

Series A(Crop) No. 12

February 1993

ISSN 0286-3022

BULLETIN

OF

THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

(Chikushino, Fukuoka 818 Japan)

---

---

# 福岡県農業総合試験場研究報告

A (作物) 第12号

平成5年2月

---

---

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

福岡農総試研報  
Bull. Fukuoka  
Agric. Res. Cent.

福岡県農業総合試験場研究報告A(作物)第12号 正誤表

頁・表等	誤	訂正後
p7 第4表 表中	被害回避区 ヒノヒカリ 17号被害区 被害区 被害回避区 ↓ ニジマレ 17号被害区 被害区	被害回避区 ヒノヒカリ 17号被害区 被害区 被害回避区 ニジマレ 17号被害区 被害区
p12 第5表 項目 注)	層位 $N_0$ $k$ $E a$ $mg/100g\ day^{-1}$ $cal/mol$ $N = N_0 (1 - e^{-k t}) e^{-E a t}$	層位 $N_0$ $\kappa$ $E a$ $mg/100g\ day^{-1}$ $cal/mol$ $N = N_0 (1 - e^{-\kappa t}) e^{-E a t}$
p15 文章 試験方法	本文3行目 土中粗粒黄色土	土・中粗粒黄色土
p28 英文 論文名	<u>Lissorhopterus oryzophilus</u>	<i>Lissorhopterus oryzophilus</i>
p30 文章 結果及び考 察	2 播種時期と品質 本文9行目 春播性が高い <sup>*)</sup> 本文13行目 及び千粒重の低下 <sup>*)</sup>	春播性が高い <sup>*)</sup> 及び千粒重の低下 <sup>*)</sup>
p31 同上	本文7行目 県下一般の播種適期 <sup>*)</sup> に	県下一般の播種適期 <sup>*)</sup> に
p31 第2表 項目 第3表 項目	裂粒重 整 ← 歩 合	千粒重 整 粒 歩 合
第3表 表中	外観検査 裂皮粒 凸腹粒 沈下粒 品質等級 比率 % % % 6.5 不適 0.4 - - 6.5 不適 8.0 0 -	外観検査 裂皮粒 凸腹粒 沈下粒 品質等級 比率 % % % 6.5 不適 0.4 - - 6.5 不適 8.0 0 -
p36 英文	summary 本文 5行目 <u>had different influence</u> 6行目 <u>eating ality</u>	had different influence eating quality
p37 要約	本文2行目 窒素濃度診断の執拗性	窒素濃度診断の実用性
p45 文章 試験方法	1 供試材料 本文2行目 <u>Mu-rashige-Skoog<sup>*)</sup> 培地</u>	<i>Bupleurum falcatum</i> Murashige-Skoog <sup>*)</sup> 培地
p48 英文 論文名 summary Key words	<u>Bupleurum falcatum</u> 本文3行目 同上 同上	<i>Bupleurum falcatum</i> 同上 同上

注) ← ↓ ~~~~~ : 誤植部分

# 福岡県農業総合試験場研究報告

A (作物) 第12号

## 目次

1	福岡県における1991年水稲作柄解析—台風を中心とした気象被害の要因解析— 大隈光善, 原田皓二, 田中浩平 .....	1
2	登熟初・中期の水稲に対する台風の影響—1991年の筑後地域における被害の実態と解析— 松尾 太, 福島裕助, 大賀康之 .....	5
3	下層土からの窒素供給と水稲の生育 末信真二, 山本富三, 井上恵子, 角重和浩 .....	11
4	ヒノヒカリの窒素栄養診断 第1報 ヒノヒカリの窒素吸収量と生育・収量との関係 角重和浩, 山本富三, 井上恵子, 田中浩平 .....	15
5	生活排水で汚濁したかんがい水が水稲の収量及び品質に及ぼす影響 北原郁文, 中嶋靖之, 庄籠徹也 .....	19
6	早期水稲の水管理によるイネミズゾウムシの防除 嶽本弘之, 中村利宣, 山中正博 .....	23
7	豊前地域での暖冬年におけるビール大麦の品質向上のための栽培法改善 松江勇次, 矢野雅彦, 比良松道一, 小田原孝治 .....	29
8	小麦の品種及び栽培条件がゆでめん官能評価に及ぼす影響 福島裕助, 大隈光善, 真鍋尚義 .....	33
9	茶園の効率的施肥技術 第3報 電気伝導率による簡易窒素濃度診断法 久保田 朗, 杉山喜直, 中村晋一郎 .....	37
10	茶園の節水低圧型スプリンクラによる害虫防除 杉山喜直, 久保田 朗, 中村晋一郎 .....	41
11	薬用植物ミシマサイコ的大量増殖のための体細胞胚形成法 中原隆夫, 古賀正明 .....	45

BULLETIN OF THE  
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

Series A(CROP)No 12

CONTENTS

- 1 Analysis of Factors Affected Rice Yield in Fukuoka Prefecture in 1991.  
—Meteorological Disaster Including Typhoon—  
OKUMA Mitsuyoshi, Kouji HARADA and Kouhei TANAKA ..... 1
- 2 Effects of Typhoon at the Early-Middle Stage of Ripening of Rice Plant.  
Degrees and Analysis of the Damage in Chikugo Area of Fukuoka Prefecture in 1991.  
MATSUO Futoshi, Yusuke FUKUSHIMA and Yasuyuki OHGA ..... 5
- 3 Evaluation of Soil Nitrogen Mineralization and Nitrogen Uptake by Rice Plants from  
Subsoil of Paddy Fields  
SUENOBU Shinji, Tomizou YAMAMOTO, Keiko INOUE and Kazuhiro KADOSHIGE ..... 11
- 4 Nitrogen Nutritional Diagnosis of Rice Plant ' HINOHIKARI ' .  
(1) The Relationship between Nitrogen Absorption and Growth , Yield of Rice Plant.  
KADOSHIGE Kazuhiro, Tomizou YAMAMOTO, Keiko INOUE and Kohei TANAKA ..... 15
- 5 Effect of Irrigation Water Polluted by Domestic Waste Water on the Yield and Quality of  
Rice.  
KITAHARA Ikufumi, Yasuyuki NAKASIMA and Tetsuya SHOUGOMORI ..... 19
- 6 Control of the Rice Water Weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* KUSCHEL, by Water Management  
in Early-Season Rice.  
TAKEMOTO Hiroyuki, Toshinobu NAKAMURA and Masahiro YAMANAKA ..... 23
- 7 Effects of Seeding Time, Seeding Rate and Ridge Height on Quality of Malting Barley Mild  
Winter Years in Buzen Area of Fukuoka Prefecture.  
MATSUE Yuji, Masahiko YANO, Michikazu HIRAMATSU and Kouji ODAHARA ..... 29
- 8 Influences of Cultivars and Cultural Conditions of Wheat on Eating Quality of Japanese  
Noodle.  
FUKUSHIMA Yusuke, Mitsuyoshi OKUMA, Hisayoshi MANABE ..... 33

9	Efficient Fertilizer Application in Tea Field.	
	(3) Simplified Diagnosis Method of Nitrogen Concentration by Electric Conductivity in Tea Field.	
	KUBOTA Akira, Yoshinao SUGIYAMA and Shin-ichiro NAKAMURA .....	37
10	Application of Water-Saving Sprinkler System for Controlling Pests in the Tea Field.	
	SUGIYAMA Yoshinao, Akira KUBOTA and Shin-ichiro NAKAMURA .....	41
11	Methods of Somatic Embryogenesis for Micropropagation of Medical Crop, <i>Bupleurum falcatum</i> L..	
	NAKAHARA Takao and Masaaki KOGA .....	45

## 福岡県における1991年度水稻作柄解析

## — 台風を中心とした気象被害の要因解析 —

大隈光善・原田皓二・田中浩平  
(農産研究所栽培部)

1991年は、近年に類をみない不作年であったので、水稻作柄に影響した要因を台風を中心に、その前後の気象条件や稲体要因等を加え総合的に解析した。

- 1 本年は、2つの強い台風と6月~8月上旬の日照不足、さらに10月の乾燥害が複合され、過去に類をみない作柄不良になった。
- 2 台風17号は出穂直後の晩生種に最も影響を及ぼし、早生種ほど軽微であった。雨が少ない台風であったため、穂への被害が大きく、初ずれ、穂先脱落、葉身裂傷等がみられた。
- 3 台風19号は登熟中後期のヒノヒカリに最も倒伏を助長し、悪影響を及ぼした。
- 4 極早生~早生種の収量低下は、6月下旬~8月上旬の日照不足が主要因であった。また、この日照不足により中~晩生種の根群形成が阻害され、台風被害や10月の乾燥害等を助長した。

[キーワード: 水稻, 気象被害, 台風, 根群形成, 作柄不良]

## 緒 言

1991年は、移植後から8月上旬まで著しく日照不足で推移し、また出穂直後~登熟期にかけて過去に類をみない強い台風が2回も連続して襲来したため、福岡県の水稲作況指数は72%と著しく不良であった。

台風の被害として、暴風被害の発生機構を明らかにした報告<sup>1)</sup>も多いが、減収要因は強風だけではなく、その他の気象要因、稲体要因が複合的に関与している場合が多い。

ここでは、1991年度の水稲作柄に影響した要因を台風害を中心にして、さらにその前後の気象条件や稲体要因等を加え総合的に解析した。

## 材料及び方法

- 1 県内での地域別の台風の風速については、福岡県消防防災課防災行政無線観測値を用いた。
- 2 水稻の地域別の収量は、福岡統計情報事務所及び福岡県農林統計年報によった。
- 3 台風被害の推定は、農産研究所(筑紫野市)、豊前分場(行橋市)、筑後分場(大木町)、鉾野試験地(鞍手町)で実施している水稻作況試験結果によった。農産研究所と筑後分場は6月20日移植、豊前分場と鉾野試験地は6月15日移植である。その他の栽培法は標準的な栽培法による。供試品種は第1表に記載。
- 4 日照不足の被害推定については、品種別の前

期生育(作況試験)及び根の量と分布等の調査結果によった。なお、根の調査法については第2表、第2図の項に記載した。

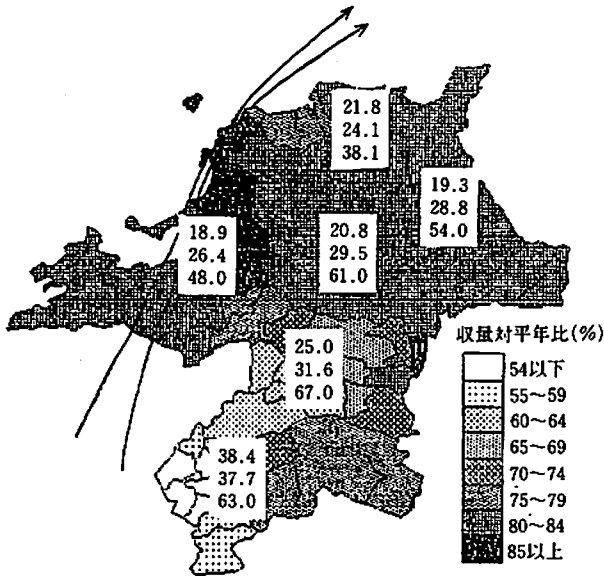
## 結果及び考察

## 1 県内の水稻作柄の実態

1991年度の水稲作柄の実態は、福岡県における台風17号及び台風19号の風速と市町村別の水稻収量の平年比を第1図に示した。台風17号及び19号とも風の強さは「強」で、特に台風19号は「大型」で、甘木市、飯塚市、大川市で最大瞬間風速60m/S以上を記録した。風の強さは、台風17号、台風19号とも県北部より県南部で強い傾向にあり、収量の減収程度も県南部で顕著であった。県南部で被害が大きかったのは、風の強さだけでなく、台風にともなう潮風害が影響し、またこの地域では品種構成として中晩生種の割合が多かったことなどが大きく関与していた。

