のN吸収量}} \times 100$$

2 有機物施用条件でのかんしょの窒素吸肥特性

かんしょの生育・収量に及ぼす窒素の影響を知るため、1の試験と同様に、2種類の土壌において、有機物施用条件下における窒素吸収量並びに乾物重の推移を調査した。

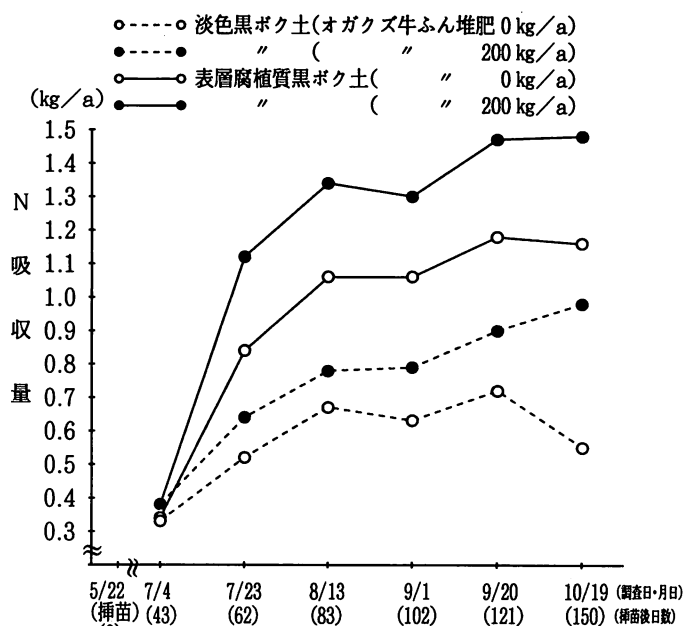
1) 試験方法

所内の淡色黒ボク土と表層腐植質黒ボク土において、有機物の種類としてオガクズ牛ふん堆肥(全窒素含量乾物当たり1.75%)を使用し、施肥量を0kg/aと200kg/aの2水準とした。施肥量は窒素が0.3kg/a、りん酸と加里が各1.0kg/aで、1990年5月22日に挿苗し、10月19日に収穫した。その他の耕種概要等は1の試験と同様である。

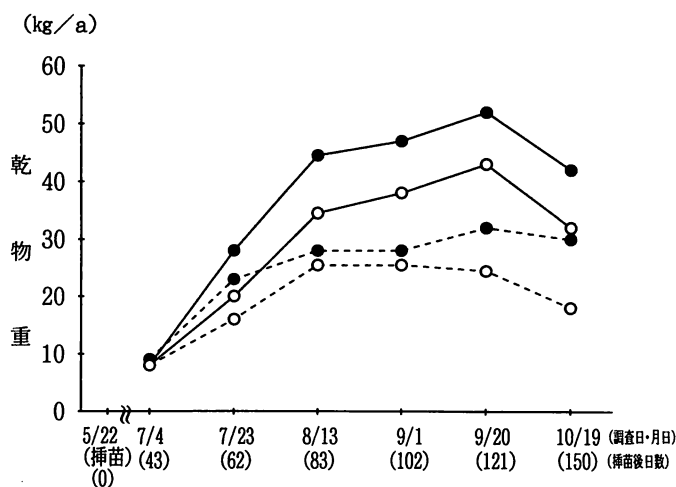
2) 試験結果及び考察

かんしょの生育に伴う窒素吸収量の推移を土壌別・有機物施用別に第5図に示した。全生育期間中において、窒素吸収量は両土壌とも有機物施用区が無施用区より、土壌別には表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より多く推移した。また、挿苗後40日頃までは、土壌の違いよりも有機物施用の効果が大きかったが、それ以降は土壌の影響をより大きく受け、淡色黒ボク土の有機物施用区より、表層腐植質黒ボク土の無施用区の方が窒素吸収量が多く推移した。このことは、挿苗後40日以降は、有機物からの窒素供給量よりも土壌からの窒素供給量が多いことが推察される。

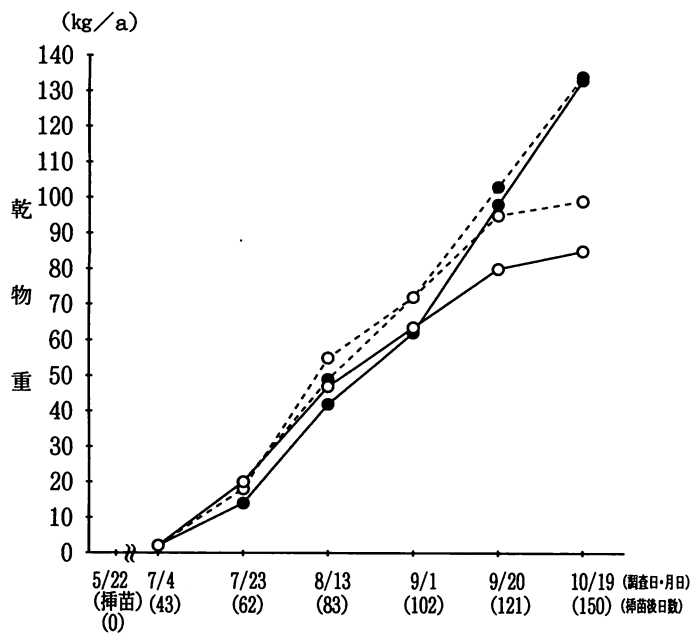
次に茎葉重と塊根重の乾物重の推移をそれぞれ第6図と第7図に示した。茎葉重の推移では、両土壌とも有機物施用区が無施用区より多く推移し、有機物施用条件下でも1の試験と同様に、塊根重よりも窒素吸収量の推移に類似した傾向を示した。一方、挿苗後100日頃までの



第5図 かんしょの窒素吸収量の推移(有機物施用)



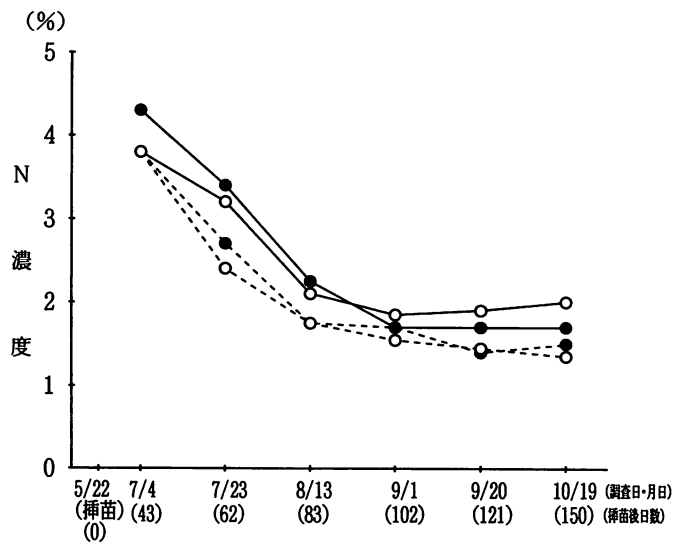
第6図 かんしょ茎葉重の推移(有機物施用)



第7図 かんしょ塊根重の推移(有機物施用)

塊根重は、両土壌とも有機物無施用区が施用区よりもやや多目に推移したが、それ以降は有機物施用区が無施用区よりも多く推移し、この傾向は表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より大きかった。結果的に、前述の有機物施用に伴う窒素吸収の増加は、挿苗後100日以降の塊根重の増加に結びつき、有機物由来窒素は土壌由来窒素とは異なり、塊根重の増加に与える影響が大きいものと推察される。

茎葉中の窒素濃度の推移を第8図に示した。生育期間中全般の窒素濃度の推移は、1の試験と同様に、生育前半まで次第に低下していき、生育後半はそのまま低い状態で推移した。また、収穫時まで、表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より有機物施用の有無に係わらず茎葉中



第8図 かんしょ茎葉中の窒素濃度の推移(有機物施用)

の窒素濃度が高く推移した。さらに、生育前半までは、両土壌とも有機物施用区が無施用区より窒素濃度がやや高く推移したが、それ以降は同程度かむしろ低く推移した。概して、各処理区間の茎葉中窒素濃度の推移の差異は、1の試験と同様に窒素吸収量の推移に類似した傾向を示した。

かんしょの収穫時における土壌別・有機物施用別の窒素吸収量等を第3表に示した。窒素吸収量は第5図でも示したように、有機物施用により両土壌とも増加し、有機物施用区、無施用区とも表層腐植質黒ボク土が淡色黒ボク土より大きかった。また、表層腐植質黒ボク土の有機物無施用区は、淡色黒ボク土の有機物施用区より窒素吸収量が大きかったことから、ここでは有機物由来窒素量よりも土壌由来窒素量の方が大きいことが推察された。

第3表 土壌の違い及び有機物の有無とかんしょの窒素吸収量(収穫時)

土 壌	有機物 施用量 (kg/a)	茎 葉			塊 根			計	
		乾物重 (kg/a)	N濃度 (%)	N吸収量 (kg/a)	乾物重 (kg/a)	N濃度 (%)	N吸収量 (kg/a)	N吸収量 (kg/a)	N利用率 (%)
淡色黒ボク土	0	18.3	1.35	0.25	102.9	0.31	0.30	0.55	—
	200	30.1	1.48	0.46	134.2	0.40	0.53	0.98(44)	24
表層腐植質 黒ボク土	0	31.6	1.99	0.63	85.1	0.63	0.53	1.16	—
	200	41.3	1.68	0.69	133.4	0.60	0.78	1.48(22)	18

注) 1 有機物含有窒素の窒素利用率(%) = $\frac{\text{有機物施用区}のN吸収量(kg/a) - \text{有機物無施用区}のN吸収量(kg/a)}{\text{有機物のN量}(kg/a)} \times 100$ (有機物の含水率51.4%)

2 N吸収量の()書きは、有機物由来窒素の割合(%)を示す。
 $\frac{\text{有機物施用区}の窒素吸収量 - \text{有機物無施用区}の窒素吸収量}{\text{有機物施用区}の窒素吸収量} \times 100$

しかし、塊根重は、有機物施用区では、淡色黒ボク土が表層腐植質黒ボク土と同程度であったことから、1の試験と同様に、塊根重は必ずしも窒素吸収量の絶対量には比例せず、むしろ、窒素吸収量に対する塊根重の割合(生産能率)の高いことが淡色黒ボク土の特徴と推察される。ちなみに、有機物施用区の窒素吸収量は淡色黒ボ

ク土が0.98 kg/aで、このうち有機物由来窒素が見かけ上44%を占め、生産能率は137 kg/kgNであった。表層腐植質黒ボク土では1.48 kg/aで、このうち有機物由来窒素が見かけ上22%を占め、生産能率は90kg/kgNであった。また、この時の有機物中の窒素の利用率は、見かけ上両土壌とも概ね20%前後であった。

Ⅲ 総合考察

今回の試験では、かんしょの塊根重(乾物重)は土壌により違いが見られ、有機物無施用及び施用とも、地力窒素の少ない淡色黒ボク土が地力窒素の多い表層腐植質黒ボク土と同等かそれ以上であった。また、淡色黒ボク土は、表層腐植質黒ボク土より窒素吸収量に対する塊根重の割合(生産能率)が高かった。

第4表は有機物無施用条件下における収穫時の塊根重と、生育期間中の養分等との相関関係を示したものである。塊根重は、茎葉中の窒素濃度と有意な相関関係が認められ、生育初期(挿苗後40日頃)に正の相関が高く、生育後期(挿苗後120日頃)に負の相関が高かった。窒素吸収量とは有意な相関はないが、生育初期に窒素吸収量の多い方が塊根重が大きくなる傾向であった。また、加里濃度については一般的に炭水化物の転流量に関係し、光合成速度を低下させないために一定の水準以上あることが必要と言われている²⁾。しかし、今回の試験では、負の相関関係を示す傾向にあり、茎葉中の加里濃度は律速因子とはならなかったが、これは土壌中の交換性加里含量が多かったためと考えられる。一方、茎葉重と塊根重との比T/R比(地上部重/塊根重比)では、挿苗後60日頃に負の高い相関関係がみられ、この頃のつるぼけ状態(過繁茂)は塊根重を小さくする傾向であったが、その他の時期では相関はみられなかった。収穫時の塊根重と各時期の塊根重との相関関係は、挿苗後100日頃は小さく、生育前半の重さから収穫時の塊根重を推察することは難しいと考えられる。

また、かんしょの食味に関しては、経験的に淡色黒ボク土(赤ノッポ)のものが表層腐植質黒ボク土(黒ノッ

第4表 収穫時の塊根重と養分等との相関関係

(n = 8)

調査日 養分等	7/1 (42)	7/21 (62)	8/11 (83)	8/29 (101)	9/20 (123)	収穫時 (150)
N濃度 (茎葉)	0.930**	0.559	0.496	0.262	-0.910**	-0.411
N吸収量 (全体)	0.458	0.340	-0.342	-0.235	0.014	-0.148
K濃度 (茎葉)	-0.254	-0.372	-0.314	-0.416	-0.551	-0.478
K吸収量 (全体)	0.323	-0.038	-0.320	-0.350	-0.131	-0.017
茎葉重	0.498	0.418	-0.213	-0.131	0.200	-0.173
T/R比	-0.084	-0.751*	-0.178	0.108	-0.119	-0.017
塊根重	0.339	0.158	0.118	0.328	0.665	1

- 注) 1 調査日の()書きは、挿苗後日数を示す。
 2 T/R比は一般には地上部重/地下部重を言う。ここでは茎葉重/塊根重を示す。
 3 ※は5%、**は1%水準で有意を示す。

ポ)のものより美味しいと言われている。第5表はこの2種類の土壌で生産されたかんしょの食味試験の結果である。ここでも淡色黒ボク土の方が表層腐植質黒ボク土よりホクホク感(粉質性)が強く、淡色黒ボク土のものがやや美味しいという評価であった。

以上のことから、かんしょの良食味・多収栽培には、窒素吸収量の推移を淡色黒ボク土におけるように緩慢に抑え、生育初期は多く生育後半は少なくなるようにし、また、茎葉中窒素濃度が生育初期は高く、生育後期は低くなるように制御する必要のあることが示唆された。今後はさらに、窒素吸肥特性と外観品質との関係並びに食味に関わる要因の解析とこれらの制御技術の確立が課題