## 2 台風被害

台風17号は9月14日7時頃に福岡市を通過した。この時期は、ミネアサヒや日本晴等の水稻極早生~早生種は登熟中~後期にあたり、ヒノヒカリ等の中生種は登熟初期で、レイホウやユメヒカリ等の晩生種は穂ぞろい期であった。台風被害と水稻の生育ステージとの関係を見ると、穂ぞろい直後頃が最も影響を受けやすく、その前後にいくにしたがい軽くなるといわれている<sup>2)</sup>。本試験の場合も第1表に示すように、ちょうど穂ぞろい期であった晩生種では被害が甚大であった。特に晩生種のユメヒカリでは初



第1図 1991年度福岡県における台風17号と19号の最大風速と市町村別水稲収量の対比

注) 図中の数値は風速を示す。最大風速は10分間の平均値である。

上段：台風17号の最大風速 (m/s)

中段：台風19号の最大風速 (m/s)

下段：台風19号の最大瞬間風速 (m/s)

ずれの発生が著しかった。

台風19号は9月27日17～18時頃福岡市を通過した。この時期は、水稲の中～晩生種では登熟中～後期であった。台風19号は風の強さは台風17号より強く、雨をとまなっており、また稲は登熟中後期で穂が重いこともあり、大半の稲が倒伏し、草姿がみだれる

等の大きな影響があった。特に中生種のアノヒカリでほとんどが倒伏し、登熟が阻害された。なお、大半の稲は倒伏したこともあり、強風による穂への直接的な影響は台風17号よりも少なかった。

### 3 日照不足の影響

1991年は移植直後～8月上旬が著しい日照不足であった。特に、6月5半旬～7月末までの日照時間は77時間で、平年の172時間に対し45%程度であった。台風の影響が甚大であったため、この日照不足はあまり問題にされない場合が多いが、極早生～早生種では日照不足の影響が台風被害より大きかったと考えられる。

極早生～早生種では基数が少なく、また穂揃いが悪かった。㎡当たり総穂数の対年平均比は約90%程度であった。この初期の生育不足は、その後の台風被害が加わり、極早生～早生種の減収に結び付いたものと考えられる。

また、日照不足は水稲の根の発達に悪影響を及ぼした。第2表及び第2図は類似年の1987年及び多雨年の1985年と対比して、根の量及び分布をみたものである。1991年は1987年同様、1985年に比較し、根量が少なく、根の分布が浅かった。このように根の発達が悪かったことは、極早生～早生種のみならず、中～晩生種の台風被害を助長したものと考えられる。

特に台風17号のように雨が少ない（特に県南部）場合には蒸散による水分ストレスが大きかったものと考えられる。さらに、根の発達が悪かったことは後述の登熟期の乾燥害を助長したものと考えられる。

### 4 登熟期の乾燥害

1991年は台風19号襲来後10月末までほとんど降雨

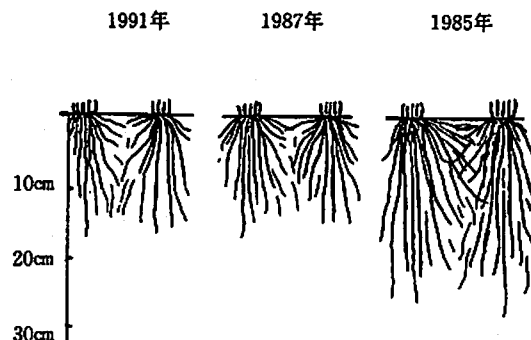
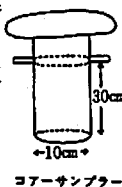
第1表 品種、試験場所別の収量・品質（作況試験）

場所	品種	7月25日 基数の対 年平均比	穂ぞろい 期 (月・日)	穂ぞろい の良否	穂ぞろい 期の全乾物 重年平均比	初づれ の程度	㎡当たり 総穂数 対年平均比	収量対 年平均比	検査 等級
農産 研究所	キヌヒカリ	—	8. 2 2	不良	—	極微	(83)	(86)	2下
	日本晴	74	8. 2 9	不良	87	微	90	90	2上
	ヒノヒカリ	—	9. 1 7	やや不良	—	少中	(101)	(70)	2中
	レイホウ ユメヒカリ	72	9. 1 0 9. 1 3	やや良 やや良	86	中多	102	78 60	2中 2下
豊前	ミネアサヒ	—	8. 2 0	不良	—	極微	—	(90)	1中
	日本晴	—	8. 2 4	不良	—	微	—	(94)	2中
筑後	日本晴	101	8. 2 6	不良	—	少中	107	86	2中
	ヒノヒカリ	—	9. 3	やや不良	—	中多	(100)	(56)	外A
	レイホウ ユメヒカリ	101	9. 9 9. 1 2	やや良 やや良	—	多甚	98	32 (16)	3上 3下
鉾 害	ヒノヒカリ	—	9. 2	やや不良	—	中	—	(60)	外C

注) ( ) 内の数値は平年値がないため、過去2～3か年の平均値との対比で示した。

第2表 移植後～8月の日照時間と根群形成

年次	6/21～8/31	根の乾物重(mg/ポット)		
	日照時間hr	0～10cm	～20	～30
1991年	270.2	160	97	41
1987年	280.7	145	95	27
1985年	478.8	344	204	53



第2図 登熟期の根の分布

注) 根の重さ：成熟期にコアサンプラーで中間中央部を採土し、層別に分級し、水洗い後に根の乾物重を測定した。

供試品種：1991年はヒノヒカリ、ツクシホマレ、レイホウを各4点ずつ調査したが、品種間差がなかったので、12点の平均値を示した。1985年及び1987年はツクシホマレである。

注) 中庸な2株を調査対象として、深さ60cm、縦、横60cm四方の穴をスコップでほり、スプレーガンにより根を切らないように水圧を調整し、土層約5cm程度を洗い流し、根の分布を調査した。各年次とも6点の平均値を示した。

がなかった。アメダスデータによると、地域によっては10月11、12日に1～5mm程度、17日に2～5mm程度の降雨があったが、宗像、行橋、前原や大牟田地域ではまったく降雨がなかった。

台風19号の影響で水稻がかなり倒伏したので、現場では強制的に早期落水した圃場が多かった。さらに、揚水用水路を早めに落水した地域が多く、中～晩生種では登熟後半に田面が白乾し、粒の充実に悪影響を及ぼした。

なお、場内において、ヒノヒカリを対象に10月15日まで灌水した水田での調査結果を第3表に示したが、乾田区で445kg/10a、湿田区では522kgの収量が得られた。灌水無の区を設置していなかったため直接比較はできないが、登熟後期まで灌水した場合は、明かに県下の平均収量350kg/10aより多収であった。

本来、10月の連続的な晴天は、灌水が十分行われれば、登熟にプラスに作用するのが一般的であるが、1991年の場合は灌水が足りなかったためマイナスに作用した事例が多かった。

### 総合考察

1991年の水稻作柄に関与した気象要因とその度合を第3図に要約(図示)した。台風17号は出穂直後の晩生種に最も悪影響を及ぼし、早生になるほどその影響は軽微であった。雨が比較的少ない台風であったため、穂への被害が大きく、初ずれ、穂先脱落、葉身裂傷等がみられた。台風19号は登熟中後期のヒノヒカリに対し倒伏をひきおこし、草姿を乱す等の悪影響を及ぼした。極早生～早生種の収量低下は、6月下旬～8月上旬の日照不足が主要因であった。

また、この日照不足により根群形成に悪影響を及ぼし、中～晩生種の台風被害や10月の乾燥害等を助長したものと推察された。

すでに、筆者らは台風被害は、強風の単一要因だけでは被害が小さく、その前後に日照不足や高夜温等が複合されると、紋枯病などの病害虫の被害を伴って、被害が大きくなることを報告<sup>1)</sup>している。

1991年の場合も2つの強い台風と6月～8月上旬の日照不足、さらに10月の乾燥害が複合されて、過去に類をみない作柄不良になったものと考えられる。

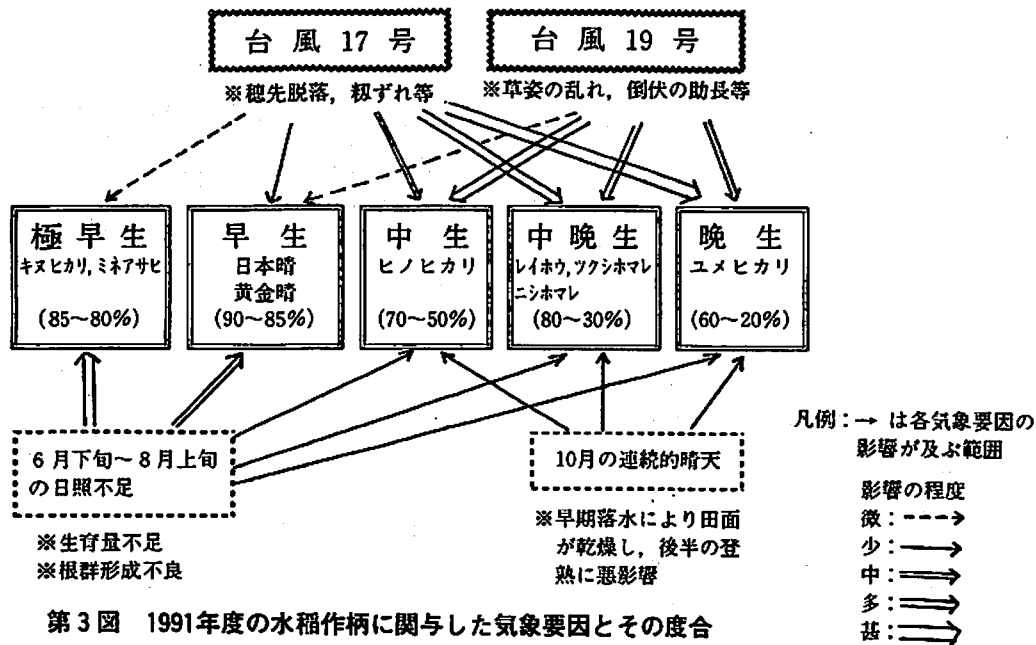
第3表 水稻の登熟後半まで灌水した水田での作柄(ヒノヒカリ、農産研究所)

圃場条件	総粒数	登熟歩合	精玄米重	屑米重歩合
	×100粒	%	kg/10a	%(1.8mm)
やや乾田	306	76.2	445	18.7
やや湿田	337	77.4	522	11.2

注) ①農産研究所の第3水田。標準施肥。同一圃場でやや乾田と湿田を区分し調査。

②水稻収穫期は10月19日で、落水期は10月15日である。





第3図 1991年度の水稲作柄に關与した気象要因とその度合

注) ① ( ) 内の数値は収量の対平年比を示す。この収量の値は作況試験結果から算出した。

②各気象要因の影響の度合: 線が太いほど大きい。作況試験, 防風種の有無等の調査結果からの推定値。

### 引用文献

- 1) 原田皓二・大隈光善・柴田義弘(1986): 福岡県における昭和60年産水稲の作柄とその低下要因。

日作九支報53, 9~12.

- 2) 坪井八十二(1974): 風害. 農業気象ハンドブック. 養賢堂, p614~633.

### Analysis of Factors Affected Rice Yield in Fukuoka Prefecture in 1991 —Meteorological Disaster Including Typhoon—

OKUMA Mitsuyoshi, Kouji HARADA and Kouhei TANAKA

### Summary

In 1991, rice yield was unprecedentedly low in Fukuoka prefecture. Therefore, this experiment was carried out to clear the factors which brought low rice yield. The results were as follows: (1) Lower-yield in 1991 was caused by composite damages of two strong typhoons, shortage of sun-shine, drought, and so on. (2) Typhoon No.17 attached Fukuoka prefecture on September 14. It was the heading time of late maturing cultivars and they were most damaged with hull-rub, the tip of ear-fall off, leaf blade-laceration, and so on. (3) Rice cultivars "HINOHIKARI" which was the middle-latter ripening time was most damage of cultivars with lodging by Typhoon No.19 on September 27. (4) Shortage of sunshine from late June to early August was a main factor which caused lower-yield of early maturing cultivars, and obstructed root formation. Insufficient root formation promoted the damages by typhoon in September and by drought in October.

[Key words : rice, meteorological disaster, typhoon, root formation, lower-yield]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12 : 1~4(1993)

## 登熟初・中期の水稻に対する台風の影響

-1991年の筑後地域における被害の実態と解析-

松尾太・福島裕助・大賀康之\*  
(筑後分場)

1991年の9月14日及び27日に相次いで台風が襲来し、出穂直後から登熟初・中期にあった筑後地域の水稻は近年に類を見ない甚大な被害を受けた。この被害の程度を把握するために実態調査及び台風被害による減収機構を明かにするために、防風枠を用いた品種別、台風回数別の被害解析を行い、次の点を明かにした。

- 1 初めの褐変は、出穂直後に被害を受けた品種で顕著であり、2次枝梗での程度が高かった。また、褐変初数歩合が高まるほど減収した。
- 2 葉身裂傷の程度には品種間差があり、減収量と葉身裂傷度との間には正の相関が認められた。
- 3 脱粒の程度は、登熟が進んだ品種及び脱粒性が「易」の品種で高かった。
- 4 収量及び玄米の品質は、台風に遭遇する回数が多いほど低下した。減収要因として最も強く影響したのは登熟の阻害であり、減収程度は台風遭遇時の生育ステージの差異、水稻品種間の特性の差異により異なった。また精玄米の品質は、被害時に登熟が進んでいたほど低下した。

[キーワード: 水稻品種, 台風被害, 登熟初・中期, 収量, 品質]

## 緒 言

1991年は、9月14日と9月27日に大型で強い台風17号と19号が相次いで襲来した。筑後地域の普通期栽培水稻における台風襲来時の生育ステージは、晩生種が出穂直後から登熟初期、中生種では登熟初期から中期に相当した。これらの台風により、水稻は初めの褐変、葉身の裂傷、脱粒、倒伏等が発生し、近年にない甚大な被害を蒙った。

筆者らはこの被害の程度を把握するために実態調査及び台風被害による減収機構を明らかにするために、防風枠を用いた品種別、台風回数別の被害解析を行った。その結果、登熟初・中期における減収機構について2, 3の知見を得たので、その概要を報告する。

## 試 験 方 法

## 1 現地調査

初めの褐変程度を指標として、台風被害の異なる圃場を選定した。選定圃場は八女市の1圃場及び大川市の2圃場、品種はユメヒカリであった。八女市の圃場は隣接する家屋の影響により初めの褐変程度が1

枚の圃場で異なっており、大川市の2圃場は海岸からの距離が異なる2地点(紅粉屋及び鬼古賀で、それぞれ海岸より約1 km, 及び5 km地点)であった。供試株は、八女市圃場では初めの褐変程度別に3カ所、紅粉屋及び鬼古賀ではそれぞれ1カ所から、成熟期に60株を刈取り、収量及び収量構成要素、褐変初数歩合を調査した。

## 2 防風枠設置による被害解析

供試品種は、中生種ではヒノヒカリ及びニシホマレ、晩生種ではユメヒカリである。防風枠は、高さ1.2m, 幅1 m×1 mであり、4 cmの角材で枠組みし、厚さ5 mmのベニヤ合板で下部を10cm程開けて囲み、上面に防虫網を張り通気を図ったものである。この防風枠では15株を収容できる。調査区は、台風17号及び19号ともに防風枠を設置した箇所を被害回避区、台風19号のみ設置した箇所を17号被害区、防風枠を設置しない箇所を被害区とした。但し、ユメヒカリの17号被害区は、台風通過時に枠が倒壊したため調査から除外した。

褐変初数歩合及び葉身裂傷度の調査は、台風19号の通過後12日目に各区から2株を用いて行った。褐変初数歩合は、初片面の1/4以上が褐変したものを褐変初として、1次枝梗、2次枝梗に分けて調査した。葉身裂傷度は、各莖上位3葉の裂傷程度を3段

\* 現八女分場

階に分け、次式により求めた。

$$\frac{(A \times 1 + B \times 2 + C \times 3)}{(\text{調査葉身数} \times 3)} \times 100$$

A:葉身の1/4以下が裂傷, B:葉身の1/4~1/2が裂傷, C:葉身の1/2以上が裂傷, の葉身数。

全初千粒重は、9月19日より約10日間隔で各品種毎に1株穂数の近似な1株を選定し、1次枝梗、2次枝梗に分けて調査した。

収量調査には各区7~11株を、登熟及び脱粒歩合調査には2株を用いた。脱粒歩合では穂相調査<sup>3)</sup>を行い、脱粒数を推定した。

### 結果及び考察

#### 1 台風の概況及び被害の様相

筑後市における台風接近時の記録を第1表に示した。両台風とも降雨が少なく、極めて風の強い台風であり、勢力は台風19号の方が台風17号より大であった。

台風襲来時の水稻の生育ステージを第2表に示した。台風17号の被害時期は、中生品種では登熟初期、晩生品種では出穂直後であった。戸刈<sup>3)</sup>は、出穂

第1表 台風襲来時の気象状況 (筑後市)

項目	台風17号	台風19号
台風襲来日	9月14日	9月27日
降水量	18mm	18mm
最大瞬間風速	49.8m/s	51.6m/s
最大風速	38.4m/s	37.7m/s
風速20m/s以上の時間	3時間	4時間
風速10m/s以上の時間	6時間	7時間

第2表 台風襲来時の各品種の生育ステージ

品種	出穂期 月・日	出穂後日数	
		台風17号 日	台風19号 日
ヒノヒカリ	9・1	13	26
ニシホマレ	9・6	8	21
ユメヒカリ	9・11	3	16

開花期の被害が最も大きく、その時期から前後するにつれて被害が軽くなることを指摘しているように、台風17号の被害は晩生品種ほど大きかった。

台風17号による被害の様相は、倒伏は全般的に少程度であり、葉身では葉先が裂傷し、水分の蒸散過剰のためにやや萎凋した。また脱粒が穂先でみられ、初では初ずれによる初の褐変が生じ、特にユメヒカリで顕著であった。台風19号による被害では、初の褐変は進行しなかったが、倒伏、葉身の裂傷、脱粒がさらに助長された。

筑後地域では、台風が西側を通過したため、大川市など西部地域ほど被害が大きく、八女市など東部地域で軽い傾向が見られた。また、有明海及び筑後川河口に隣接する地域では潮風害により稲体の枯れ上がりが見られた。

調査対象となったユメヒカリの褐変初歩合は大川市では八女市よりも高かった(第3表)。大川市の鬼古賀と紅粉屋の関係を例外として、褐変初歩合が高まるほど、登熟歩合、精玄米重、精玄米千粒重が低下し、1.7mm未満の粒厚の比率が高くなった。阿部<sup>3)</sup>は風害による初の褐変程度が高まるほど玄米の粒重が軽くなると報告しており、本試験においても同様の結果が得られ、初の褐変程度は減収

第3表 ユメヒカリ現地調査結果

調査地点	褐変初 数歩合	登熟 歩合	精玄米 千粒重	精玄 米重	検査 等級	粒厚(mm)別分布			
						1.9以上	1.9~1.8	1.8~1.7	1.7未満
八女市国武	10.7	70.3	21.7	51.7	2上	62.6	19.7	8.7	9.0
〃	20.8	74.0	21.6	45.4	2下	48.8	28.5	13.3	9.4
〃	34.7	69.3	21.2	33.5	規格外A	46.3	27.7	15.0	11.4
大川市紅粉屋	70.5	29.3	20.3	15.6	規格外C	12.7	20.3	26.8	40.5
大川市鬼古賀	79.9	31.4	20.2	20.2	規格外C	22.0	21.1	21.5	35.4

注 ①褐変初は初片面の1/4以上が褐変した初とした。

②精玄米重、精玄米千粒重は粒厚1.8mm以上の玄米についての値で、水分15%に換算した。

登熟歩合は比重1.06以上の初比率。

量を推定するうえで重要な指標になり得るものと考えられた。大川市紅粉屋地点の褐変初数歩合が鬼古賀に比較して低いにも関わらず、精玄米重が少なくなったのは、紅粉屋が筑後川河口に隣接する干拓地であり、潮風害による減収が大きかったためである。

2 防風柵設置による被害解析

(1) 初め褐変

褐変初数歩合を第4表に示した。褐変初数歩合は、台風遭遇時に出穂期後の経過日数が最も短かったユメヒカリで最も高かった。また、ヒノヒカリ及びニシホマレでは17号被害区と被害区とでほとんど差は見られず、台風19号による初め褐変は発生しなかったと解される。徳永<sup>9)</sup>は台風による初め褐変は、台風時の出穂後日数に左右され易いことを報告しており、本報でも同様の結果が得られた。また、各品種とも2次枝梗での褐変初数歩合は1次枝梗に比べ高い値を示した。この要因としては、2次枝梗は分化が遅いため<sup>9)</sup>、1次枝梗着生初めに比べ初表面の硬化が遅く、このために初めずれによる褐変程度が高くなったと推察される。

(2) 葉身の裂傷

葉身の被害程度を葉身裂傷度として第4表に示した。葉身裂傷度は、いずれの品種でも被害区が高く、品種別では被害区及び17号被害区ともにユメヒカリで最も高く、次いでヒノヒカリ、ニシホマレの順と