第5表 かんしょの食味評価

(n = 14)

土 壌	処 理 の 内 容	ホクホク感	甘 み	総合評価
淡 色 黒 ボ ク 土	0.3 kgN/a	1.36 ± 0.77	0.36 ± 1.11	0.87 ± 0.85
	0.3kgN/a+堆肥200kg/a	1.07 ± 0.94	0.36 ± 1.09	0.53 ± 0.80
表層腐植質 黒 ボ ク 土	0.3 kgN/a	0	0	0
	0.3kgN/a+堆肥200kg/a	-0.29 ± 0.85	-0.13 ± 0.72	-0.40 ± 0.58

注) 表層腐植質黒ボク土・0.3kgN/aを基準(0)とした。パネラー14名。数値は95%信頼区間を示す。

と考えられる。

一方、かんしょの窒素吸肥特性の一つとして、見かけ上の施肥窒素の利用率の高いことがあげられ、まさに環境保全的な作物と言える。しかし、地力を持続的に維持する

観点からは、有機物無施用下での無窒素区の塊根の持ち出し分の窒素量が0.3~0.5 kg/aとなるので、この分の窒素量を補う意味から、本試験で使用したオガクズ牛ふん堆肥であれば、40~60kg/a以上の施用が必要と推察される。

IV 摘 要

かんしょの合理的な施肥および生育診断の参考にするため、地力脊薄な淡色黒ボク土と地力中庸な表層腐植質黒ボク土において、施肥窒素の有無およびオガクズ牛糞堆肥の有無との組み合わせにより、窒素吸肥特性について検討した。得られた結果は次のとおりである。

- 1 窒素吸収量は有機物無施用条件では、挿苗後100日頃までは土壤由来窒素の占める割合を高めながら急速に増加し、それ以降の増加は緩やかに推移した。全生育期間を通じ、表層腐植質黒ボク土・窒素施肥区が最も多く、淡色黒ボク土・無窒素区がもっとも少なく推移した。また、生育前半（挿苗後80日頃）までの窒素吸収量は淡色黒ボク土・窒素施肥区が、表層腐植質黒ボク土・無窒素区より多く推移したが、生育後半は後者が前者より多く推移した。一方、有機物施用条件での窒素吸収量は、挿苗後40日頃までは有機物からの、それ以降は土壤からの窒素供給量が多かった。
- 2 茎葉重は有機物無施用条件では、挿苗後100日頃まで直線的に増加したが、挿苗後120日頃から減少し、窒素吸収量の推移に類似した傾向を示した。また、有機物施用により茎葉重は無施用区に比べ増加した。
- 3 塊根重は有機物無施用条件では、生育前半は表層腐植質黒ボク土が、生育後半は淡色黒ボク土が大きく推移し、窒素吸収量の推移とは異なった。また、有機物施用により塊根重は無施用区に比べ挿苗後100日以降増加した。
- 4 茎葉中の窒素濃度は有機物無施用条件では、生育前半までは施肥窒素の影響を受けながら次第に低下し、生育後半は土壤の違いによる影響を受けながら低い状

態で推移した。また、有機物施用条件では生育前半まで無施用条件に比べ高く推移した。

- 5 窒素施肥区の窒素吸収量は有機物無施用条件では、淡色黒ボク土が1.0 kg/aであり、このうち土壤由来窒素が見かけ上70%を占めていた。表層腐植質黒ボク土は1.4 kg/aであり、土壤由来窒素が80%を占めていた。また、有機物施用条件では有機物由来窒素は淡色黒ボク土が見かけ上40%、表層腐植質黒ボク土が20%程度を占めていた。
- 6 施肥窒素利用率は両土壤とも100%近くあることから、かんしょは環境保全的な作物であると同時に、塊根の持ち出し分の窒素量が0.3~0.5 kg/aあり地力の消耗が大きいので、地力維持のためにはオガクズ牛ふん堆肥であれば40~60 kg/a以上の施用が必要である。また、淡色黒ボク土は表層腐植質黒ボク土より吸収窒素の生産能率が高かった。
- 7 かんしょの良食味・多収栽培には、窒素吸収量の推移を緩慢に抑えながら、生育初期は多めに、生育後期は増加が緩やかに推移するように、また、茎葉中の窒素濃度は生育初期には高く、生育後期には低く推移するように制御する必要のあることが示唆された。

謝辞：本試験の遂行にあたり、作物の栽培管理・生育収量調査にご協力頂いた庶務課分室元技師綿引克己氏・副技師宇留野千香子氏・同峯島一成氏に厚くお礼申し上げます。

また、土壤・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。

V 引 用 文 献

- 1) 土壤環境基礎調査における土壤、水質及び作物体分析法、農水省農蚕園芸局農産課編。(1979)
- 2) ジャガイモ・サツマイモ。農業技術体系・作物編5。農文協。(1975)
- 3) 高収益畑輪作体系確立技術開発研究(前期)成果報

- 告書。茨城県農総セ農研(1995)
- 4) 試験成績概要書。茨城県農試。(1988)
- 5) 奨励品種審査会資料。茨城県農総セ農研(2001)
- 6) 野菜耕種基準。茨城県農林水産部。(1989)

On the Consideration of Characteristics of
Absorbing Nitrogen for the Sweet Potato

Takashi KAWANO, Kuni SAKAI, Kakuni MIDORIKAWA

key words : Sweet Potato, Andosol, Characteristics of Absorbing Nitrogen

Summary

For rational fertilization application and growth diagnosis to good tasting and high-yielding culture of the sweet potato, we investigated nitrogen-absorbing quality of the sweet potato with "Beniazuma" by existence of fertilized nitrogen and sewdust cattle feces compost on Light colored Andosols which contained less nitrogen and on Humic andosols which contained more nitrogen.

Towards good tasting and high-yielding culture of sweet potato, we suggested that it would be necessary for the amount of nitrogen-absorption controlling slowly to transit much more at the beginning of growing process, but to transit more slowly at the latter half. And it would be necessary for the nitrogen concentration of the stem and leaf to transit higher at the beginning, but to transit lower at the latter half.

Also, because the utilizing rate of nitrogen-fertilizer for the sweet potato was about 100 %, it would be the crop of environmental conservation. Then, because the sweet potato reduced much the nitrogen of fertility, it would be necessary to apply organic matters above 0.3 ~ 0.5 kg/a, of nitrogen which tuberous roots contained.

河川および水田における水田使用農薬の動態*

中 村 憲 治

Behavior of Some Paddy-Field-Use Pesticides in Rivere and Paddy Field.

Kenji NAKAMURA

キーワード：スイデンシヨウノウヤク、カセン、スイデン、ザンリュウノウヤク、
リュウシュツリツ

水田使用農薬5成分ーエスプロカルブ、メフェナセット、プレチラクロール、プロベナゾール、ピリプチカルブの河川及び田面水中における消長をモニタリング調査した。いずれの農薬も水質評価指針値あるいは登録保留基準値をこえるような高い濃度に達するおそれはなかった。水田使用農薬の系外への流出を防止するため、特に農薬処理後10～20日間は、降雨によって田面水が容易にオーバーフローしないよう、圃場排水口のせき止め水位を高く保てるようにする必要がある。

緒 言

農薬の安全性については、ヒトの健康に対する直接的な影響や作物・食品中における残留性の観点から主に試験研究がされてきた。この結果、低毒性・低残留性の農薬が開発され、現在ではこのような農薬が一般に使用されるようになった。しかし、低毒性・低残留性の農薬といえども、環境中に一定レベル以上の量が排出されれば、ヒトの健康や生態系に悪影響が及ぶ可能性がある。従って、圃場に処理された農薬が、水系や土壌、大気を通じてどの程度系外の環境中に拡がり、そして留まるのかを、明らかにする必要がある。

特に、水質汚染に係わる基準においては、飲料水の安全性の観点から既に100以上の農薬を対象として、国により基準値および指針値が設定されている¹⁾。このた

め、農薬を使用するにあたっては、この基準値と指針値をもとにして、環境に配慮することが求められている。そこで、水田が河川等の水系と密接な関係を持っていることに注目し、1996年～2000年の5年間にわたり、県内でも比較的使用量が多い水田使用農薬の5成分ーエスプロカルブ（除草剤）、メフェナセット（除草剤）、プレチラクロール（除草剤）、プロベナゾール（殺菌剤）、ピリプチカルブ（除草剤）について、河川及び田面水中での消長をモニタリング調査した。さらにこの結果をもとに、農薬成分の系外への流出率やそれに及ぼす要因を解析し、農薬の環境影響を評価するための基礎データを得たので報告する。

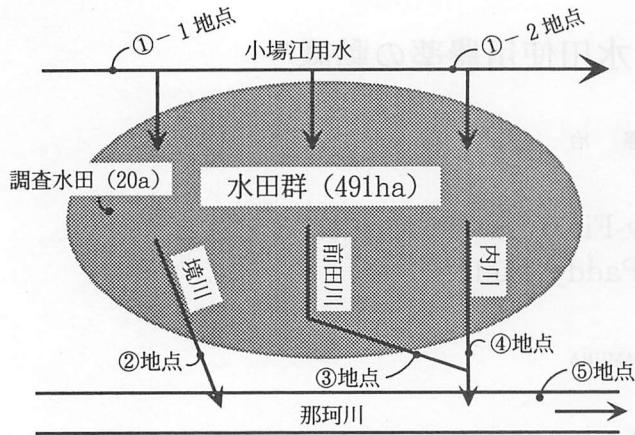
I 河川における農薬濃度の実態調査

水田使用農薬の公共用水域における動態を知るため、水田群の用排水路となっている小河川ならびにこれらが流れ込む大河川水中の農薬濃度をモニタリングした。

1. 調査方法

1) 調査水田群の概況と調査地点

*本報告は平成9～12年に環境省委託業務として実施して得られたデータをもとに、筆者が独自にとりまとめたものである。



第1図 調査地域略図

調査水田群と調査地点を第1図に示す。この水田群の排水は、境川、前田川、内川の3本の小河川に集まり、那珂川に排出されている。これらの小河川の合計の流域水田面積は、地図上で調査した結果、491haである。また、この地域の灌漑用水は小場江用水から供給されている。小場江用水は那珂川より汲み上げられており、その揚水機場はこの地域から約20km上流にある。

採水調査地点は第1図に示す①-1・①-2・②・③・④・⑤地点の6ヶ所である。①-1及び①-2地点は小場江揚水である。これら2地点の水試料は等量ずつ採取して一つに合わせて1試料とした。②地点(境川・水路幅3.5m)、③地点(前田川・水路幅2.2m)、④地点(内川・水路幅1.9m)は、それぞれ水田群排水路の末端付近である。この地域の一部では循環灌漑が行われているが、②~④地点は、いずれも循環機場よりも下流側にある(循環の外にある)。⑤地点は那珂川(川幅約120m)で、内川との合流点から約100m下流に位置する。

なお、この地域の田植え時期は、5月上旬~中旬である。

2) 調査対象農薬・調査時期及び分析方法

調査対象農薬ならびに調査時期等を第1表に示す。調査期間中の調査頻度は、平均週1回程度であった。水試料は1地点につき約1.2Lをガラス製採水ビンに採取し、これをガラス繊維ろ紙(ワットマン社製GF/B)でろ過し、分析に供した。メフェナセット、プレチラクロール、ピリブチカルブおよびプロベナゾールの水試料からの抽出は、固相カラムカートリッジ(ウォーターズ社製Sep-Pak Plus P S-2)を用いて行い、エスプロカルブは、ヘキサンをを用いて行った。また、メフェナセット、プレチラクロール及びエスプロカルブの定量は、ガスクロマトグラフ質量分析計(ヒューレットパカード

社製HP-6890+5972A)により行い、ピリブチカルブとプロベナゾールの定量は、NPD検出器付きガスクロマトグラフ(HP-5890plus)により行った。検出限界は、メフェナセット0.4ppb、プレチラクロール0.1ppb、ピリブチカルブ0.04ppb、プロベナゾール0.1ppb、エスプロカルブ0.07ppbであった。全ての農薬成分とも、この分析方法により90%以上の回収率が得られた。

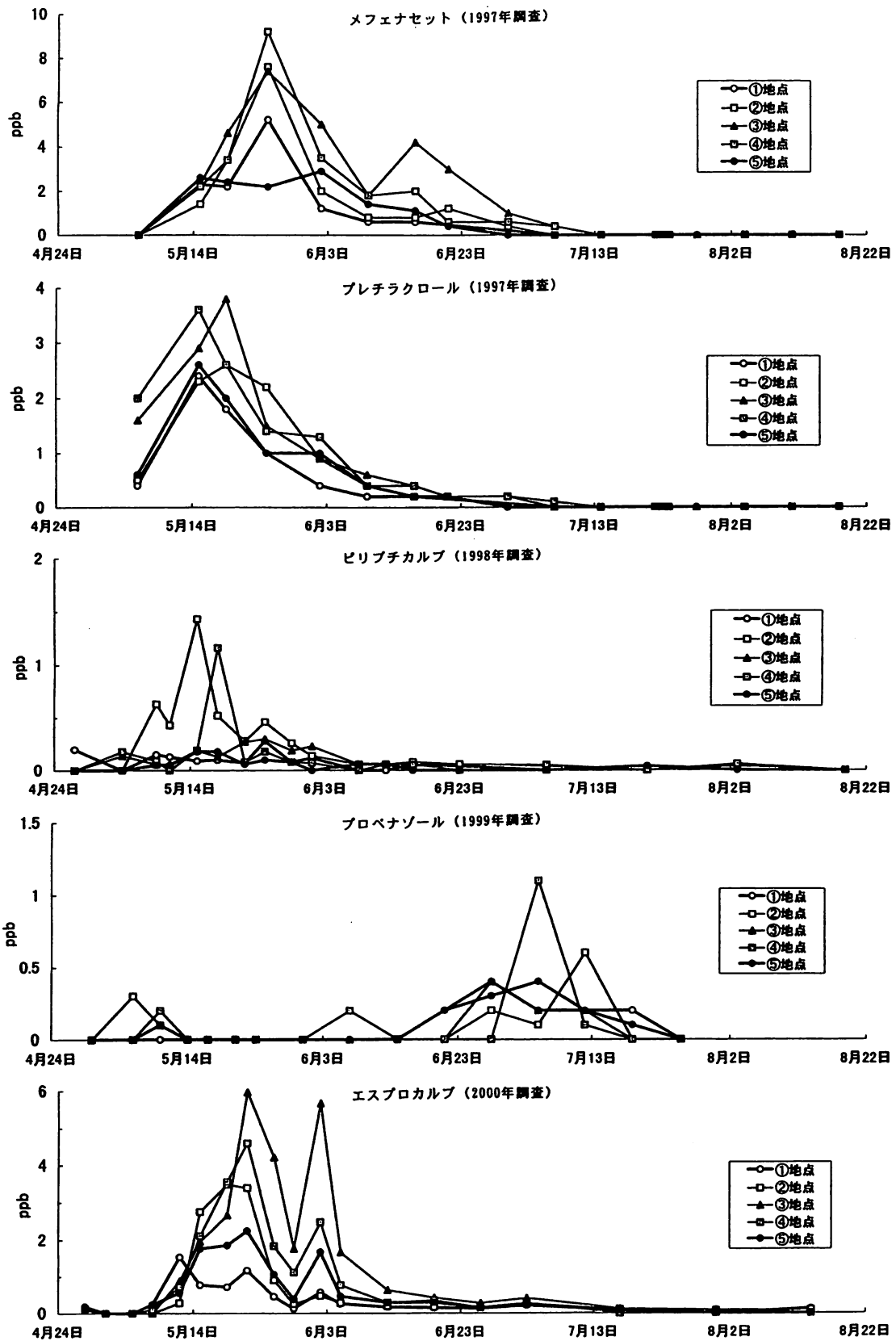
第1表 調査対象農薬及び調査期間

調査対象農薬(使用目的)	調査期間
メフェナセット(除草剤)	1997年5月6日~8月18日
プレチラクロール(除草剤)	1997年5月6日~8月18日
ピリブチカルブ(除草剤)	1998年4月27日~8月19日
プロベナゾール(殺菌剤)	1999年4月30日~7月26日
エスプロカルブ(除草剤)	2000年4月28日~8月14日

2. 結果及び考察

各農薬成分の濃度の推移を第2図に示す。各農薬濃度を調査地点別にみると、①地点と⑤地点の濃度は比較的 low に推移した。これは、①地点は用水であるために水田排水の流入が少なかったこと、⑤地点は大河川であるために農薬が希釈されたことによると考えられる。調査期間中における農薬濃度の最高値はそれぞれ、メフェナセット9.2ppb(5月22日・④地点)、プレチラクロール3.8ppb(5月19日・③地点)、ピリブチカルブ1.43ppb(5月15日・②地点)、プロベナゾール1.1ppb(7月5日・④地点)、エスプロカルブ5.97ppb(5月22日・③地点)であった。これに対して各農薬の公共用水域における水質評価指針は年間平均濃度として、メフェナセット0.009mg/L(=9ppb)、プレチラクロール0.04mg/L(=40ppb)、プロベナゾール0.05mg/L(=50ppb)、エスプロカルブ0.01mg/L(=10ppb)である。なお、ピリブチカルブは、公共用水域における指針値が設定されていない。メフェナセットは、調査期間中に9ppbを1調査地点で1回こえたが、瞬間的なものであり、指針値をこえるおそれはなかった。プレチラクロール、プロベナゾール、エスプロカルブにおいては、瞬間的な最高濃度で指針値の1/2~1/50程度にとどまり、やはり指針値をこえるおそれはなかった。さらに、水質評価指針値が設定されていないピリブチカルブは、他の農薬成分濃度と同じかそれ以下の低いレベルであった。

河川および水田における水田使用農薬の動態



第2図 公共用水域における農薬濃度の推移

注) 1) 検出限界は、メフェナセット=0.4ppb, プレチラクロール=0.1ppb, ピリブチカルブ=0.04ppb, プロベナゾール=0.1ppb, エスプロカルブ=0.07ppb。

2) 各農薬とも、検出限界未満のときは、0 ppb として示した。

プロベナゾールを除く除草剤4成分については、5月中旬頃から検出され始めたが、6月中旬～下旬以降には各調査地点とも検出限界未満と比較的低い濃度になった。調査地域では、水田除草剤が5月中旬～下旬に集中的に使用されており、除草剤が水田に散布され始めるのに伴って、河川水中の除草剤成分濃度が上昇した。一方、いもち病の予防剤として使用されるプロベナゾールは、主に5月上旬と6月下旬～7月中旬に検出された。5月上旬の検出は移植時の育苗箱処理によるもの、その後の検出は水面処理によるものと考えられる。また、メフェナセツ

ト、プレチラクロール、エスプロカルブの除草剤3成分は、他の2成分に比べると高い濃度に達したと同時に、特に②・③・④地点それぞれの濃度の増減パターンが、よく一致していた。これは、これらの3除草剤成分が、調査地域において広く、そして比較的多く使用されていたことが一因と推察される。

以上のように、各調査対象農薬は、その使用時期に一時的に河川での検出頻度が高まったものの、その濃度レベルは水質評価指針値に比べると低かった。

II 田面水中における農薬濃度の実態調査

水田使用農薬の田面水中における残留性や濃度レベルは、河川における検出頻度や農薬濃度に大きく関係があると考えられる。これは、降雨の影響や水管理の不徹底などで田面水が圃場外へ排出された場合、田面水中での残留性や濃度レベルが高い農薬ほど、河川に流出する農薬量が多くなる可能性があるためである。そこで、田面水中における農薬濃度の推移を処理直後から経時的に調査し、水田使用農薬の動態を半減期や田面水中における溶存率から比較した。

1. 調査方法

1) 調査圃場の概況

調査圃場の位置を第1図に示す。調査圃場は農家圃場で、面積は20a(100m×20m)である。土壤の種類は細粒グライ土、土性は軽埴土に属している。用水は小場

江用水より供給されており、排水は中小の排水路を経て境川から那珂川に排出されている。また、調査期間中(1996年～2000年)の田植えは5月2日あるいは3日に行われた。

2) 調査対象農薬・調査時期および分析方法

調査対象農薬ならびに調査時期等を第2表に示す。除草剤成分は田植え後に水面処理し、殺菌剤成分のプロベナゾールは田植え直前に育苗箱処理した。調査間隔は概ね、農薬処理3時間後、1日後、3日後、それ以降は1～2週間ごとに行った。また、田面水は、1回の採水につき、調査水田4ヶ所(圃場の四隅付近)から300mlずつピーカーで採取してガラス製採水ビンに合わせ、1試料(1,200ml)とした。

水試料は、前述「I. 河川における農薬濃度の実態調査」と同様にろ過し、分析に供した。

第2表 調査対象農薬・調査期間・処理方法

調査対象農薬 (使用目的)	調査期間	処理方法
メフェナセツ (除草剤)	1996年5月13日(処理日) ～6月24日	「アクト(メフェナセツ3.5%含む)」 3kg/10aを水面処理
プレチラクロール (除草剤)	1997年5月6日(処理日) ～8月18日	「ゴルボ(プレチラクロール2%含む)」 3kg/10aを水面処理
ピリブチカルブ (除草剤)	1998年5月8日(処理日) ～8月19日	「シーゼット(ピリブチカルブ5.7%含む)」 1,000ml/10aを水面処理
プロベナゾール (殺菌剤)	1999年5月3日(処理日) ～7月26日	「Dr. オリゼプリンス(プロベナゾール24%含む)」 688g/10aを移植直前に育苗箱処理
エスプロカルブ (除草剤)	2000年5月11日(処理日) ～8月14日	「スパークスター(エスプロカルブ5%含む)」 3kg/10aを水面処理

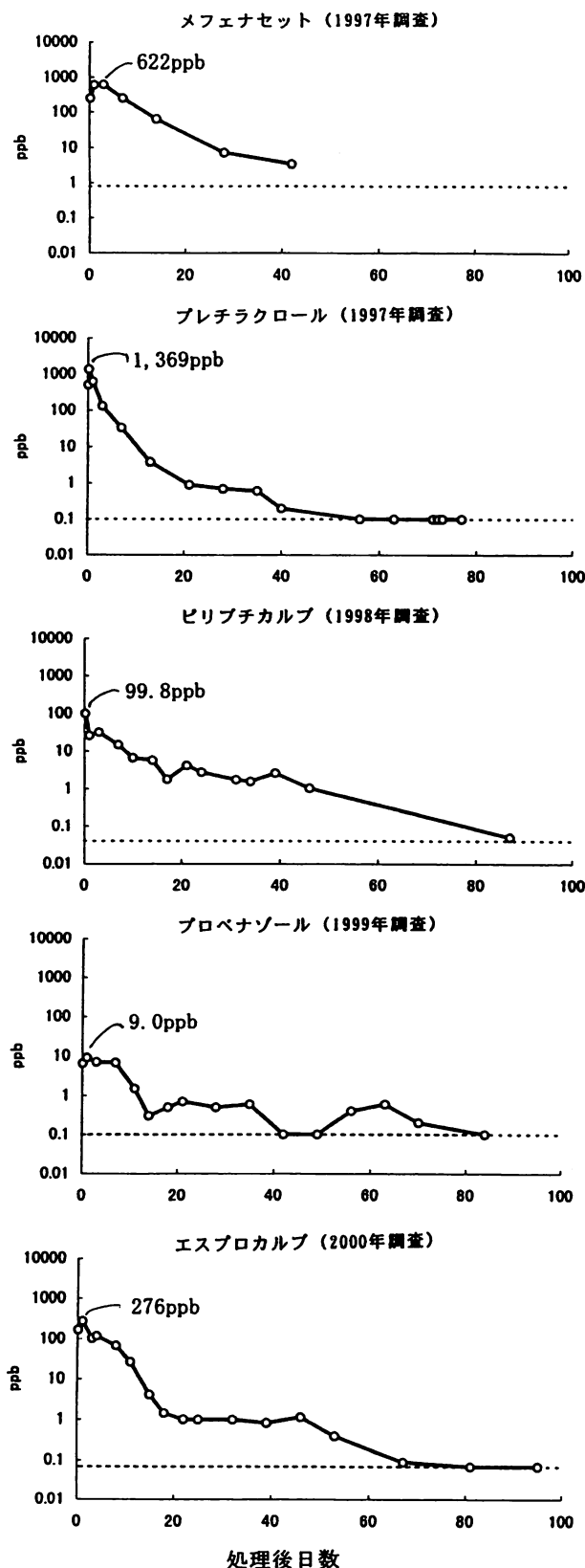
2. 結果および考察

田面水中における各農薬成分の濃度の推移を第3図に示す。各農薬の処理後の最高濃度は、メフェナセット622ppb、プレチラクロール1,369ppb、ピリブチカルブ99.8ppb、プロベナゾール9.0ppb、エスプロカルブ276ppbにそれぞれ達し、公共用水域で検出された最高濃度の8倍（プロベナゾール）～360倍（プレチラクロール）に相当した。また、調査期間中における田面水中濃度の平均値はそれぞれ、メフェナセット225ppb（処理42日後まで調査・調査回数7回、以下表記同じ）、プレチラクロール127ppb（98日後まで・20回）、ピリブチカルブ11.1ppb（103日後まで・17回）、プロベナゾール1.9ppb（84日後まで・17回）、エスプロカルブ42.5ppb（95日後まで・17回）であった。プロベナゾールは育苗箱処理されたので、植え付け時に水田土壌中に埋没処理されたことになり、田面水中には溶出せずに濃度は、比較的低濃度で推移したと推察される。

水田使用農薬においては、水質汚濁を未然に防止する観点から、田面水中における登録保留基準が定められている。調査対象農薬の田面水中における登録保留基準は150日間の平均濃度として、メフェナセット0.09mg/L（=90ppb）、プレチラクロール0.4mg/L（=400ppb）、ピリブチカルブ0.2mg/L（=200ppb）、プロベナゾール0.5mg/L（=500ppb）、エスプロカルブ0.1mg/L（=100ppb）である。メフェナセットの調査期間中の平均濃度は登録保留基準値をこえたが、処理28日後までには濃度が10ppb未満にまで減衰しており、処理150日後までの平均濃度は、基準値をこえないと考えられる。その他の調査対象農薬については、登録保留基準の1/2～1/250程度のレベルにとどまり、基準値をこえるおそれはなかった。

各農薬の田面水中における半減期を第3表に示す。処理13～18日後までのデータから算出した半減期は、メフェナセットが最も長く5.0日、プレチラクロールは最も短く1.6日であった。水田に処理された農薬は溶解・拡散して、やがて田面水と水田土壌の間で吸着平衡になり、さらに、加水分解などの化学的な反応や光分解などの物理的・化学的分解、微生物の作用などによって農薬が分解されていくと考えられている²⁾。それぞれの調査対象農薬が消失する諸要因について、ここでは詳細に検討できないが、農薬の種類により半減期に最大3.4日の違いが認められた。