なった。江藤<sup>2)</sup>は、葉の裂傷の程度は品種や耕種条件等の色々な条件により異なることを指摘しており、本報でも葉身の裂傷程度には品種間差が見られた。これは、葉身長、葉の立性、草型等の品種特性が関与している。葉身の被害は水稲の光合成能力に大きく影響を及ぼすので、減収量を推定するうえで褐変初と同様に指標となり得ると考えられた。

(3) 脱粒

全粒数に占める脱粒数の割合を脱粒歩合として第4表に示した。脱粒は各品種とも被害区で高く、品種別ではニシホマレで最も高く、次いでヒノヒカリ、ユメヒカリの順であった。このように品種間差がみられたが、ニシホマレは品種特性として脱粒性が「易」であるために台風による脱粒が多くなったこと、またヒノヒカリとユメヒカリはともに脱粒性「難」の品種であるが、ヒノヒカリの方が脱粒が多くなったことは、台風遭遇時に登熟が進行しており、穂重が重く、穂の振幅量がより大きくなったためと推察される。このように台風による脱粒には脱粒性の難易、登熟の進行程度が関与していることになる。

(4) 登熟に及ぼす影響

全初千粒重の推移を第5表に示した。被害区的全初千粒重は、各品種とも被害回避区の80~85%の水準で推移した。また、2次枝梗着生初め全初千粒重は、ヒノヒカリでは他品種に比べ低い水準で推移し

第4表 被害程度及び収量調査結果

調 査 区	褐変初数歩合			葉身の 裂傷度	脱粒 歩合	登熟 歩合	精玄米 千粒重	精玄 米重	同左 比率
	全体	一次	二次						
		%	%		%	%	g	g/m <sup>2</sup>	%
被害回避区	0	0	0	0	0.1	86.6	20.7	490	100
ヒノヒカリ 17号被害区	5.6	4.1	10.2	30.8	2.3	67.4	20.1	348	71
被害区	5.1	4.0	9.2	33.8	6.1	69.7	19.6	295	60
被害回避区	0	0	0	0	0.5	93.4	23.8	471	100
ニシホマレ 17号被害区	4.5	3.1	8.9	20.4	2.9	86.0	22.9	454	96
被害区	3.5	2.4	7.5	31.1	10.1	82.0	22.5	369	78
ユメヒカリ 被害回避区	0	0	0	0	0.8	71.2	21.6	458	100
被害区	33.7	32.3	36.9	37.5	4.7	60.5	21.3	203	44

注) ①一次は一次枝梗着生初め、二次は二次枝梗着生初めを示す。

②精玄米重、精玄米千粒重は粒厚1.8mm 以上の玄米についての値で、水分15%に換算した。登熟歩合は比重1.06以上の初めの比率。

た(第6表)。このようにヒノヒカリでは2次枝梗着生期において被害の影響が強くみられた。これは、ヒノヒカリは被害時最も登熟が進んでおり粒重が重くなっていたため、枝梗の振動が激しくなり、枝梗の損傷が大きくなったこと、また比較的2次枝梗が多い品種であるためと考えられる。

(5) 収量及び収量構成要素に及ぼす影響

いずれの品種とも2回の台風によって登熟歩合及び精玄米千粒重が低下し、減収した(第4表)。減収程度はユメヒカリで最も大きく、ニシホマレで最も小さかった。出穂期後の台風被害による減収程度は、出穂直後の被害が最も大きく、生育ステージが

進行するほどその程度は減少することが報告されている<sup>3, 6)</sup>。しかし、減収程度が最も小さくなったのはニシホマレであり、品種により減収程度が異なることが示唆された。その要因の1つとして、葉身裂傷度の品種間差があげられる。江藤<sup>2)</sup>は、葉の裂傷程度が大きいほど登熟阻害が大きいことを指摘している。本試験においても、ヒノヒカリはニシホマレよりも葉身裂傷度が高いなど類似した結果を得た。このように、台風被害による減収程度に品種間差がみられたことは、台風遭遇時の生育ステージの差異よりも、葉身裂傷度の差異の方が大きく影響したようである。

第5表 全籾千粒重の推移

調 査 区		調査日 及び 全籾千粒重(g)				
		9月19日	10月1日	10月9日	10月16日	10月23日
ヒノヒカリ	被害回避区	11.5(100)	19.1(100)	19.7(100)	19.1(100)	—
	17号被害区	—	16.4(86)	17.3(88)	18.2(95)	—
	被害区	9.9(87)	15.5(81)	16.7(85)	17.9(93)	—
ニシホマレ	被害回避区	10.9(100)	22.2(100)	24.5(100)	24.2(100)	—
	17号被害区	—	18.8(85)	21.1(86)	22.0(91)	—
	被害区	10.8(99)	20.9(94)	21.0(86)	22.1(92)	—
ユメヒカリ	被害回避区	4.0(100)	13.1(100)	18.3(100)	19.5(100)	19.2(100)
	被害区	3.5(88)	11.0(84)	15.2(83)	10.1(52)	17.8(93)

注) ① ( )内は被害回避区に対する比率を示す。

②刈取日はヒノヒカリ、ニシホマレが10月16日、ユメヒカリが10月23日。

第6表 2次枝梗着生期における全籾千粒重の推移

調 査 区		調査日 及び 全籾千粒重(g)				
		9月19日	10月1日	10月9日	10月16日	10月23日
ヒノヒカリ	被害回避区	8.3(100)	14.6(100)	17.9(100)	14.5(100)	—
	17号被害区	—	10.5(72)	11.0(61)	13.4(93)	—
	被害区	8.0(97)	7.6(52)	9.0(50)	13.1(90)	—
ニシホマレ	被害回避区	8.2(100)	17.2(100)	21.8(100)	22.2(100)	—
	17号被害区	—	12.3(72)	17.7(81)	20.6(93)	—
	被害区	8.5(104)	15.4(90)	16.6(77)	20.2(92)	—
ユメヒカリ	被害回避区	3.3(100)	7.4(100)	13.2(100)	14.7(100)	16.4(100)
	被害区	2.9(88)	5.6(76)	9.9(75)	4.1(28)	12.3(75)

注) ( )内は被害回避区に対する比率を示す。

第7表 粒厚別分布および検査等級

調 査 区	粒厚(mm)別分布 (%)				検査等級
	1.9以上	1.8~1.9	1.7~1.8	1.7未満	
被害回避区	56.1	21.8	14.2	8.0	1上
ヒノヒカリ 17号被害区	37.9	28.6	19.2	14.3	3中
被害区	28.6	29.8	22.1	19.6	規格外上
被害回避区	81.1	11.5	5.3	2.1	2上
ニシホマレ 17号被害区	59.5	20.6	12.8	7.1	2下
被害区	55.3	22.0	14.3	8.4	規格外中
ユメヒカリ 被害回避区	39.7	29.5	18.0	12.8	2中
被害区	15.5	28.4	33.3	22.8	3上

注) 検査等級は1.8mm 以上の玄米についての値。

玄米の検査等級及び粒厚分布について第7表に示した。玄米の粒厚分布は、台風遭遇回数が多いほど1.9mm以上の比率が低下し、粒厚は薄くなった。

玄米の検査等級は、いずれの品種でも台風遭遇回数が多いほど劣った。検査等級の低下程度は、ヒノヒカリが最も大きく、ユメヒカリが最も小さかった。被害を受けた精玄米は光沢が悪く、青未熟粒、奇形粒、薄茶米、乳白米の混入がみられた。阿部ら<sup>1)</sup>は、風害による籾の褐変程度が高まるほど不完全米が増加すると指摘している。台風被害による品質低下は、台風の強弱、登熟の進行程度により異なるが、ユメヒカリでは登熟の極初期に被害を受けたため、被害籾が屑米となって精玄米に混入せず、検査等級の低下程度が小さかったものと推察される。

### 3 台風被害による減収程度の推定

以上の結果から、台風被害による減収には葉身の裂傷及び籾の褐変、脱粒が関与し、これらの程度は被害時の生育ステージ及び品種特性により異なることが明かとなった。この内、籾の褐変程度は、現地調査のユメヒカリの事例から、1つの減収量推定尺度となり得ること、葉身の裂傷は、被害時の出穂後

日数の影響を受けにくいことから、適用範囲の広い減収量推定尺度となり得ることを明らかにした。しかしながら減収程度には稲の生育環境、被害前後の気象等、様々な要因が関与している<sup>5)</sup>ため、被害状況から減収程度を推定するためには、さらに多くの事例を得ることが必要である。

### 引用文献

- 1) 阿部新一・波津久文芳(1958)：水稲出穂期の風害について(変色籾の玄米について)。日作九支報12, 32~34.
- 2) 江藤博六(1958)：水稲の葉の裂傷について。日作九支報12, 34~38.
- 3) 戸刈義次・天辰克己(1962)：最新稲作診断法下巻。農業技術協会, p60~65, p190~202.
- 4) 徳永 寛(1958)：台風12号による風害調査の実例。日作九支例12, 28~31.
- 5) 農林水産省経済局統計情報部(1979)：夏作減収推定尺度。14~22.
- 6) 星川清規(1975)：イネの生長, 農山漁村分化協会, p263~295.

Effects of Typhoon at the Early-Middle Stage of Ripening of Rice Plant  
Degrees and Analysis of the Damage in Chikugo Area of Fukuoka Prefecture  
in 1991

MATSUO Futoshi, Yusuke FUKUSHIMA and Yasuyuki OHGA

Summary

On September 14 and 27 in 1991, Fukuoka prefecture was attacked by two strong typhoons, No.17 and No.19. Rice plants in Chikugo area were at the early-middle stage of ripening, and was enormously damaged by the typhoons. This research was carried out to clear the degrees of the damage and the factors of yield decrease, comparing damaged plants with no-damaged plants which avoided typhoon damage by using the windbreak enclosure. (1) Degree of browning of spikelet was largest in the cultivar which was damaged just after the heading time, and was large in the secondary rachis branch. And the yield decreased with increase of the browning spikelet. (2) Degree of leaf blade damage was different among cultivars, and the yield decreased with increase of the degree. (3) Degree of shattering was larger in the cultivar which ripening stage advanced, and which shattering habit was easy. (4) Yield and quality of brown rice of twice damages by typhoon were lower than those of once damage. A main factor of yield decrease was inhibition of ripening, and degree of yield decrease varied with the growth stage when was visited by typhoon and with cultivars. Lowering of the quality of brown rice correlated with the advanced degree of ripening stage.