また、農薬の水溶解度³⁾（mol/m³）と処理1日後の



第3図 田面水中における農薬濃度の推移

注) 図中の破線(----)は検出限界レベルを示す。

第3表 農薬の田面水中における半減期

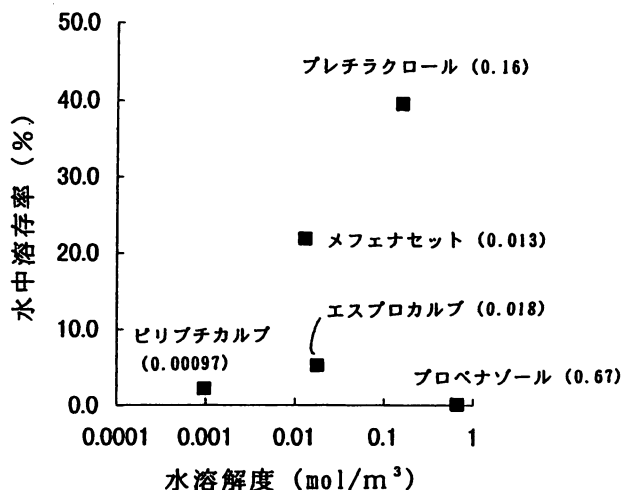
農薬名(調査年)	半減期	回帰式 ($y = \text{濃度} \cdot x = \text{処理後日数}$)
メフェナセット (1996年)	5.0日	$y = 545.1 e^{-0.1374x}$ ($r^2 = 0.707 \cdot n = 5$)
プレチクロール (1997年)	1.6日	$y = 762.99 e^{-0.4223x}$ ($r^2 = 0.960 \cdot n = 6$)
ピリブチカルブ (1998年)	3.6日	$y = 57.112 e^{-0.193x}$ ($r^2 = 0.909 \cdot n = 7$)
プロベナゾール (1999年)	3.7日	$y = 10.79 e^{-0.1884x}$ ($r^2 = 0.835 \cdot n = 7$)
エスプロカルブ (2000年)	2.5日	$y = 306.99 e^{-0.2739x}$ ($r^2 = 0.942 \cdot n = 8$)

注) 半減期は、第3図の数値を基に算出した。ただし、算出対象期間は、メフェナセット：処理14日後まで、プレチクロール：処理13日後まで、ピリブチカルブ：処理17日後まで、プロベナゾール：処理18日後まで、エスプロカルブ：処理18日後まで。

田面水中における溶存率との関係を第4図に示す。ここで、水中溶存率とは、農薬処理量のうち土壌に吸着されずに田面水中に溶存する農薬量の割合を意味する。溶存する農薬量は、圃場湛水量(圃場面積と湛水深により算出)と田面水中濃度との積を求めて算出した。一般に、農薬の水溶解度が大きくなれば、その農薬の田面水中における溶存率は高くなるとともに水田土壌に吸着される割合は低くなると考えられる。第4図で、プレチクロール、メフェナセット、ピリブチカルブは、水溶解度と溶存率との間に正の相関があることを示した。これに比べてエスプロカルブは、水溶解度に対する溶存率の値が相対的に低かったが、最も水溶解度が低いピリブチカルブよりも溶存率は高かった。プロベナゾールは、最も水溶解度が高いにもかかわらず、溶存率は最も低かった。これは田面水中濃度が低く推移した原因と同じく、プロベナゾールが育苗箱処理されたことによると考えられる。

以上のように、田面水中において調査対象農薬が登録保留基準をこえるおそれはなかった。ただし、メフェナセットのような農薬は半減期が長く水中溶存率も比較的高くなるので、降雨などにより田面水がオーバーフローするような条件では、公共用水域における検出頻度や濃度が高くなる可能性が、他の農薬より大きいと推察され

る。また、プロベナゾールのような水溶解度の高い農薬でも、育苗箱処理することにより、農薬の圃場外への流出を低く抑えることが可能であると考えられる。



第4図 処理1日後における農薬の水中溶存率と水溶解度との関係

注1) 図中()内数値は水溶解度²⁾(mol/m³)を示す。
 2) 処理1日後の濃度と湛水深は、メフェナセット622ppb・37mm、プレチクロール626ppb・37mm、ピリブチカルブ25.9ppb・50mm、プロベナゾール9ppb・32mm、エスプロカルブ276ppb・29mmであった。ただし、メフェナセットとプレチクロールの湛水深は未測定だったので、他の3農薬の湛水深の平均値(37mm)を推定値として採用した。

Ⅲ 水田使用農薬の系外への流出率の推定

公共用水域において、各調査対象農薬濃度は水質評価指針値をこえるような高いレベルに達しなかったが、一定以上の濃度がそれぞれ検出された。これは、水田に処理された農薬の一部が、圃場外に排出されていたためである。そこで、水田使用農薬の流出率(処理量に対する流出量の割合)はどの程度のものなのか、水田圃場(面積20a)と水田群(面積491ha)を対象として推定

を試みた。

1. 調査方法

推定に用いるデータは、「Ⅰ. 河川における農薬濃度の実態調査」及び「Ⅱ. 田面水中における農薬濃度の実態調査」で調査して得られたものである。

1) 調査対象圃場・水田群の概況および調査対象農薬

(1) 水田圃場

面積は20aで、「Ⅱ. 田面水中における農薬濃度の実態調査」の調査対象圃場である。調査対象農薬は、プレチラクロール（調査年1997年、以下表記同じ）、ピリブチカルブ（1998年）、プロベナゾール（1999年）、エスプロカルブ（2000年）の4農薬成分である。各農薬の処理量・処理方法等は第2表に示したとおりである。

(2) 水田群

「Ⅰ. 河川における農薬濃度の実態調査」の調査対象水田群である（第1図）。水田群の排水は調査地点②・③・④地点に集まり、那珂川に排出されている。また、②・③・④地点における合計の流域水田群面積は491haである。調査対象農薬は、メフェナセット（調査年1997年、以下表記同じ）、プレチラクロール（1997年）、ピリブチカルブ（1998年）、プロベナゾール（1999年）、エスプロカルブ（2000年）の5農薬成分である。

2) 農薬の水中濃度

「Ⅰ. 河川における農薬濃度の実態調査」（①・②・③・④地点）および「Ⅱ. 田面水中における農薬濃度の実態調査」で調査した濃度値を用いた。ただし、検出限界未満は0として扱った。

3) 水量調査

(1) 水田圃場（20a）における調査

排水量の計測は、メスシリンダーとストップウォッチを用いて一定時間（概ね30秒）に圃場の排水口から排出された水量を調査することにより排水量（L/秒）を求め、これを1日当たりの排水量に換算し、その調査日の排水量（mm/日/20a）とした。排水量調査は、農薬濃度調査日とその日以外にも適宜行った。

(2) 水田群（491ha）における調査

②・③・④地点についてそれぞれ行った。各調査地点の水幅（m）・水深（m）・流速（m/秒・TAMAYA社製流速計UC-3による10秒間平均値）から流水量（m³/秒）を求めて3地点の水量を合計し、その調査日の流量（mm/日/491ha）として推定した。なお、水深と流速は、1地点につき2～4ヶ所で計測し、その平均値を採用した。流水量調査は、農薬濃度調査日とその日以外にも適宜行った。

4) 農薬流出量調査

田面水あるいは各調査地点と農薬濃度から流入水（①

地点）濃度を差し引いた値と水量（L/日あるいはm³/日）との積からその日の農薬流出量（水田圃場においてはmg/日/20a、水田群においてはg/日/491ha）を求めた。ただし、その日の水量に対する濃度が測定されていない場合は、その前後の濃度値から一次回帰式を作り、これによって推定した濃度値を用いた。また、調査期間中の流出総量は、縦軸を農薬流出量（mg/日/20aあるいはg/日/491ha）、横軸を日数（散布後日数あるいは月日）として折れ線グラフを作成し、流出量0レベルの水平線と折れ線との間の面積として推定した。

5) 調査水田群における農薬使用量調査

1997～1999年の調査においては、調査水田群に作付けしている農家34～40戸（水稲作付け面積2,797～3,553a）のアンケート結果により農薬の使用量を調査し、これを水田群491ha当りに換算して推定した。2000年の調査では、水田群に關係の深い農協の出荷量（基準使用量に基づく散布面積は657ha）から水田群491ha当りに換算して推定した。また、このとき各農薬の処理面積率も同時に推定した。

6) 降水量調査

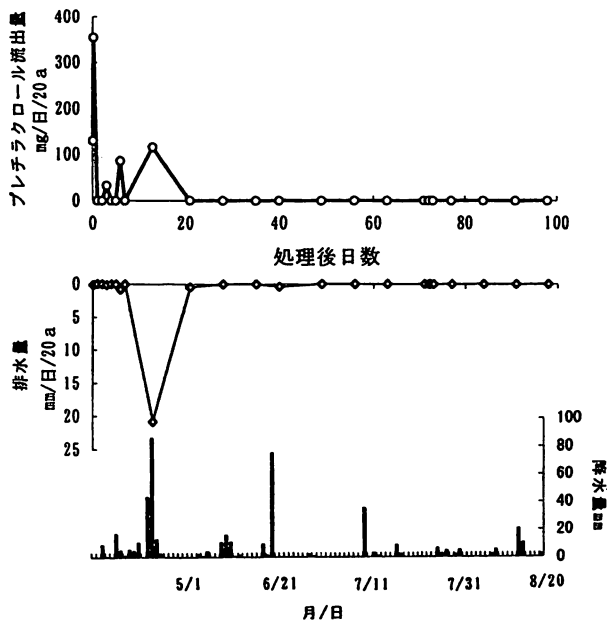
農業研究所（水戸市上国井町）内の雨量計によった。

2. 結果および考察

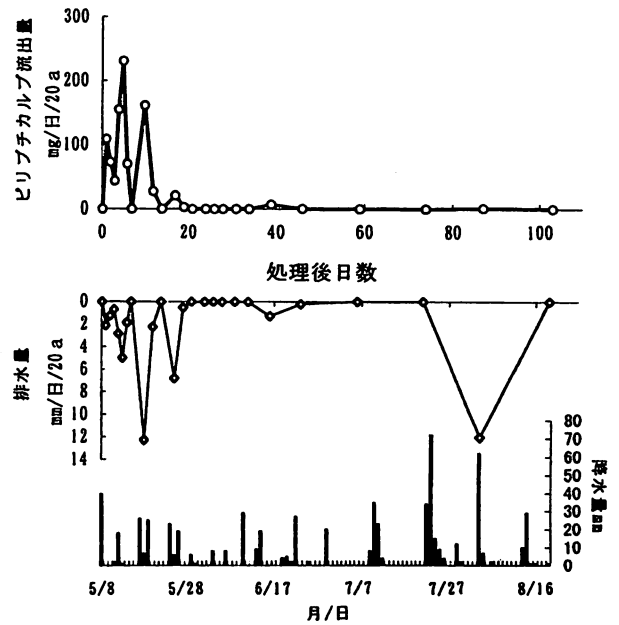
1) 水田圃場（20a）における農薬の流出

第5・6・7・8図に各農薬成分の流出量の推移と排水量・降水量との関係を示す。一日の降水量が40mmをこえるようなときは、田面の排水量が増大する場合があった。排水に伴って農薬も流出したが、農薬が流出する頻度が高いのは散布10～20日後ぐらいまでであった。それ以降は、各農薬成分の田面水中濃度は比較的低下するため、田面水が排出されても農薬成分の流出はほとんど認められなかった。

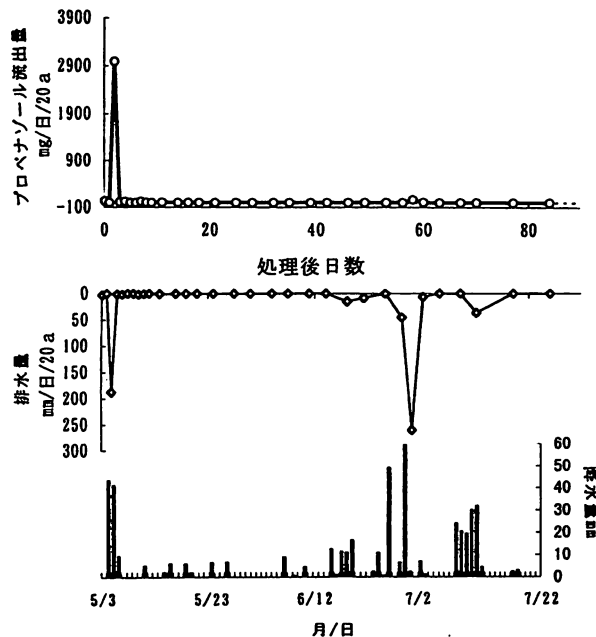
各農薬成分の流出率の推定結果を第4表に示す。各農薬成分によって調査年度が異なるため、単純に比較できないが、プレチラクロール、ピリブチカルブ、プロベナゾールの流出量は約1%で、エスプロカルブの4.94%に比べると、低い値であった。これは、「Ⅱ. 田面水中における農薬濃度の実態調査」で検討したように、プレチラクロールの場合は水中半減期が短いこと、ピリブチカルブは水溶解度が低いために水中溶存率が低いこと、プロベナゾールは育苗箱処理されたことが、それぞれ関係し



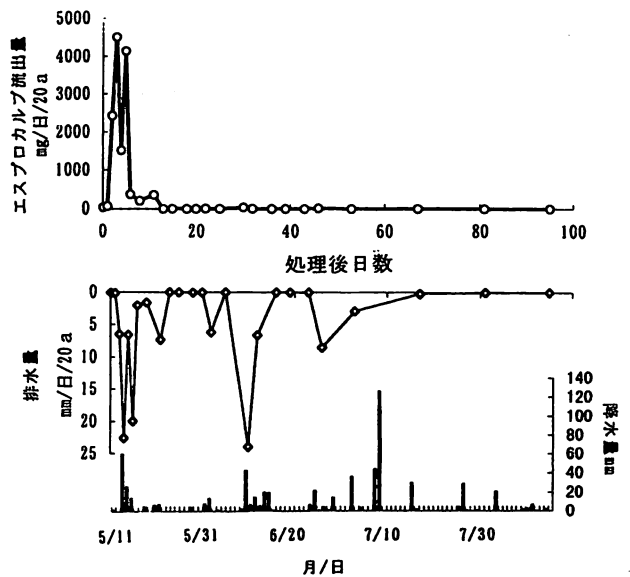
第5図 プレチラクロールの水田圃場 (20a) からの流出量と排水量・降水量との関係 (1997年調査)



第6図 ピリプチカルブの水田圃場 (20a) からの流出量と排水量・降水量との関係 (1998年調査)



第7図 プロベナゾールの水田圃場 (20a) からの流出量と排水量・降水量との関係 (1999年調査)



第8図 エスプロカルブの水田圃場 (20a) からの流出量と排水量・降水量との関係 (2000年調査)

第4表 調査圃場 (20a) における農薬の流出率の推定

農薬名 (調査年)	流出率	処理量 (／20a)	流出量 (／20a)
プレチラクロール(1997年)	0.95%	117 g	1,112mg
ピリプチカルブ(1998年)	1.09%	114 g	1,247mg
プロベナゾール(1999年)	0.99%	330 g	3,274mg
エスプロカルブ(2000年)	4.94%	300 g	14,827mg

注1) (流出率) = (流出量) / (処理量) × 100

注2) 流出量は第5・6・7・8図の農薬流出量を示す折れ線と農薬流出量0を示す水平線との間の面積として推定した値。

たと考えられる。これに対してエスプロカルブは、水中半減期が比較的長いとともに、水中溶存率も比較的高いこと、さらに処理2日～4日後にかけて積算降水量100mmの降雨があったために排水量が増加したこと等の要因によって流出量が高かったと考えられる。

2) 水田群 (491ha) における農薬の流出

第5表に各農薬成分の使用状況を示す。メフェナセッ

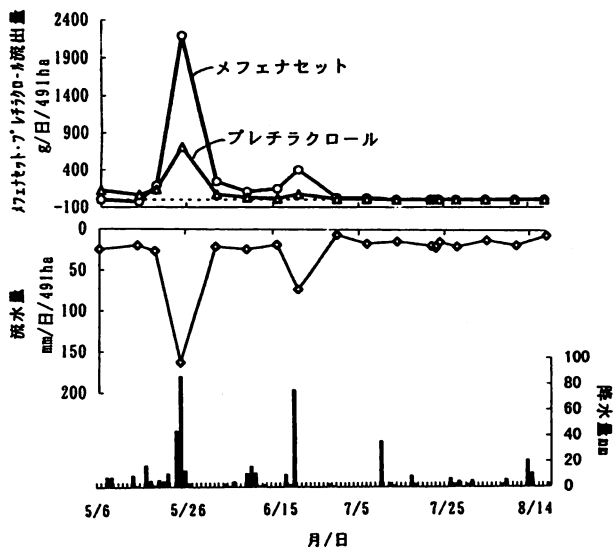
第5表 水田群 (491ha) における農薬の使用状況

農薬名 (調査年)	成分使用量 (／491ha)	処理面積率
メフェナセット (1997年)	134 kg	23.3 %
プレチラクロール (1997年)	114 kg	35.3 %
ピリブチカルブ (1998年)	87.8kg	24.4 %
プロベナゾール (1999年)	22.6kg	1.82%
エスプロカルブ (2000年)	115 kg	13.0 %

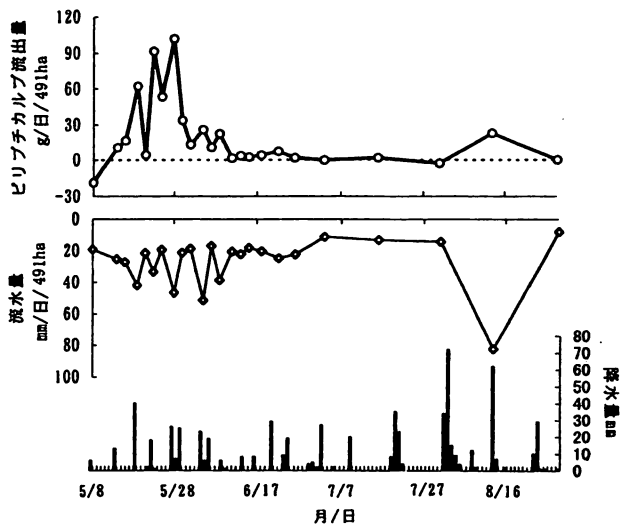
注1) 成分使用量・処理面積率は地域内農家 (34~40戸) 使用量あるいは農協出荷量調査から推計した値。
 2) プロベナゾールは育苗箱処理剤と水面処理剤の合計値。

ト、プレチラクロール、ピリブチカルブ、エスプロカルブの各除草剤成分は、処理面積率が10%以上で、成分使用量も100kg／491ha前後であった。これに対してプロベナゾールは、処理面積率1.82%、使用成分量22.6kg／491haであり、調査除草剤成分に比べると、その使用が限られていた。

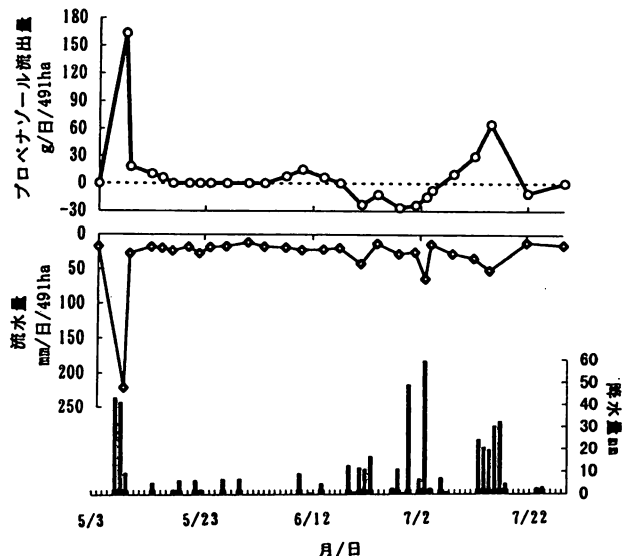
第9・10・11・12図に各農薬成分の流出量の推移と流量・降水量との関係を示す。年毎の調査流量 (mm／日／491ha) の平均値はそれぞれ、1997年が28.2mm、1998年が26.4mm、1999年が30.9mm、2000年が19.4mmであり、ほぼ20~30mmの範囲にあった。また、水田群からの流量は、水田圃場 (20a) による調査と同様に、降



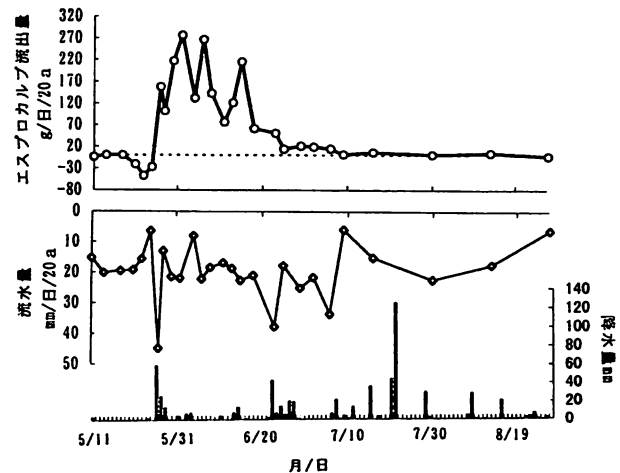
第9図 メフェナセット及びプレチラクロールの水田群 (491ha) からの流出量と流量・降水量との関係 (1997年調査)



第10図 ピリブチカルブの水田群 (491ha) からの流出量と流量・降水量との関係 (1998年調査)



第11図 プロベナゾールの水田群 (491ha) からの流出量と流量・降水量との関係 (1999年調査)



第12図 エスプロカルブの水田群 (491ha) からの流出量と流量・降水量との関係 (2000年調査)

水量に応じて増減する場合は認められた。農薬の流出量を見ると、メフェナセット、プレチラクロール、ピリブチカルブ、エスプロカルブの各除草剤成分は、5月上旬～6月上旬の間に流出する頻度が高かった。一方、プロベナゾールは、育苗箱処理されたものが5月上旬に、水面処理されたものが7月上旬～中旬に流出したと考えられる。各農薬成分ともに使用時期を中心に流出量が多かった。

各農薬の流出率を第6表に示す。メフェナセットとプレチラクロールは同じ年に調査を行った。メフェナセットの流出率は16.8%でプレチラクロールの2倍以上であった。既に述べたように、メフェナセットの水中半減期はプレチラクロールよりも3.4日長いので、これが流出率の差の一因になったと考えられる。また、プレチラクロールの流出率は、水田圃場(20a)での調査よりも高い値になった。水田圃場調査では、プレチラクロール処理後11日間は、一日の降水量が40mmをこえるような雨がなかったために、水田群での調査に比べると流出率が低い値になったと考えられる。プロベナゾールの流出率も、水田圃場より水田群での調査で高い値になった。これはプロベナゾールが、水田圃場においては育苗箱施用された一方、水田群においては水面施用される場合もあったためであると考えられる。ピリブチカルブとエス

第6表 水田群(491ha)における農薬の流出率の推定

農薬名(調査年)	流出率	流出量(／491ha)
メフェナセット(1997年)	16.8%	22,532g
プレチラクロール(1997年)	6.32%	7,206g
ピリブチカルブ(1998年)	1.66%	1,458g
プロベナゾール(1999年)	2.77%	625g
エスプロカルブ(2000年)	3.63%	4,171g

注1) (流出率) = (流出量) / (成分使用量(第5表より)) × 100

2) 流出量は第9・10・11・12図の農薬流出量を示す折れ線と農薬流出量0を示す水平線との間の面積として推定した値。

プロカルブは、水田圃場での調査と近い流出率であった。

以上のように水田使用農薬が、降雨による田面水のオーバーフローによって系外へ流出することが認められた。また、農薬の系外への流出率は、ほとんどの場合5%未満にとどまったが、農薬の種類や降雨の状況により10%以上に達する場合があった。このような流出を防止するため、特に農薬処理後10～20日間は、降雨があっても容易に田面水が排出されないよう、圃場排水口のせき止め水位を高く保てるようにする必要がある。

IV 摘 要

水田使用農薬であるエスプロカルブ、メフェナセット、プレチラクロール、プロベナゾール、ピリブチカルブについて、河川や田面水中での消長をモニタリング調査するとともに、農薬成分の系外への流出率やそれらに及ぼす要因について検討した。その結果、次のことが明らかとなった。

1. 河川における農薬の検出頻度は、その使用時期を中心に一時的に高まるものの、それ以外の時期には、検出限界未満か比較的低い濃度で推移した。
2. 河川における農薬濃度は、瞬間的な最高濃度でも公共用水域の水質評価指針値(年間平均値として評価)と同レベルか1/2～1/50程度にとどまった。水質評価指針値が設定されていないピリブチカルブにおいても他の農薬成分と同じかそれ以下の低いレベルであった。
3. 田面水中における農薬の処理後の最高濃度は、河川で検出された最高濃度の8倍(プロベナゾー

ル)～360倍(プレチラクロール)に達したが、各農薬ともに田面水中の登録保留基準値(150日間の平均濃度として評価)をこえるおそれはなかった。また、プロベナゾールは水溶解度が高いが、育苗箱処理されたことにより、田面水中への溶出が抑えられた。

4. 各農薬の系外への流出は、1日の降水量が40mmをこえるような多量の降雨によって田面水がオーバーフローすることにより、主に発生した。使用量に対する流出率は、ほとんどの場合5%未満にとどまると推定されたが、メフェナセットは水中半減期が長いために、降雨の状況によっては10%以上に達することがあると推定された。
5. 水田使用農薬の系外への流出を防止するため、特に農薬処理後10～20日間は、降雨によって容易に田面水が排出されないよう、圃場排水口のせき止め水位を高くする必要がある。

参 考 文 献

- 1) 関東農政局生産流通部農産普及課植物防疫係：農薬の水質に係わる各種基準について（平成10年2月5日付け 9植防-106）（1998）
- 2) 金澤 純：農薬の環境科学，合同出版（1992）
- 3) 農薬残留分析班編：最新 農薬の残留分析法，中央法規出版（1995）

Behavior of Some Paddy-Field-Use Pesticides
in Rivere and Paddy Field.

Kenji NAKAMURA

keywords : Paddy-field-use pesticide, River, Paddy field, Pesticide residue, Runoff ratio.

Summary

Behavior of 5 paddy-field-use pesticides [esprocarb, mefenacet, pretilachlor, probenazole and pyributicarb] in river and paddy field water were investigated. There was no possibility of each pesticide reaching so high concentration as to exceed guidelines for water quality. Since pesticides were running off along with overflow of paddy water caused by heavy rain fall, water holding level at the drainageport of paddy field is needed to be high especially for 10-20 days after applying pesticides.

施肥管理が窒素溶脱に及ぼす影響*

松本英一

Influence of Fertilizing managements on leaching of Nitrate Nitrogen.