[Key words: rice cultivar, typhoon damage, ripening stage, yield, quality]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12: 5~10(1993)

## 下層土からの窒素供給と水稻の生育

末信真二・山本富三・井上恵子・角重和浩

(生産環境研究所化学部)

水稻が下層土から吸収する窒素量を明らかにするため、作土と下層土との間に透水性の不織布を敷いて下層への根の侵入を防いだ処理区を設け、水稻を窒素無施用で栽培し、無処理区との比較を行った。また、土壌窒素無機化量をインキュベート実験と速度論的解析により推定し、以下の結果を得た。

- 1 下層土から水稻が吸収した窒素量は幼穂形成期までに0.5~0.7kg/10a、穂揃い期までに0.6~0.9kg/10aであり、土壌全体からの吸収量の1割程度に相当した。
- 2 室内実験により推定された作土及び下層土からの土壌窒素無機化量は水稻の窒素吸収量と同様な増加パターンを示した。また、下層土の窒素無機化量は極めて少なく、圃場試験の結果とはほぼ一致した。

[キーワード:下層土, 土壌窒素無機化, 窒素吸収量, 水田, 水稻]

## 緒 言

水田土壌中の窒素の大部分は水稻が吸収できない有機態窒素であるが、湛水条件下でその一部は土壌微生物による無機化を経て水稻に利用されるようになる。このように水稻生育期間中に発現する窒素がいわゆる地力窒素と呼ばれるものである。水稻生育における地力窒素の役割はきわめて大きく、水稻が吸収する窒素の約6~7割をしめている<sup>1)</sup>。そのため、合理的な施肥管理を行うには土壌中の窒素無機化量の予測が重要である。窒素の無機化は水稻の全生育期間にわたって徐々に進み、この量は個々の土壌が有する特性と温度などにより決定される。山本ら<sup>2)</sup>は速度論的解析法<sup>3)</sup>を適用して水田における土壌窒素無機化量の推定を行い得ることを明らかにした。また、北田ら<sup>4)</sup>は土壌窒素無機化量予測に基づいた水稻の施肥システムについて検討している。しかし、これらは土壌からの窒素の供給源を作土のみに限定しており、下層土については考慮していない。筆者らは水田下層土の窒素供給能について若干の知見を得たので概要を報告する。

## 試 験 方 法

## 1 下層土からの窒素吸収量の測定

下層土からの窒素吸収量の測定を関矢らの方法<sup>5)</sup>に準じて行った。すなわち、下層土からの窒素の供給を遮断する方法として、代かき前の水田作土を取り除き、透水性のある不織布(ラブシート)を二重に敷いた後、作土を戻すことにより下層土への根の侵入を防ぐ処理を行った。さらに比較のための無処

理区を設け、試験規模を1区8.4m<sup>2</sup>の2連制とした。試験圃場は福岡農総試場内水田圃場(中粗粒灰色低地土)とした(第1表)。窒素肥料は無施用とし、リン酸は基肥として10a当たり6kgを過リン酸石灰で施用した。カリを基肥に10a当たり6kg、穂肥に1回目2kg、2回目1.5kgを塩化カリで施用した。品種としてヒノヒカリを供試し、稚苗4株移植、栽植密度22.2株/m<sup>2</sup>による慣行栽培を行った。稲体の窒素吸収量の測定には、1試験区あたり15株を幼穂形成期、穂揃い期、成熟期に採取し、乾物重を測定後、常法により窒素の分析を行った。下層土からの窒素吸収量は無処理区の窒素吸収量から処理区の窒素吸収量を差し引くことにより求めた。

2 作土及び下層土の土壌窒素無機化量の推定  
代かき前の作土(深さ0~15cm)および下層土(15~20cmと20~25cm)から無機化する窒素量をインキュベート法<sup>3)</sup>により推定した。すなわち、供

第1表 土壌条件

層位	土性	pH	T-N	可給態窒素量
作土	SL	5.3	0.12	10.2
下層土	SL	5.9	0.08	5.6

試土壌を内径26mm、高さ120mmの試験管に入れ、水を加えて湛水状態とし、密栓して20℃、25℃、30℃の恒温器に静置した。経時的に取り出し、塩化加里溶液で浸出後、水蒸気蒸留法によりアンモニア態



窒素を定量した。この結果を速度論的方法<sup>4)</sup>により解析し、窒素無機化式を求め、生育期間中における1日ごとの平均地温データから窒素無機化量を推定した。地温は自記温度計のセンサーを地下5cmに設置して測定を行った。

結 果

1 下層土からの窒素吸収量

処理区に埋設した不織布により水稻根の下層土への侵入はほとんど防ぐことができた。その結果、下層土への水稻根の侵入を制限した処理区と無処理区で水稻乾物重に差が認められた。しかし、そのほかとの間の生育量、葉色及び窒素含有率にはほとんど差が認められなかった(第2表, 第3表)。

第2表 水稻の生育

実施年度	区 分	幼形期		成 熟 期		
		草丈	本数	稈長	穂長	穂数
1990	処 理	68	481	76	17.1	410
	無処理	71	481	76	17.5	422
1991	処 理	68	399	74	17.2	354
	無処理	69	416	75	17.7	348

注) ①幼穂形成期: 1990年は8月10日, 1991年は8月7日。

②処理区は作土下に不織布を埋設。

第3表 水稻乾物重の推移 (kg/10a)

実施年度	区 名	7月26日	幼形期		穂揃期			成熟期		
		茎葉	茎葉	茎葉	穂	合計	わら	籾	合計	
1990	処 理	-	299	729	113	842	597	624	1221	
	無処理	-	309	734	117	851	593	636	1229	
1991	処 理	160	358	691	99	790	652	527	1179	
	無処理	172	381	782	113	895	696	539	1235	

第4表 水稻窒素濃度および窒素吸収量

実施年度	区 名	窒素濃度 (%)					窒素吸収量 (g/m <sup>2</sup> )			
		幼形期		穂揃期		成熟期		幼形期	穂揃期	成熟期
		茎葉	穂	茎葉	穂	わら	籾			
1991	処 理	1.56	0.98	1.11	0.56	1.03	4.64 (87)	8.40 (93)	9.71 (101)	
	無処理	1.72	1.06	1.07	0.54	1.02	5.31	9.00	9.66	
1992	処 理	1.44	0.81	0.96	0.48	1.03	5.13 (91)	6.55 (88)	8.49 (95)	
	無処理	1.48	0.81	0.96	0.49	1.03	5.61	7.42	8.93	

注) 窒素吸収量の ( ) 内は無処理区を100としたときの相対値。

第5表 供試土壌の無機化パラメータ

層 位	N <sub>0</sub> mg/100g	k day <sup>-1</sup>	Ea cal/mol
作 土	8.58	0.0120	20760
下層土 (15~20cm)	4.09	0.0091	12380
下層土 ( <20cm)	4.41	0.0025	6440

注) 単純型モデル式  $N = N_0 (1 - \exp(-kt))$  へのあてはめ結果。

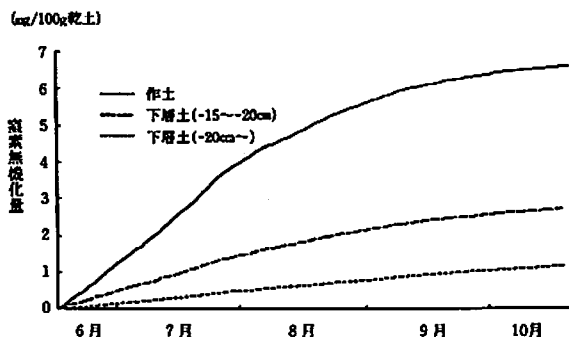
N: 無機化窒素量, N<sub>0</sub>: 易分解性窒素量,  
k: 25℃における速度定数, t: 日数,  
Ea: 見かけの活性化エネルギー

処理区の幼穂形成期までの窒素吸収量は、無処理区よりも1989年で0.7kg, 1990年で0.5kg少なく、穂揃い期まででは1989年で0.6kg, 1990年で0.9kg少なかった(第4表)。この処理区と無処理区との窒素吸収量の差が下層土からの吸収した窒素量と考えられる。よって、本結果では無処理区の水稲が吸収した窒素量の約1割程度が下層土由来と考えられる。

2 下層土からの土壌窒素無機化量

インキュベート法により得られた各土壌の窒素無機化パターンは単純型モデル式 $N = N_0 (1 - \exp(-kt))$ に適合し、窒素の無機化反応を特徴づける無機化特性値(第5表)が得られた。この無機化式と圃場で測定した地温データから1990年の水稻生育期間中の土壌窒素無機化量を推定した(第1図)。その結果、

下層土の窒素無機化量は作土に比べて著しく少なく、深さ20cmより深い層ではほとんど無機化が起こっていないことが明らかとなった。この室内実験で得られた無機化量(mg/100g乾土)を作土深、容積重の値から10アールの作土重量あたりに換算すると、作土10アールから無機化する土壌窒素量は幼形期までに9.3kg, 穂揃い期までに11.7kg, 成熟期までに13.5kgと推定できる。また、深さ15cmから25cmの下層土からの窒素無機化量についても同様の計算を行うと、幼穂形成期までに1.5kg, 穂揃い期までに2.1kg, 成熟期までに2.6kgと全体(0~25cm)の約15%の値であった(第2図)。



第1図 作土および下層土からの乾土100gあたり土壤窒素無機化量(1990年) 考 察

水稻窒素吸収量と土壤窒素推定無機化量の推移を比較すると、同様の増加パターンを示しており、次式で示す土壤窒素の利用率は生育期間を通じてほぼ一定であったと考えられる。

$$(\text{土壤窒素利用率}) = (\text{水稻窒素吸収量}) / (\text{土壤窒素無機化推定量})$$

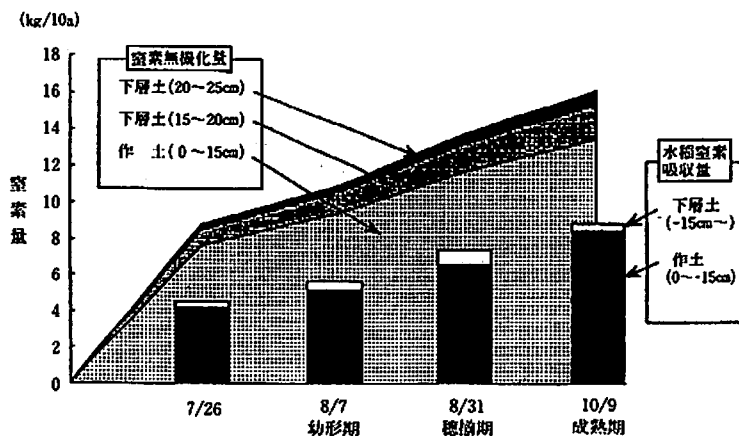
また、作土の無機化窒素の利用率は約6割であるのに対し、下層土からの窒素吸収量は無機化量に比べかなり低く、利用率は2~3割程度であった。この理由として、①下層における根群分布が少なく、無機化された窒素を十分に吸収できなかった②下層の地温が作土層より低かったために、推定量よりも実際には無機化が進まなかったことが考えられる。

このように、本試験の結果では下層土からの窒素無機化量は少なく、水稻の窒素栄養に占める割合も小さかった。したがって、圃場レベルでの土壤窒素無機化量の予測をする場合、作土のみに限定しても

圃場の窒素供給力を把握できると考えられる。しかし、輪換田や下層土の肥沃な圃場など場合には下層土からの窒素供給量が無視できない可能性がある。また、耕起深度の違いも下層土の評価に大きな影響を与えると考えられる。その他、気象の影響や窒素以外の養分供給力などについては、まだ不明であり、今後、これらの点について検討していくことが必要である。

引用文献

- 1) 北田敬宇・宮川修・塩口直樹(1991)：水稻の理想的な窒素吸収パターンと土壤窒素無機化予測によるシステム施肥法。土肥誌62, 585~592.
- 2) 小山雄生(1975)：<sup>15</sup>N利用による水田土壤窒素肥沃度測定の実際と生産力。土肥誌46, 260~269.
- 3) 関矢信一郎・志賀一一(1975)：北海道における水田土壤中の窒素の動態と水稻の窒素吸収パターンについて。土肥誌46, 280~285.
- 4) 杉原進・金野隆光(1986)：土壤中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法。農環研報1, 51~68.
- 5) 山本富三・久保田忠一(1986)：速度論的解析による水田土壤の窒素無機化特性。土肥誌57, 481~486.
- 6) 山本富三・久保田忠一・真鍋尚義(1986)：速度論的方法による水稻生育期間中の土壤窒素無



第2図 作土および下層土からの無機化窒素推定量と水稻窒素吸収量(1990年)

機化量の推定. 土肥誌57, 487~492.  
7) 吉野喬・出井嘉光(1977): 土壤窒素供給力の

有効積算温度による推定法について. 農事試報  
25, 1~62.

Evaluation of Soil Nitrogen Mineralization and Nitrogen Uptake by  
Rice Plants from Subsoil of Paddy Fields

SUENOBU Shinji, Tomizou YAMAMOTO, Keiko INOUE and Kazuhiro KADOSHIGE

Summary

Amount of nitrogen supplied to rice plants from subsoil was investigated. On field experiments, nonwoven fabric permeable to water was laid between plowed soil and subsoil in order to prevent the root extending to subsoil. Rice plants were grown in this field, and the results were compared with the data from nontreatment test. No nitrogenous fertilizer was applied. The results obtained were as follows:(1) Amount of nitrogen uptake by rice plants from subsoil was 0.5~0.7 kg/10a at panicle formation stage and 0.6~0.9kg/10a at heading time. It accounted for approximately 10 % of all amount of uptake by rice plants. (2) Pattern of soil nitrogen mineralization in plowed soil and subsoil estimated by kinetics analysis following to incubation experiment was similar to that of nitrogen uptake by rice plants. Amount of soil nitrogen mineralization in subsoil was comparatively low, and the data was in agreement with the results of field experiments.

[Key words: subsoil, soil nitrogen mineralization, nitrogen uptake, paddy field,  
rice plant]

Bull.Fukuoka Agric.Res.Cen.A-12:11~14(1993)

## ヒノヒカリの窒素栄養診断

## 第1報 ヒノヒカリの窒素吸収量と生育・収量との関係

角重和浩・山本富三・井上恵子・田中浩平  
(生産環境研究所化学部・農産研究所栽培部)

ヒノヒカリの窒素吸収量の推移と生育量及び収量との関係について調査し、各生育時期における望ましい窒素吸収量の指標値を明らかにした。

- 1 幼穂形成期の窒素吸収量と穂数との関係は2次回帰曲線で表され、目標穂数(㎡当たり380~400本)を確保するためには、幼穂形成期までに10a当たり約7kgの窒素吸収が必要である。
- 2 穂揃期の窒素吸収量と籾数との関係は1次回帰直線で表され、目標籾数(㎡当たり30,000~32,000粒)を確保するためには、穂揃期までに約10.5kgの窒素吸収が必要である。
- 3 成熟期窒素吸収量と収量との関係は2次回帰曲線で表され、窒素吸収量が10a当たり12kg以上になると収量は横ばいか、やや減少傾向になり、同レベル以上に窒素が吸収されても収量の増加は期待できない。
- 4 以上の結果より、ヒノヒカリの生育・収量目標を達成するための移植期から各生育時期別までの窒素吸収量の指標値は、幼穂形成期:7kg/10a、穂揃期:10.5kg/10a、成熟期:12kg/10aである。

[キーワード: 稲体窒素吸収量, 穂数・籾数・収量, 登熟歩合, 時期別窒素吸収指標値]

## 緒 言

水稻品種ヒノヒカ리는他の品種と比較して耐病性や耐倒伏性に劣るものの、コシヒカリ並の食味を備えた品種<sup>1, 2)</sup>であり、自主流通ベースにのる待望の中生品種である。福岡県においては1989年に奨励品種に採用され、山麓から一般平坦地を中心に、1992年度現在で13,226haが栽培され、県内水稻作付面積の約1/4を占めている。

県内におけるヒノヒカリの品種特性や栽培法に関しては原田<sup>1)</sup>、真鍋<sup>3, 4)</sup>らの研究があり、ヒノヒカ리를倒伏させず、安定多収を得るための生育・収量目標を穂数:380~390本/㎡、籾数:30,000~32,000粒/㎡、収量:570~600kg/10aとしている<sup>3, 4)</sup>。水稻の収量構成要素のうち、穂数は幼穂形成期に、籾数は出穂期頃に確定されるが、これら収量構成要素は各生育時期の水稻の窒素吸収量との関係が深いとされ<sup>5)</sup>、コシヒカリ等では各生育時期別の最適窒素吸収量の研究が行われている<sup>2, 5, 7)</sup>。しかし、ヒノヒカリについては前述の生育・収量目標を達成するための生育時期別の窒素吸収量は明らかにされていない。そのため、本報では稲体窒素吸収量と生育量や収量との関係から、目標とする生育・収量を得るための各生育時期における窒素吸収量の指標値を明らかにしたので、その概要について報告する。

## 試 験 方 法

試験は1989年及び1990年に福岡県農総試場内において地力レベルの異なる20圃場(中粗粒灰色低地土中粗粒黄色土、黒ボク土、細粒灰色低地土:全炭素0.3~4.7%、全窒素:0.02~0.2%)、124試験区で行った。1区面積は10㎡~20㎡とした。施肥は全層施肥とし、標準施肥区(基肥N:6kg/10a、穂肥N:2+1.5kg/10a)と無窒素区に加えて、基肥と穂肥の窒素施用量のみ変化させた試験区(基肥N:3~8kg/10a、穂肥N:1.5~5kg/10a)を設けた。苗は稚苗(20日苗)を用い、6月17日~20日に4本植で移植した。栽植密度は22.2株/㎡とした。その他の耕種概要は場内の慣行栽培法とした。

幼穂形成期(第1回穂肥の1~2日前、出穂期の19~21日前)、穂揃期及び成熟期に1区当たり5~10株採取し、草丈、莖数(穂揃期以降は穂数)及び乾物重を測定した。

乾燥した試料についてはケルダール分解法及びセミマイクロ蒸留法により窒素を定量し、窒素濃度及び吸収量を求めた。

また、ヒノヒカリの窒素吸収特性を今までに研究が実施された品種と比較して明らかにするため、ニシホマレとツクシホマレについて、過去2~3年間圃場内で行われた圃場試験の成績から、生育時期別窒

素吸収量と $m^2$ 当たり穂数, 初数及び収量との相関図を作成し, 比較検討した。

結果及び考察

1 幼穂形成期の窒素吸収量と穂数

幼穂形成期における稲体窒素吸収量は1.2~11.0 $kg/10a$ の範囲にあり, 窒素吸収量が多いほど穂数は増加する傾向であった。穂数と窒素吸収量との関係は, 概ね $Y=141+52.6x-2.30x^2$ の2次回帰曲線で表された。また,  $m^2$ 当たり穂数を380~400本確保するためには, 幼穂形成期までに10a当たり6.5~7.5 $kg$ の窒素吸収が必要であることが明らかとなった(第1図)。

ニシホマレ, ツクシホマレの窒素吸収量に対する穂数の増加曲線と比較すると, ヒノヒカりは穂数型のツクシホマレと偏穂重型のニシホマレの中間に位置した(第2図)。

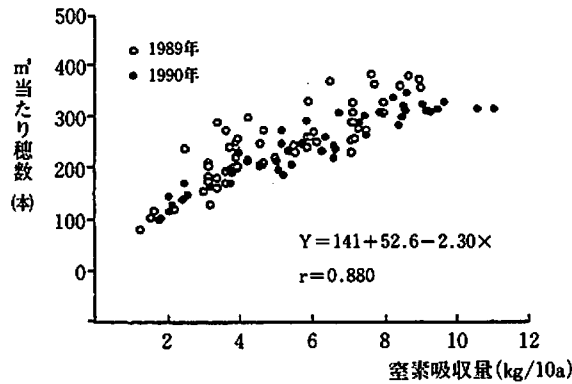
2 穂揃期の窒素吸収量と初数

穂揃期の窒素吸収量は2.1~15.1 $kg/10a$ の範囲にあり, 窒素吸収量に対応して初数は直線的に増加した(第3図)。また, 目標初数である $m^2$ 当たり30,000~32,000粒<sup>4,5)</sup>を確保するためには, 穂揃期までに10.0~11.0 $kg$ の窒素吸収が必要であることが明らかとなった。ニシホマレ, ツクシホマレと比較すると, 同一窒素吸収量でもヒノヒカりは初数を確保しやすいことが認められた(第4図)。

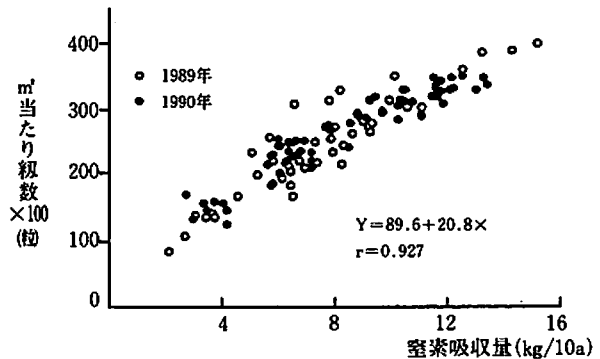
3 成熟期の窒素吸収量と収量

成熟期の窒素吸収量は3.1~15.9 $kg/10a$ の範囲にあり, 収量は窒素吸収量が10a当たり12 $kg$ 前後で600 $kg$ 弱と最も高くなり, 収量と窒素吸収量との関係は $Y=-85.6+93.0x-3.42x^2$ の2次回帰曲線で表された(第5図)。

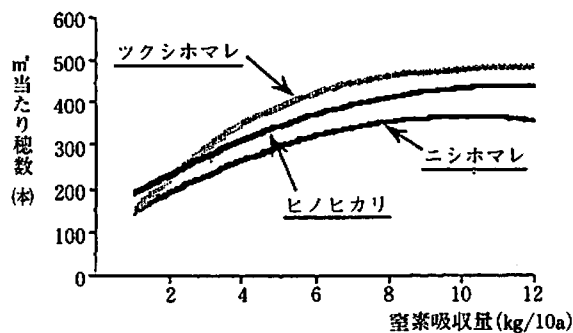
ニシホマレ, ツクシホマレと比較すると, 窒素吸収量が12 $kg$ まではいずれの品種も収量の増加が認められるが, それ以上のレベルになると, ニシホマレ, ツクシホマレがさらに増加傾向を示すのに対してヒ