Eiichi MATSUMOTO

キーワード：チッソ，ショウサントイチッソ，ポーラスカップ，ドジョウヨウエキ，
カンコウセイヒリョウ，ジョウシ，セヒホウ，マルチ，ゲンビ

露地野菜栽培において，硝酸態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）の溶脱を抑制することを目的に，施肥管理の違いが作物の生育・収量，土壤溶液及び土壤層位別の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度に及ぼす影響を検討した。その結果，緩効性肥料を条施（作条施肥）することにより慣行と比較し，2割の減肥で同収量が得られ，更にマルチを組合せることで4割の減肥が可能であった。また，普通化成肥料施用に比べ，これらの施肥法による土壤溶液中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は低く推移し，土壤層位中に残存する $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度も低いことが明らかになった。

I 緒 言

近年，地下水中の硝酸態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）濃度の上昇が報告され^{5) 6)}，その動向に関心が集まりつつある。環境庁は平成12年2月に水質汚濁に係る環境基準の一部改正を実施し，硝酸態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）及び亜硝酸態窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）を環境基準項目に追加した。本県の畑作地帯の浅層地下水の水質調査³⁾によれば，浅層地下水は施肥由来と考えられる $\text{NO}_3\text{-N}$ の富化が認められている。化学肥料が食糧生産に不可欠であることは言うまでもないが，現在，環境に影響の少ない効率の良い化学肥料の利用法が求められている。

一方，農林水産省は新農業基本法（平4）において，

さらに平成11年に公布された「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」においても，有機物施用による土づくり，減化学肥料，減農薬を環境保全的技術の基幹として位置づけている。なかでも減化学肥料については，作物の収量品質を低下させずに達成することが望まれている。

本研究の目的は窒素施肥による環境負荷を最小にするため，露地野菜を対象にマルチ・肥料形態・施肥法の個別技術と，その三者を組み合わせた窒素溶脱抑制につながる施肥管理法を開発することである。

* 本報告の一部は1999年日本土壤肥料学会北海道大会（北海道大学）において発表した。

II 試験方法

試験は農業研究所畑圃場(表層腐植質黒ボク土)で行った。作物は、平成4年はハクサイ(品種名:新理想,以下同じ),平成5年はトウモロコシ(カクテル86)及びハクサイ(新理想),平成6年はトウモロコシ(カクテル86)及びレタス(シスコ),平成7年はトウモロコシ(カクテル86)及びハクサイ(新理想)を供試した。試験規模は1区16㎡2反復で実施した。

試験区の構成を第1表に示した。設置時期は処理により異なり,平成4年にマルチの有無及び肥料形態の処理区(①,②,③,⑧)を,平成5年に施肥法の処理(④,⑤)区を,平成6年に組合せ試験区(⑥,⑦)を設置した。

標準施肥量は茨城県野菜耕種基準⁹⁾に従い,10aあたりkg(N-P₂O₅-K₂O)は,ハクサイで30-20-30,トウモロコシで20-15-20,レタスで15-15-15とした。

耕種概要を第2表に示す。栽植様式は平成4年,5年のハクサイは畝幅70cm,株間50cmとしたが,平成5年

のトウモロコシ及び平成6年以降は3作物とも畝幅60cm,株間30cmとした。

条施(作条施肥)は以下のように行った。すなわち,作物の播種・定植位置に肥料を幅10cmで筋条に施したあと,オートカルチにより幅30cm,深さ10cmに混和した。

土壤溶液の採取は,各作の出芽または定植後に,畝部の株間中央部にポーラスカップを埋設し,真空ポンプによりpF2.95相当の吸引圧で行った。ポーラスカップの採水部の深度は地表下50cm及び100cmとした。採水間隔は1週間毎を基本とした。平成6年以降の4作におけるポーラスカップの埋設位置は毎作ほぼ同一位置とした。

試験終了4か月後の平成8年4月に,試験区の畝部の土壤を層位別に,10cm刻みで地表下100cmまで採取し,土壤中のNO₃-Nの垂直分布を調査した。

土壤溶液の分析はイオンクロマトグラフで,土壤中の硝酸態窒素濃度はイオンメータにより求めた。

第1表 試験区の構成

区名	マルチの有無	施肥量	肥料形態	施肥法	設置年
① マルチ	有	標準	普通化成肥料	全面全層	平4~7
② 緩効性肥料	無	2~3割減肥	I B態	全面全層	平4~7
③ 被覆肥料	無	2~3割減肥	70日タイプ	全面全層	平4~7
④ 分 施	無	標準	普通化成肥料	全面全層 (基肥70%追肥30%)	平5~7
⑤ 条 施	無	3割減肥	普通化成肥料	作条施肥	平5~7
⑥ 組合せA	有	4割減肥	緩効性肥料	作条施肥	平6~7
⑦ 組合せB	無	3割減肥	緩効性肥料	作条施肥	平6~7
⑧ 対 照	無	標準	普通化成肥料	全面全層	平4~7

第2表 耕種概要

年 度 作 物	平 4		平 5		平 6		平 7	
	ハクサイ	トウモロコシ	ハクサイ	トウモロコシ	レタス	トウモロコシ	ハクサイ	
播種定植(月/日)	9/8	5/21	9/16	4/27	9/21	5/19	9/5	
収 穫(月/日)	11/30	8/25	12/17	7/21	12/1	8/18	12/1	
畝幅×株間 (cm)	70×50	60×30	70×50	60×30	60×30	60×30	60×30	

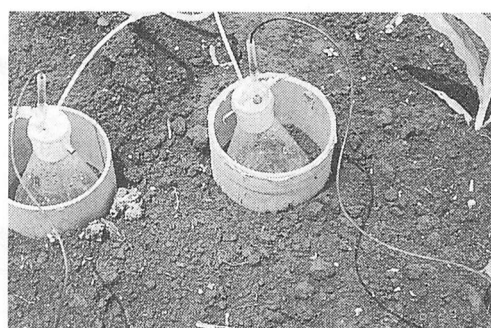


写真1 土壌溶液の採取状況

III 試験結果

1 作物の収量と窒素吸収量

1) マルチの有無

マルチ被覆によって、第3作のハクサイを除き処理区の収量は同じ施肥量の対照区に比べ増収し、全7作の平均収量で対照区を14%上まわった(第3表)。第3作ハクサイの低収は、定植時に植え穴処理した殺虫剤の薬害

が原因と思われる。

窒素吸収量も収量と同様の傾向を示し、第3作を除き対照区に比べ増大し、7作平均で17%上まわった。同一施肥条件下において、マルチの増収効果を追認する結果となった。

第3表 作物収量と窒素吸収量(マルチの有無)

区	収量比(%)							平均	窒素吸収量(kg/a)							合計	対照比(%)
	平4 ハク	平5 トウ	平6 ハク	平6 トウ	平6 レタ	平7 トウ	平7 ハク		平4 ハク	平5 トウ	平6 ハク	平6 トウ	平6 レタ	平7 トウ	平7 ハク		
マルチ	120	117	90	110	120	111	132	114	1.67	1.09	1.27	1.53	0.38	1.30	3.37	10.61	117
対照	100	100	100	100	100	100	100	100	1.56	0.90	1.35	1.35	0.29	1.05	2.58	9.08	100

注) ハク:ハクサイ, トウ:トウモロコシ, レタ:レタス 収量比は対照区の収量を100とした場合の指数
第4~6の表も同様

2) 肥料形態

肥料形態の比較は、速効性の普通化成肥料(対照)に対するIB態の緩効性肥料と被覆肥料の肥効を調査した。第3作までは対照区と同等の施肥量としたが、緩効性肥料区の収量を考慮し、第4, 5作には3割減肥とし、第6, 7作は2割減肥とした。

対照区の収量を100とした指数で、緩効性肥料区の収量は85~106(平均98%)を示し、2割減肥の第6, 7作の場合平均97%と対照区と同等であった。一方、被覆肥料では収量比は75~100で平均90と低かった。

窒素吸収量は全7作平均で対照区に比べ、緩効性肥料は6%増加したが、被覆肥料は10%低下した(第4表)。

第4表 作物収量と窒素吸収量(肥料形態)

区	収量比(%)							平均	窒素吸収量(kg/a)							合計	対照比(%)	
	平4 ハク	平5 トウ	平6 ハク	平6 トウ	平6 レタ	平7 トウ	平7 ハク		平4 ハク	平5 トウ	平6 ハク	平6 トウ	平6 レタ	平7 トウ	平7 ハク			
緩効	102	105	106	93	85	98	95	98	1.74	1.01	1.44	1.24	0.27	1.14	2.81	9.65	10	6
被覆	87	100	86	99	75	95	90	90	1.40	0.99	1.41	1.37	0.28	1.15	1.57	8.17	9	0
対照	100	100	100	100	100	100	100	100	1.56	0.90	1.35	1.35	0.29	1.05	2.58	9.08	10	0

注) 緩効:緩効性肥料(IB態), 被覆:被覆肥料(70日タイプ), 対照:普通化成肥料(速効性)。
緩効性肥料, 被覆肥料とも平6年(第4, 5作)3割減肥, 平7年(第6, 7作)2割減肥。

3) 施肥法

標準施肥量の分施肥は年2作3ヵ年全6作の平均収量指数は98, 窒素吸収量は98で対照区と同等であった。第3作以降3割減肥の条施肥も平均収量指数97, 窒素

吸収量98と対照区と同等であった。条施肥は減肥しても対照区と同等の収量が得られることから、有望な肥料削減技術である(第5表)。

第5表 作物収量と窒素吸収量(施肥法)

区別	平5		平6		平7		平均	平5		平6		平7		合計	対照比(%)
	トウ	ハク	トウ	レタ	トウ	ハク		トウ	ハク	トウ	レタ	トウ	ハク		
	収量比(%)							窒素吸収量(kg/a)							
分施	98	73	99	98	114	104	98	0.91	1.10	1.21	0.30	1.20	2.88	7.60	98
条施	93	93	102	96	100	100	97	0.83	1.26	1.31	0.30	1.05	2.81	7.56	98
対照	100	100	100	100	100	100	100	0.90	1.35	1.35	0.29	1.05	2.58	7.75	100

注) 分施: 基肥70%, 追肥30% 条施, 対照(全面全層): 全量基肥施用。
 条施: 第3作以降(平6トウモロコシ)3割減肥。

4) 組合せ(第6表)

マルチ, 緩効性肥料及び条施を組み合わせることで4割減肥したA区は, 全4作で収量比は99~117(平均106), 窒素吸収量は対照区対比120%で対照区に比べ優れた。一方, 緩効性肥料及び条施を組み合わせることで3割減肥したB

区は, 同様に収量比は94~101(平均97), 窒素吸収量の対照区対比は112%であり, 対照区と比べ収量は同等で窒素吸収は優れた。以上から, マルチ, 緩効性肥料及び条施を組み合わせることで窒素肥料の大幅な減肥が可能であることが示された。

第6表 収量と窒素吸収量(組合せ)

区別	平6		平7		平均	平6		平7		合計	対照比(%)
	トウ	レタ	トウ	ハク		トウ	ハク	トウ	ハク		
	収量比(%)					窒素吸収量(kg/a)					
A区	103	103	99	117	106	1.41	0.35	1.17	3.37	6.30	120
B区	101	94	94	97	97	1.27	0.30	1.12	3.20	5.89	112
対照	100	100	100	100	100	1.35	0.29	1.05	2.58	5.27	100

注) A区: マルチ+緩効性肥料+条施(4割減肥)
 B区: 緩効性肥料+条施(3割減肥)

2. 土壌溶液中のNO₃-N濃度

比較を容易にするために平成6~7年に行った組合せ試験にあわせ最後の4作分(第4~7作)について第1図~第7図に示した。

マルチの有無が土壌溶液中のNO₃-N濃度に及ぼす影響を第1図に示した。地表下50cmのNO₃-N濃度は, 第6作以降で, マルチ区より対照区のNO₃-N濃度が高まる傾向がみられた。地表下100cmのNO₃-N濃度にはマルチの影響はみられず対照区と大きな差はなかった。窒素溶脱の危険性がある地表下100cmのNO₃-N濃度はマルチにより濃度を下げることができなかった。

肥料形態が地表下50cmのNO₃-N濃度に及ぼす影響

を第2図に, 同じく地表下100cmのNO₃-N濃度に及ぼす影響を第3図に示した。地表下50cmにおいては, 対照区に比べ緩効性肥料及び被覆肥料のNO₃-N濃度は低下する傾向がみられたが, 緩効性肥料と被覆肥料の濃度は時期により入れ替わり, その違いは判然としなかった。地表下100cmのNO₃-N濃度は, 地表下50cmにおけるほど肥料形態の違いは明確ではないが, 同様の傾向がみられた。

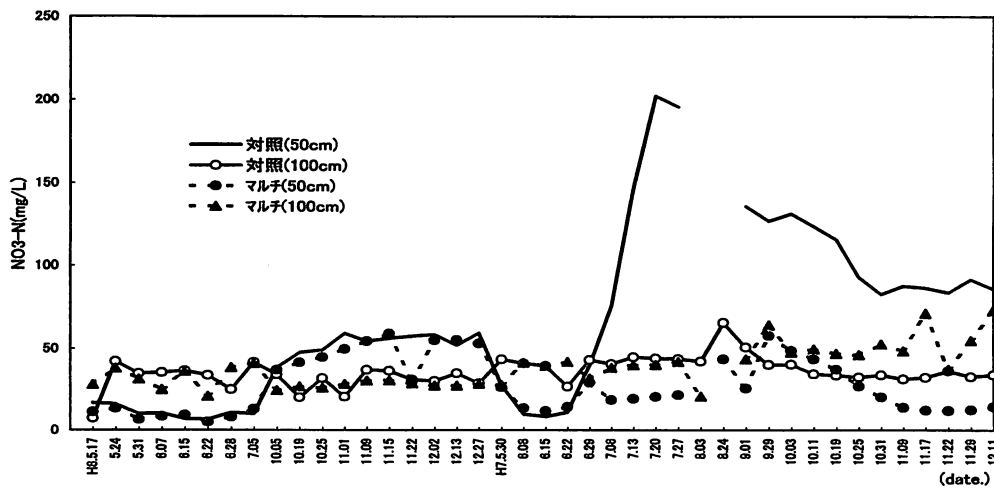
施肥法の違いが地表下50cmのNO₃-N濃度に及ぼす影響を第4図に, 同じく地表下100cmのNO₃-N濃度に及ぼす影響を第5図に示した。地表下50cmのNO₃-N濃度は時期的に変動はあるものの, 分施肥区及び条施肥区

施肥管理が窒素溶脱に及ぼす影響

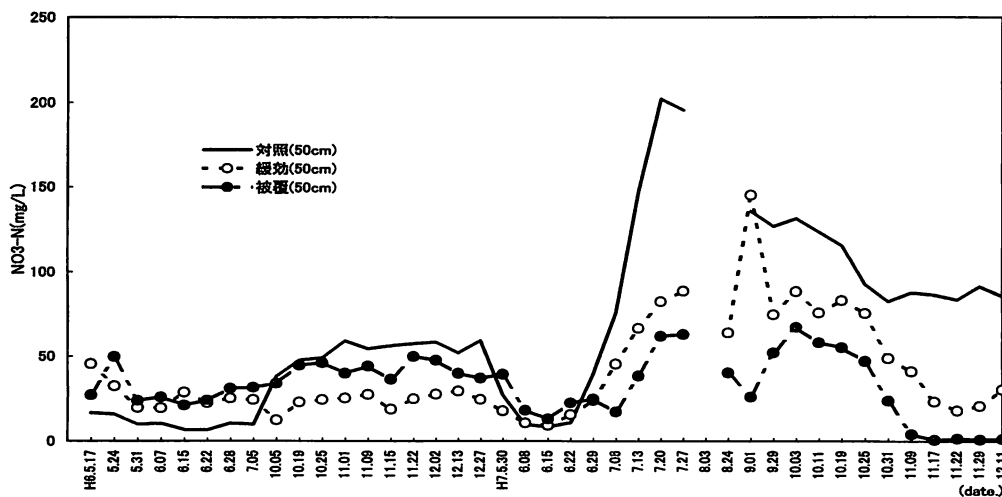
は対照区に比べ低く推移した。地表下 100 cm の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は、対照区と分施肥はほぼ同等であったが、条施肥は両者より明らかに低く推移した。