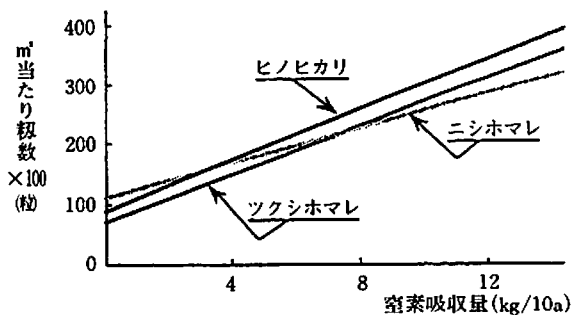
第1図 幼穂形成期におけるヒノヒカリの窒素吸収量と穂数との関係



第3図 穂揃期におけるヒノヒカリの窒素吸収量と初数との関係



第2図 幼穂形成期の窒素吸収量に対する品種別穂数増加曲線



第4図 穂揃期の窒素吸収量に対する品種別初数増加直線

ノヒカリは12kgをピークに収量は横ばいか、やや下降傾向となった。このように1989年及び1990年の試験結果では、ヒノヒカリの収量は10a当たり600kg前後で頭打ちとなり、成熟期の窒素吸収量が12kg/10a以上では収量の増加は期待されないと推察された(第6図)。

4 成熟期の窒素吸収量と登熟歩合

このように、ヒノヒカリが他の品種と比較して、あるレベル以上の窒素吸収量になると収量が停滞してしまうのは登熟歩合の低下が原因と考えられるので、登熟歩合と成熟期窒素吸収量との関係について調べた(第7図)。

登熟歩合は成熟期窒素吸収量が 9 kg/10a前後まで緩やかに低下する傾向にあるが、10kg/10a以上では急激に低下傾向を示し、12kg/10aで登熟歩合は75~85%、平均80%のレベルになった。

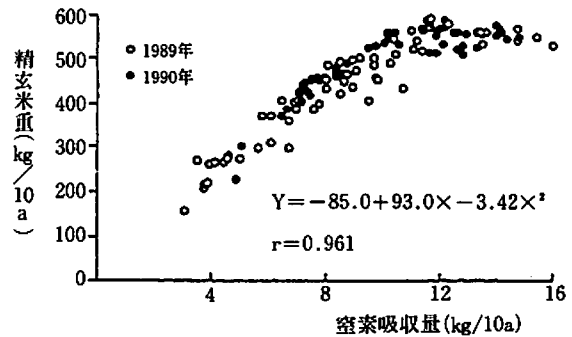
したがって、ヒノヒカリの収量が12kg/10a以上の窒素吸収量で停滞するのは、登熟歩合の低下が主要因と考えられた。

ま と め

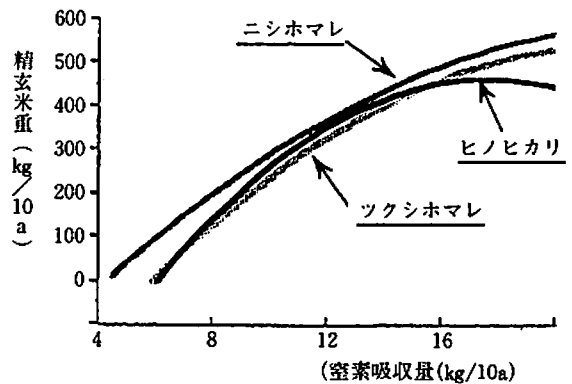
ヒノヒカリはニシホマレやツクシホマレと比較して、少ない窒素吸収量でも初数を確保しやすい反面、成熟期における窒素吸収量が12kg/10a以上では登熟歩合の急激な低下により収量は停滞もしくは低下する。以上の結果から、目標とする生育・収量を達成するための各生育時期におけるヒノヒカリの窒素吸収量の指標値は幼穂形成期: 7 kg/10a, 穂揃期: 10.5kg/10a, 成熟期:12kg/10aである。

引用文献

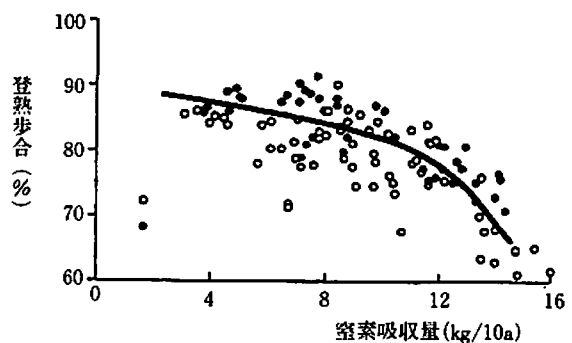
- 1) 原田皓二・松江勇次・吉野稔・尾形武文・佐藤寿子・長尾學禱・野田政春(1989)：福岡県における良食味中生水稻の新奨励品種「ヒノヒカリ」。福岡農総試研報 A-9, 1~4.
- 2) 北田敬宇・宮川修・塩口直樹(1991)：水稻の理想的な窒素吸収パターンと土壤窒素無機化予測によるシステム施肥法。土肥誌62, 585~591.
- 3) 真鍋尚義(1990)：北部九州における水稻良食味品種ヒノヒカリの栽培法。農業技術45, 193~198.
- 4) 真鍋尚義・田中浩平・福島裕助(1990)：水稻品種ヒノヒカリの栽培法。福岡農総試研報 A-10, 5~10.
- 5) 深山政治・岡部達雄(1984)：水稻の品種特性と最適窒素保有量。土肥誌55, 1~8.



第5回 成熟期におけるヒノヒカリの窒素吸収量と収量との関係



第6図 成熟期の窒素吸収量に対する品種別収量増加曲線



第7図 成熟期におけるヒノヒカリの窒素吸収量と登熟歩合との関係

- 6) 深山政治編(1987):主要作物の形態と生理—  
イネ. 農業技術体系 2 土壌施肥編 作物栄養  
と生育. 農山漁村文化協会, p65~74.
- 7) 上野正夫・安藤豊・藤井弘志・佐藤俊夫  
(1988): 水稻の理想的な窒素吸収パターンと  
土壌窒素無機化量の関係. 土肥誌59, 316~319.
- 8) 八木忠之・西山 壽・小八重雅裕・藤 篤・日  
高秀光・黒木雄幸・吉田浩一・愛甲一郎・本部  
裕朗(1990): 水稻品種「ヒノヒカリ」につい  
て. 九農研52, 24.

### Nitrogen Nutritional Diagnosis of Rice Plant 'HINOHIKARI'

#### (1)The Relationship between Nitrogen Absorption and Growth ,Yield of Rice Plant

KADOSHIGE Kazuhiro, Tomizou YAMAMOTO, Keiko INOUE and Kohei TANAKA

#### Summary

The effect of nitrogen absorption of rice plant on it's growth and yield was investigated. The results obtained were as follows:(1) Relationship between the amount of nitrogen absorption of rice plant at the panicle formation stage and panicle number was adapted to a regression curve. At panicle formation stage, about 7kg/10a nitrogen should be absorbed in order to maintain the index of the panicle number (380~400/m<sup>2</sup>). (2) Relationship between the amount of nitrogen absorption of rice plant at the full heading stage and unhulled rice number was adapted to a regression line. At full heading stage, about 10.5kg/10a nitrogen absorption was required to maintain the index of unhulled rice number(30,000~32,000/m<sup>2</sup>). (3)Relationship between the amount of nitrogen absorption of rice plant at harvest stage and the yield was adapted to a regression curve. In case that the amount of nitrogen absorption of rice plant was above 12kg/10a, the yield of rice did not increase. (4) In the result, we suggested that the amount of ideal nitrogen absorption of rice plant 'HINOHIKARI' were 7kg/10a at panicle formation stage, 10.5kg/10a at full heading stage and 12kg/10a at harvest stage.

[Key words:HINOHIKARI,growth and yield,percentage of ripened grains,nitrogen absorption]

Bull. Fukuoka Agric.Res.Cent.A-12:15~18(1993)

# 生活排水で汚濁したかんがい水が水稻の収量 及び品質に及ぼす影響

北原郁文・中嶋靖之・庄籠徹也  
(生産環境研究所化学部)

混住化が進行している地域のほ場を対象に、生活排水で汚濁したかんがい水が水稻の収量及び品質に及ぼす影響を調査した。

- 1 土壤中のアンモニア化成量は、掛け流しかんがいの方が、揚水かんがいより大きかった。これは、掛け流しかんがいは揚水かんがいよりかんがい水量が多いため、易分解性有機物の供給が多かったことによると考えられる。
- 2 かんがい水の全窒素濃度が2~3mg/lでは、登熟歩合は低下したが、総粒数が増加したため、精玄米重は増加した。しかし、3mg/lを超えると登熟歩合の低下が著しいため精玄米重は低下し、玄米の検査等級も低下した。この傾向は、ツクシホマレよりコシヒカリで大きかった。
- 3 水口部では土壤中の全窒素及び全炭素は表層(0~1cm)が作土層(1~10cm)より高かった。これはかんがい水中の有機物が蓄積した結果と考えられる。そのため、高濃度の汚濁水をかんがいでいるほ場では、水口部の土壤窒素供給力が収穫期から収穫期まで中央部より高く推移した。この収穫期から収穫期までの高い窒素供給力が、水稻の品質を低下させる要因の1つと考えられる。

[キーワード: 汚濁水, かんがい, 水田土壌, 水口部, アンモニア化成量]

## 緒 言

わが国の湖沼、河川等の水質汚濁は、1960年代から激しくなり、その汚濁源も工場排水を主としたものから生活排水によるものへと変化した。農業用水の汚濁も、主に生活排水によるもので、これは農村地域の混住化の進行や生活様式の高度化によるところが大きい。農林水産省が定めた農業用水水質基準の全窒素濃度は、1mg/l以下であるが、都市近郊の農地では随所でこの基準値以上の水をかんがいでいるのが現状である。本県においても、1982~1984年にかけて行ったかんがい用水の水質調査では、調査地点の91%で全窒素が基準値を超えていた。また、1986~1988年の調査では、農村地域の比率が高い県南部の筑後農林事務所管内も、調査地点の96%で全窒素(平均2.33mg/l)が基準値を超え、水稻の収量や品質への影響が懸念された。そこで、水質基準を超えたかんがい水が、土壌の化学性や水稻の生育及び品質に及ぼす影響を調査したのでその概要を報告する。

## 試 験 方 法

### 1 調査地区の概要

生活排水が主な汚濁原因と考えられる水をかんが

いでいるほ場を2ヶ所選定した。城島地区の調査ほ場は、市街地のはずれにあり、市街地から筑後川に流れている川の水をかんがい水として使用している。小郡地区のほ場は、市街地からやや離れた地点で、宝満川から揚水し、住宅地域を通過した農業用水を利用している。土壌は両地区とも細粒灰色低地土で、土壌統は城島が佐賀統、小郡が野市統である。