マルチ、緩効性肥料、条施の組合せ試験における地表下 50 cm 及び地表下 100 cm の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移を第 6 図、第 7 図に示した。いずれの層位においても、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は緩効性肥料と条施を組み合わせた区 (B 区) は対照区に比べ低く、これにさらにマルチを組み合わせた区 (A 区) でさらに低く推移した。これらの組合せは土壤溶液中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を低下させるのに有効な施肥管理技術であることがあきらかになった。

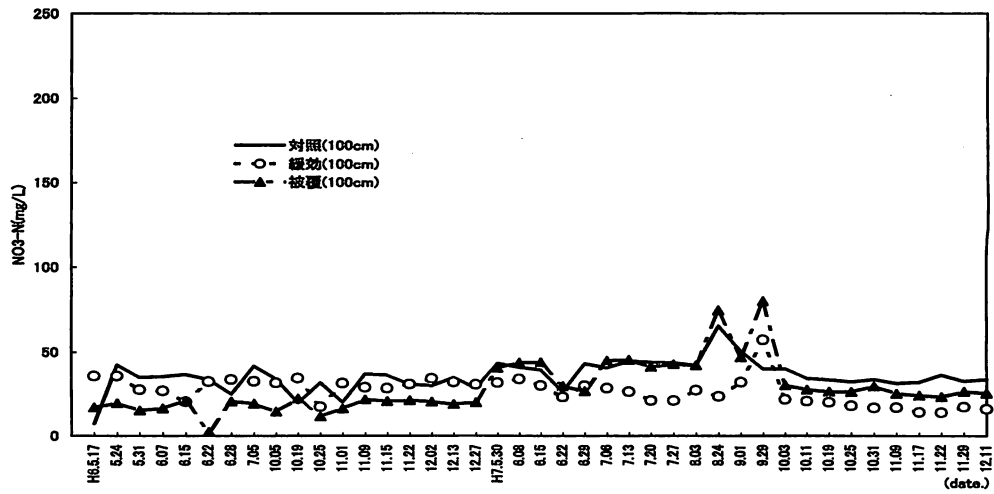
本試験に用いた土壤溶液は、pF 2.95 の吸引圧で地表下 50 cm 及び 100 cm の部位から採取したものである。降水による土壤水の降下及び浸透は、pF 1.5 ~ 1.8 以下で起こることが分かっている。このように pF 値により $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が増加するので、この関係を把握するために補助実験を行った。遠心分離器により分離された溶液中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と回転数の関係から、黒ボク土において水の降下浸透が起こる pF 1.8 における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は、pF 2.95 の吸引圧で採取したものの 50% であると推定した。



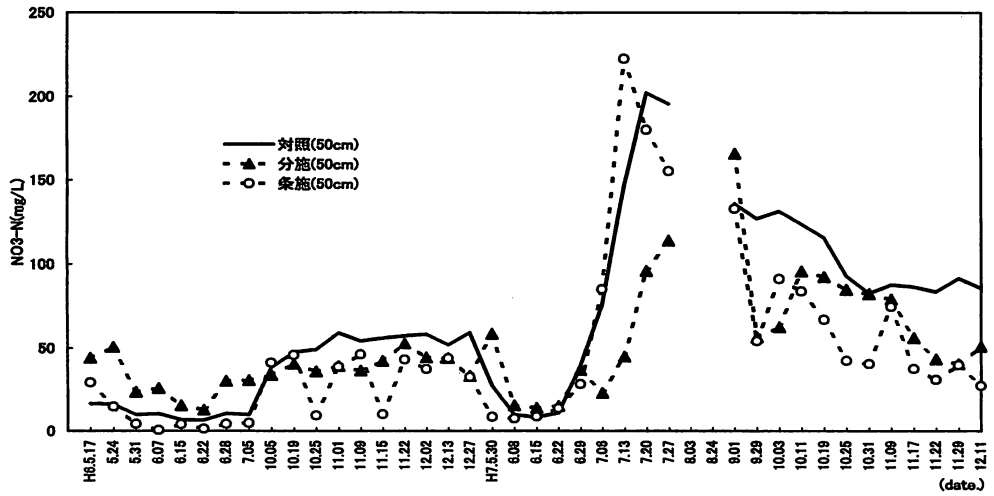
第 1 図 マルチの有無による $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移



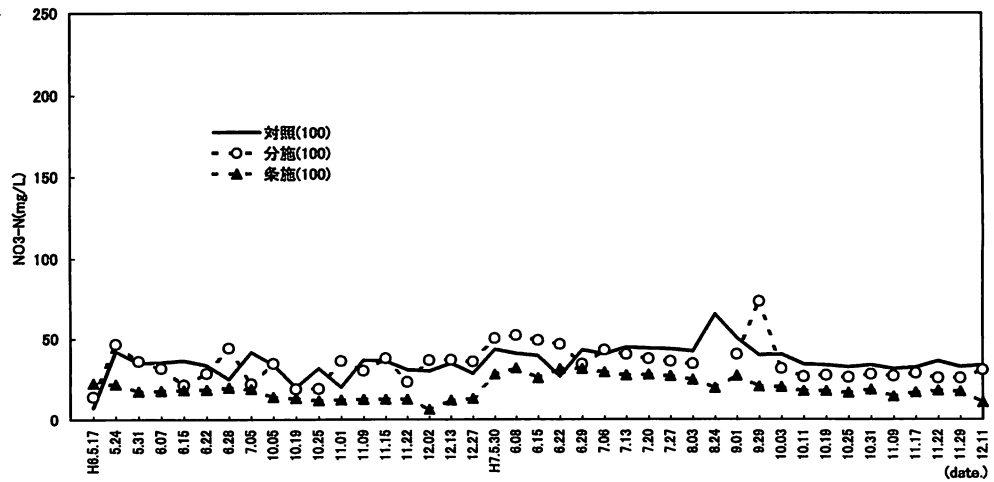
第 2 図 肥料形態の違いによる地表下 50 cm の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移



第3図 肥料形態の違いによる地表下100 cmのNO₃-N濃度の推移

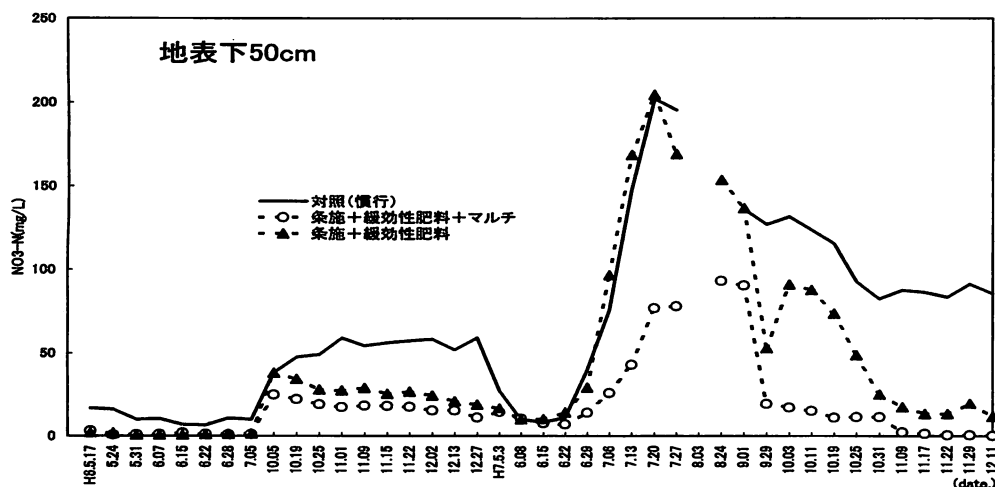


第4図 施肥法の違いによる地表下50 cmのNO₃-N濃度の推移

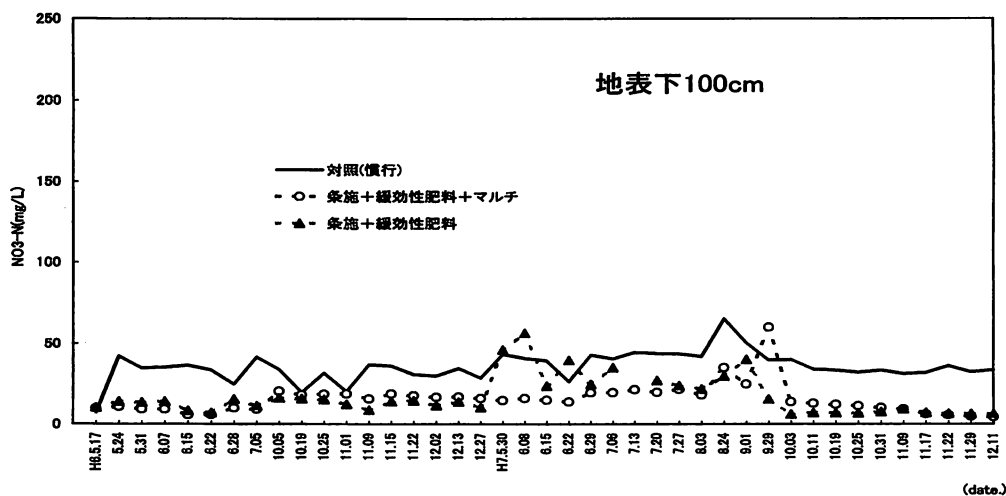


第5図 施肥法の違いによる地表下100 cmのNO₃-N濃度の推移

施肥管理が窒素溶脱に及ぼす影響



第6図 条施・緩効性肥料・マルチの組合せによるNO₃-N濃度の推移



第7図 条施・緩効性肥料・マルチの組合せによるNO₃-N濃度の推移

3. 土壌層位別のNO₃-N濃度

マルチの有無による土壌層位別のNO₃-N濃度を図8に示した。対照区(普通化成肥料の全面全層施肥, 以下の肥料形態, 施肥法, 組合せ全てに共通)のNO₃-N濃度は表層0~20 cmでは5 mg/100 g以下と低く, 30~60 cmに12 mg/100 gの濃度のピークがみられ, 以下の層位では漸減し100 cmでは5 mg/100 g以下であった。

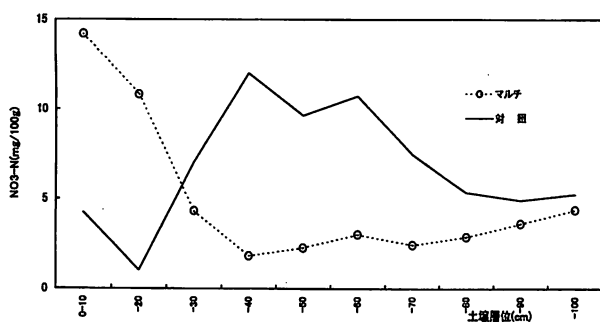
マルチ区では0~10 cmの15 mg/100 g弱で濃度が最も高く, 40 cmまでは層位が低下するほど濃度は2 mg/100 gまで急激に低下した。それより下層ではわずかに増える傾向がみられ, 90~100 cmの層位では5 mg/100 g程度であり, 対照区より濃度はやや低いもののわずかの差であった。

肥料形態による土壌層位別のNO₃-N濃度を第9図

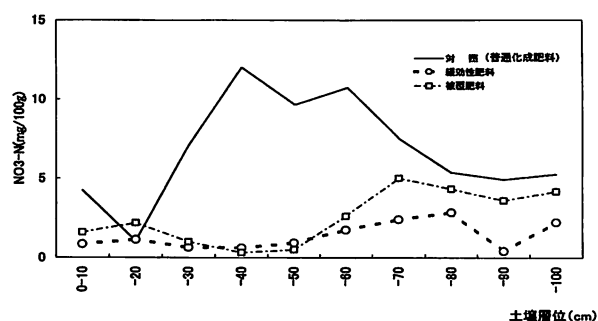
に示した。緩効性肥料及び被覆肥料は-50 cmまでは1~2 mg/100 g程度の低い濃度であったが, -60 cm以下の層位でそれぞれ3 mg, 5 mgの小さなピークがみられた。-70 cm以下の層位では差は小さいが濃度は対照区が最も高く, 以下被覆肥料, 緩効性肥料の順に低かった。

施肥法の違いによる土壌層位別のNO₃-N濃度を第10図に示した。全面全層施肥の対照区に比べ, 分施及び条施区の土壌層位別のNO₃-N濃度はほぼすべての層位で明らかに低く, とくに条施区で低かった。

組合せ処理が土壌層位別のNO₃-N濃度に及ぼす影響を第11図に示した。緩効性肥料, 条施及びマルチを組み合わせた区は全層位において1 mg/100 g以下, 緩効性肥料及び条施を組み合わせた区は2 mg/100 g以下でともに対照区の最大12 mg/100 gに比べ, 土壌中の



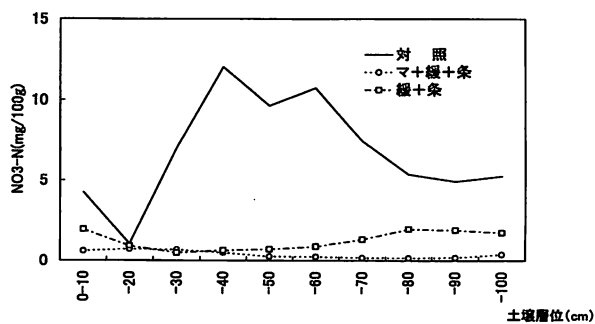
第8図 マルチの有無による土壌層位別硝酸態窒素濃度



第9図 肥料形態による土壌層位別の硝酸態窒素濃度



第10図 施肥法の違いによる土壌層位別の硝酸態窒素濃度



第11図 施肥法・マルチ・肥料の組合せによる土壌層位別の硝酸態窒素濃度

NO₃-N濃度は大幅に低かった。

以上のように、肥料形態では緩効性肥料及び被覆肥料、施肥法では条施が土壌層位中のNO₃-N濃度の抑制に有効であった。またマルチは、単独での効果は小さいが、緩効性肥料及び条施と組み合わせることでNO₃-N濃度の抑制に有効であった。

平成6～7年の4作について、窒素の収支と土壌溶液中の平均NO₃-N濃度を第7表に示した。N回収率{(作物窒素吸収量/施肥窒素量)×100}はいずれの処理区も対照区より高く、特に条施区、条施+緩効性肥料区、マルチ+条施+緩効性肥料区で回収率90%以上となった。土壌層位別の仮比重と、同じくNO₃-N濃度から求めた土層100cmまでのNO₃-N残存量は、各処理区とも対照区の3.73kg/aに比べて低く、とくに緩効性肥料区は0.75kg/a、条施+緩効性肥料区は0.70kg/a、マルチ+条施+緩効性肥料区は0.23kg/aであり全面全層施肥+普通化成肥料の対照区に比べ、1/4以

下の残存量となった。

土壌溶液中の平均NO₃-N濃度は、-100cmにおいては条施区は19.3mg/L、条施+緩効性肥料区は17.1mg/L、マルチ+条施+緩効性肥料区は15.6mg/Lで、いずれも対照区の35.6mg/Lの1/2以下の濃度であった。前述の試験結果から、溶脱の起こるpF1.8以下のときの濃度はpF2.95のときの50%と推定されるので、これら3区の溶脱水のNO₃-N濃度は環境基準値の10mg/Lを下回ることになる。

以上からマルチ+条施+緩効性肥料区はNの回収に優れ、土壌中のNO₃-Nの残存量も少なく、土壌溶液中のNO₃-N濃度も低いことから環境に対し影響の少ない施肥技術と云える。しかし、N回収率が123%と高いことは、土壌中の窒素を対照区に比べ多く吸収していると捉えることができ、持続的な技術とするには、有機質資材等の補給により地力の維持を図る必要がある。

第7表 処理別N回収率、土壌N残存量と土壌溶液中のNO₃-N濃度

区 別	N施肥量 ¹⁾ (kg/a)	N回収率 ²⁾ (%)	NO ₃ -N残存量 ³⁾ (kg/a)	平均NO ₃ -N濃度 (mg/L) ⁴⁾	
				-50 cm	-100 cm
マ ル チ	8.50	77.4	3.07	27.3	38.2
緩効性肥料	6.45	84.7	0.75	40.1	26.9
被覆肥料	6.45	67.0	1.37	33.3	28.9
分 施	8.50	65.8	1.83	50.3	34.2
条 施	5.95	91.9	1.09	47.3	19.3
マルチ+条+緩	5.10	123.5	0.23	18.5	15.6
条 + 緩	5.95	99.0	0.70	43.6	17.1
対 照 ⁵⁾	8.50	62.0	3.73	66.1	35.6

注) 1) トウモロコシ, レタス, トウモロコシ, ハクサイの2か年4作の合計値 (平6~7年)

2) (作物吸収N量/施肥窒素量) × 100

3) 土層100 cmまでのNO₃-N残存量

4) ポーラスカップ (pF 2.95) 採取による土壌溶液濃度の平均値

5) 無マルチ, 普通化成肥料, 全面全層施肥

IV 考 察

施肥養分は、作物による吸収、土壌への蓄積及び土壌からの損失（流亡、溶脱及び揮散）の何れかによって費やされる。作物による吸収、土壌への蓄積の増加、あるいは土壌からの損失の減少によって環境負荷が削減できる。地下水への溶脱が問題となる硝酸態窒素は、陰イオンであるため土壌には吸着されにくく、主に作物による吸収を増すことにより、地下水への流亡を削減できる。

肥料成分の溶出が緩やかな緩効性肥料、被覆肥料（肥効調整型肥料）及び有機質肥料は、その肥効が緩効的であるので、普通化成肥料に比べ作物による吸収量の増大が期待される。他の試験結果でも緩効性肥料及び被覆肥料等の利用によって作物の収量を維持して20%~30%の窒素減肥を達成した例は多い⁴⁾。本試験結果も同様に、普通化成肥料を用いた場合に比べ、緩効性肥料を施用することで収量を維持しながら、20%~30%の窒素減肥が可能であるという結果を得た。被覆肥料は一貫して70日タイプを用いたことにより緩効性肥料に比べ収量は劣る結果となったが、より溶出期間が短いタイプであれば収量が増加する可能性もあり、更に検討する必要がある。

施肥法について検討した結果、分施は対照の全面全層施肥に比べ収量がわずかに優ったが、大きな違いはなかった。一方、条施は普通化成肥料を用いて3割減肥が可能であった。本試験では条施を手作業で行ったが、当所経

営技術研究室が平成11年にトラクタ着装の畝内条施肥機を開発しており²⁾、条施作業の機械化が可能となると思われる。また愛知県、千葉県も同様の機械を開発し市販化を進めていることから、条施肥機は今後の持続型農業の有力な手段になると考えられる。

マルチは養水分の保持、地温調節、雑草対策に効果がある。養水分の保持効果は無マルチより明らかに高く、収量性も対照区に比べ高い。しかし、普通化成肥料の標準施肥では土壌溶液中のNO₃-N濃度は低下していない。このことはマルチ被覆期間には養分は土層上部に保持されるが、収穫後のマルチ除去により溶脱されやすい状態になり、その後降水によって下層に移動して土壌溶液中のNO₃-N濃度が高まるためと考えられる。これを防ぐには収穫時における作土層の余剰のNO₃-N濃度を低めるしかなく、減肥あるいは青刈り作物導入等による余剰窒素の吸収が必要となる。

硝酸態窒素の溶脱は、降水量によって影響を受ける。最終供試作物のハクサイの施肥日（9月4日）から土壌の調査日（4月5日）までの約7ヶ月の降水量は、399.5 mmで平年の2/3程度と少なかった。一方、ハクサイの施肥によると考えられる土壌中の硝酸態窒素のピークは、-40~-60 cmにみられた（図8）。これに対し対照区に施肥された肥料はロータリー耕のため耕起直後は0~15 cmの層に分布していたと考えられる。このこと

から、硝酸態窒素の移動は見かけ上400mmの降水量で土層40cm降下したことになる。この降水量と浸透水の到達深度の関係は他の試験結果と一致した⁷⁾。本研究では層位別の土壌採取は栽培終了4か月後の1回しか行わなかった。さらに、その深度も地表下100cmまでであり、NO₃-Nの土壌内の移動を論議するには不十分であることは否めない。ハクサイの前作トウモロコシ(5月18日施肥)の影響は土層内100cmにみられず、それ以下の層に降下したものと考えられる。このように施肥に

由来するNO₃-Nは約1年で1m以上も降下浸透し、いずれは地下水や公共用水域に流出すると考えられる。

耕種側のNO₃-N流出対策としては、緩効性肥料や条施肥(局所施肥)あるいはマルチを用いた減肥により土層内の濃度を低減する方法がある。しかし、野菜は一般に成熟期を待たず栄養生長期において収穫されるため作土層にある程度の窒素を含めた養分を保持していなければならない。このことから収穫期における適正(最小)養分濃度を明らかにする必要がある。

V 摘 要

露地野菜栽培における硝酸態窒素(NO₃-N)の溶脱を抑制することを目的に、施肥管理の違いが作物の収量・N吸収量、土壌溶液及び土壌層位別のNO₃-N濃度に及ぼす影響を検討した。供試作物はハクサイ、トウモロコシ及びレタスで4か年で計7作栽培し以下の結果を得た。

1. マルチ被覆により作物の収量やN吸収量は増大するが、地表下-100cmの層における土壌溶液中のNO₃-N濃度は対照区と大きな差はなかった。
2. 緩効性肥料の使用により、作物収量の維持と2割の減肥が可能であった。また、地表下-100cmの層における土壌溶液中のNO₃-N濃度は普通化成肥料に比べ低く推移した。
3. 条施により、3割の減肥と収量の維持ができ、地表下-100cmの層における土壌溶液中のNO₃-N濃度も対照区(全面全層施肥)に比べ大幅に低下した。
4. マルチ、緩効性肥料及び条施を組合せて4割減肥す

る処理により、対照の無マルチ、普通化成肥料の全面全層施肥に比べ収量は平均5%増収し、また地表下-100cmの層における土壌溶液中のNO₃-N濃度も後半4作の平均で16mg/Lであり、対照区の36mg/Lに対し明らかに低下した。

5. 緩効性肥料及び条施を組合せて3割減肥する処理により、収量は平均3%減収したが、地表下-100cmの層における土壌溶液中のNO₃-N濃度は17mg/Lと低くなり組合せによる抑制効果が認められた。
6. 栽培跡地の深さ100cmまでの土層中の残存NO₃-N量は対照区が3.73kg/aで最も多く、これに対し緩効性肥料区は0.75kg/a、マルチ・緩効性肥料・条施組合せ区は0.23kg/a、緩効性肥料・条施組合せ区は0.70kg/aで明らかに少なかった。
7. 土壌溶液中のNO₃-N濃度は、マルチ区を除いて地表下50cmに比べ100cmで低い傾向がみられた。

引 用 文 献

- 1) 土壌肥料用語辞典(1998)農文協. 62
- 2) 茨城県農業総合センター試験研究主要成果集(1999)秋冬ハクサイにおける畦内条施肥機と緩効性肥料を使用した減肥技術. 35-36
- 3) 松本英一・平山力・青木武・小山田勉(1994)畑作地帯の浅層地下水水質の実態. 茨農総セ農研研報1: 63-78
- 4) ———(1996)養分の利用率向上をめざした新たな技術開発の動向1)畑. 関東東海農業環境調和型農業生産における土壌管理技術に関する第6回研究会資料. 16-27
- 5) 永井茂(1989)無機汚染の実例と今後の問題. 日本地下水学会1989年度秋季講演会講演要旨. 22-25
- 6) 農水省資源課農村環境保全室(1991)農業用地下水の水質調査結果の概要.
- 7) 小川吉雄・石川実・吉原貢・石川昌男(1979)畑地からの窒素の流出に関する研究. 茨農試特別研報4: 1-71
- 8) 野菜耕種基準(1994)茨城県農業総合センター

Influence of Fertilizing Managements on Leaching of Nitrate Nitrogen

Eiichi MATSUMOTO

Keywords : Nitrogen, Nitrate-Nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), Soil-water, Porous-cup, Slow-release fertilizer, Stripe-fertilizing, Fertilizing-Methods, Mulch, Decreasing amount of fertilizer.

Summary

To minimize influence of fertilization in vegetable-cultivation for environment, studies were made on the differences of fertilizing managements which affect concentrations of $\text{NO}_3\text{-N}$ of both soil-water and soil horizon as well as crop-yields and crop-absorbance of nitrogen. Seven cultivations were made using chinese cabbage, sweetcorn and lettuce for examination.

To estimate nitrogen-leaching, porous cups were set at 50cm and 100cm under soil-surface for collecting soil-water. Suctions of soil-water were made at pF2.95 by vacuum pump. The results obtained can be summarized as follows.

1. Mulching increased both yields of vegetables and absorbances of nitrogen, but did not affect the concentrations of $\text{NO}_3\text{-N}$ of soil-water at -100cm .
2. Using slow-release fertilizer instead of common chemical fertilizer, amount of nitrogen fertilization can be decreased to 80% without decreasing yields of vegetables. The transition of concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ of soil-water at 100cm was lower than that of common chemical fertilizer.
3. Adopting stripe-fertilizing instead of whole layer application of fertilizer, amount of nitrogen fertilization can be decreased to 70% without decreasing yields of vegetables. The transition of concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ of soil-water at -100cm was lower than that of whole layer application of fertilizer.
4. Combination B including using slow-release fertilizer and stripe-fertilizing, decreased yields of vegetables 3% on the average though the amount of nitrogen fertilization was reduced to 70%. Also, the transition of concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ of soil-water at -100cm was lower than of control.
5. Combination A including mulching, using slow-release fertilizer and stripe-fertilizing, increased yield of vegetables 5% on the average though the amount of nitrogen fertilization was reduced to 60%. Also, the transition of concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ of soil-water at -100cm was lower than that of control.
6. The amount of residual $\text{NO}_3\text{-N}$ in soil layer up to -100cm was highest in control plot, 3.73kg/a , while that of combination A, combination B and slow-release fertilizer were 0.23kg/a , 0.70kg/a , 0.75kg/a , respectively.
7. The concentrations of $\text{NO}_3\text{-N}$ of soil-water were higher at -50cm than at -100cm except for plot of mulching.

所 長 川 崎 昇 三
編 集 委 員 茅 根 敦 夫
泉 澤 直
松 本 英 一
茂 垣 慶 一
上 田 康 郎
狩 野 幹 夫

茨城県農業総合センター農業研究所研究報告 第6号

平成14年11月26日発行

発行所 茨城県農業総合センター農業研究所
〒311-4203 水戸市上国井町3402
電話 029-239-7211

印刷所 有限会社 新 生 プ リ ン ト
〒310-0912 水戸市見川2丁目28-18

Bulletin
of the
Agricultural Research Institute
Ibaraki Agricultural Center
No. 6 (2002)

Contents

On the New Recommended Brewers' Rice Cultivar "Hitachinishiki" in Ibaraki Prefecture. Aiko KONO, Tadashi IZUMISAWA, Etsuo NAKAGAWA, Ritsuo SUGA	1 – 8
On the Semi New Recommended Soybean Variety "Hatayutaka" in Ibaraki Prefecture. Eiichi KASHIMURA, Mikio HAYASHI, Kouichi SUZUKI, Etsuo NAKAGAWA, Mikio KANOU	9 – 22
On the Consideration of Characteristics of Absorbing Nitrogen for the Sweet Potato. Takashi KAWANO, Kuni SAKAI, Kakuni MIDORIKAWA	23 – 30
Behavior of Some Paddy-Field-Use Pesticides in Rivere and Paddy Field. Kenji NAKAMURA	31 – 41
Influence of Fertilizing managements on leaching of Nitrate Nitrogen. Eiichi MATSUMOTO	43 – 53

Agricultural Research Institute
Ibaraki Agricultural Center
Kamikunii, Mito, Ibaraki, 311-4203, Japan