### 2 耕種概要

1988~1989年は両地区とも6月18~22日にツクシホマレを移植し、10月23~24日に収穫した。1990年は4月22~23日にコシヒカリを移植し、8月9日と17日に収穫した。窒素施用量は第1表のとおりである。かんがい法は城島では一筆ごとに揚水する方法、小郡では掛け流して畦越しに数筆をかんがいでいる方法である。1988~1989年は城島では7月下旬から2週間、小郡では7月中旬及び8月中旬に各々7~10

第1表 窒素施用量

調査地区	年度	基肥	中間追肥	総肥 計	
		kg/10a	kg/10a	kg/10a	kg/10a
城 島	1988	7.7	—	4.2+2.8	14.7
	1989	7.0	—	4.2+2.8	14.0
	1990	3.0	—	2.8	5.8
小 郡	1988	1.4	1.4	2.8	5.6
	1989	1.4	1.4	2.8	5.6
	1990	1.2	—	1.3	2.5



日間で中干しを行った。1990年は城島、小郡ともに5月下旬から2週間で中干しを行った。中干し後の間断かん水は、現地慣行によった。

なお、葉色はSPAD-501で測定し、土壌と作物体は常法<sup>9)</sup>、水質は工場排水試験方法(JIS K 0102)により分析した。

結果及び考察

1 かんがい水の水質

かんがい水の水質は第2表に示すとおり、化学的酸素要求量(以下COD)及び全窒素が両地区とも農業用水基準(全窒素は1mg/l, CODは6mg/l)を超えていた。リン濃度も城島で0.55mg/l, 小郡で0.38mg/lと県内農業用水の平均値(0.04mg/l)<sup>2)</sup>より著しく高かった。集落排水ではCODとリン濃度が高い<sup>3)</sup>ことから、両地区ともかんがい水の汚濁の主要因は生活排水と考えられる。

硝酸態窒素濃度は小郡が高かったが、硝酸態窒素は水稻による吸収利用率が低く、土壌蓄積も少ないとされている<sup>4)</sup>。また、アンモニア態窒素濃度は両地区とも約0.5mg/lと大差なく、かんがい水のアンモニア態窒素の濃度が0.5~2.0mg/l以下ならば水稻に被害は生じない<sup>5)</sup>ことから、かんがい水中の無機態窒素が両地区の水稻に及ぼす影響は少ないと考えられる。

一方、有機物による汚濁程度を示すCODは両地区とも13mg/l以上である。CODが8.2mg/l以上ならば水稻収量の被害は5%以上になる<sup>6)</sup>ことから、両地区とも有機物中の窒素の影響が大きいと考

第2表 かんがい水の水質

地区	COD	T-N	NH4-N	NO3-N	Org-N
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
城島	13.4	2.42	0.54	0.11	1.77
小郡	14.6	3.66	0.57	0.86	2.23

注) ①1988~1990年の稲作期間中13回の平均。  
②Org-NはT-NからNH<sub>4</sub>-NとNO<sub>3</sub>-Nを差し引いたもの

第4表 年次別収量構成要素

調査地区	調査場所	8月		10月		精玄米重			窒素吸収量			登熟歩合			検査等級		
		茎数	葉色	穂長	穂数	1988年	1989年	1990年	1988年	1989年	1990年	1988年	1989年	1990年	1988年	1989年	1990年
城島	水口	578	36.2	18.8	483	518	607	333	17.2	14.7	13.2	93	78	67	2等上	1等下	3等中
	中央	571	34.6	18.1	445	492	573	307	15.4	14.2	11.3	96	91	70	2等上	1等下	2等下
小郡	水口	533	38.9	19.0	464	553	341	391	18.2	18.2	23.6	84	59	49	2等上	2等下	2等下
	中央	512	37.0	19.0	419	523	660	452	12.9	12.9	17.0	94	73	76	2等上	2等上	2等上

注) ①稲の生育は1988~1989年の平均値。  
②茎数と穂数はm<sup>2</sup>当たりの本数。

えられた。

2 かんがい水から供給される窒素量の推定

かんがい水の全窒素濃度1mg/lは、稲作期間中の用水量を1000tとして推定すると10アール当たり約1kgの施肥窒素に相当する<sup>7)</sup>ことを仮にあてはめると、城島は10アール当たり2.4kg, 小郡は3.7kgの窒素がかんがい水から供給されたことになる。

一方、第3表に示すとおりアンモニア化量は、表層(0~1cm)が作土層(1~10cm)より高い。この表層と作土層の差がかんがい水から供給された窒素量とすると、城島の水口部では100gの土壌当たり8.6mgの窒素を供給されたことになる。10アール当たりの表層の土壌重量を10tとすると、城島の水口部の1カ月の窒素供給量は10アール当たり0.86kgとなり水稻生育期間(4カ月)では3.4kgとなる。以下同じように換算すると水稻生育期間中に供給された窒素量は、城島では水口部及び中央部でそれぞれ10アール当たり3.4kgと2.0kg, 小郡で12.0kgと6.8kgになる。アンモニア化量から推定した窒素量は城島ではかんがい水の全窒素濃度からの推定値2.4kgとほぼ一致する。しかし、小郡では全窒素濃度からの推定値3.7kgより大きい。これは、小郡のかんがい方法が掛け流しであるため、稲作期間中に使用した用水量が多く、汚濁物質が多量に流入したためと思われる。

3 水稻の収量及び品質

第4表に示すとおり、最高分けつ期における茎数は水口部が中央部より多かった。また、葉色は第1図に示すとおり、城島では分けつ期は水口部が中央部

第3表 アンモニア化量(生土)

層位	城島		小郡	
	水口部	中央部	水口部	中央部
表層 作土層	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
	11.8	8.0	35.5	21.2
	3.2	3.1	5.4	4.1

注) ①1989年の稲作期間中4回の平均。  
②表層は地表より0~1cm, 作土層は1~10cmとした。

第5表 水稻跡地土壤の理化学性

(1989年, 1990年)

場所	採土位置	pH (H <sub>2</sub> O)	EC $\mu\text{S}/\text{cm}$	T-C %	T-N %	CEC me	交換性塩基			粘土 含有率 %
							Ca me	Mg me	K me	
城島	表層	5.7	108	3.26	0.31					
	水口									
	作土層	5.1	259	2.46	0.21	19.7	9.8	3.0	0.6	38
	中央									
小郡	表層	5.6	87	3.37	0.30					
	中央									
	作土層	5.6	159	2.95	0.24	25.4	11.1	4.4	0.8	45
	水口									
小郡	表層	6.4	109	6.06	0.56					
	水口									
	作土層	6.0	226	3.29	0.26	17.6	7.3	1.1	0.5	24
	中央									
小郡	表層	5.8	82	4.64	0.40					
	作土層	5.3	289	4.53	0.37	21.6	7.8	1.4	0.6	42

注) CEC及び交換性塩基は1990年, その他は1989年のデータ。

より濃かったが, 登熟期から収穫時にかけては水口部と中央部との間に差がみられなくなった。しかし, 小郡では幼穂形成期から収穫時まで水口部が中央部より濃く推移した。ツクシホマレを移植した1988年及び1989年は城島及び小郡とも倒伏は見られなかったが, コシヒカリを移植した1990年には, 掛け流しかんがいを行っている小郡では, 施肥量を施肥基準の50%以下に減らしたにもかかわらず, 成熟期には水口から縦長に5×10mの範囲で倒伏した。

登熟歩合は両地区とも水口部が中央部より低く, 汚濁水かんがいの影響は水口部が中央部より大きいことを示している。精玄米重は, 小郡では水口部が中央部に比べて減少したが城島では逆に水口部で増加した。これは, 小郡では $\text{m}^2$ 当たりのもみ数が増加したが登熟歩合の低下が大きく, 城島では登熟歩合の低下よりもみ数の増加が上回ったと考えられた。

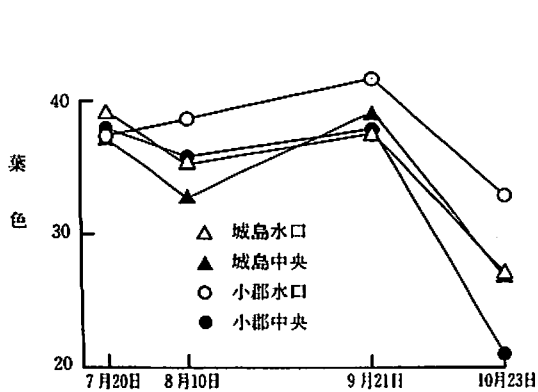
また, 水稻による窒素吸収量の水口部と中央部の差は, 3年間の平均で10アール当たり城島で1.4kg,

小郡で5.3kgであった。一方, かんがい水から供給された窒素量の水口部と中央部の差の3年間の平均は城島が1.3kg, 小郡が4.7kgで窒素吸収量の差とはほぼ同じであった。

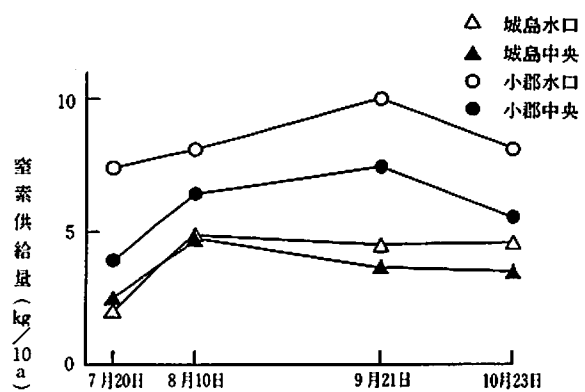
1989年のツクシホマレの玄米の検査等級は, 城島では水口部と中央部とでは差がなかったが, 小郡では水口部が中央部より劣った。これは, 葉色の推移が示すように水稻の生育後期まで窒素供給が続いたためと考えられる。1990年のコシヒカリでは施肥量を減らしたにもかかわらず城島, 小郡とも水口部が中央部より劣った。これは, 1990年のコシヒカリが早期栽培で, 生育後期が最も気温が高い時期になり, 水口部に蓄積した有機物中の窒素の無機化が盛んであったためと考えられた。

#### 4 土壤の理化学性

第5表に示すとおり, pHは表層, 作土層とも水口部と中央部との間に差がなかったが, 電気伝導度は水口部が高く, 水口部, 中央部とも表層で低かった。



第1図 葉色の経時変化(1989年)



第2図 窒素供給量の経時変化(1989年)

作土層の陽イオン交換容量、交換性陽イオン含量及び粘土含量は水口部が中央部より低く、水口部の土壌の理化学性の低下が示唆される。

土壌の全炭素及び全窒素は、表層が作土層より高く、かんがい水のCOD及び窒素濃度が高いほどこの差が大きいことから、かんがい水中の有機物が蓄積したものと考えられる。この有機物に含まれる有機態窒素が無機化してでてくるアンモニア化量を、10アール当たりの土壌の窒素供給力に換算すると、第2図に示すとおり、小郡の水口部の土壌窒素供給力は出穂期で最も高くなり、そのまま登熟期まで高い値を維持していた。この登熟期までの高い土壌窒素供給力が、登熟歩合の低下、さらにはコシヒカリの倒伏を招いた主要因と考えられる。

以上のように、汚濁水をかんがいすると水口部の水稲の品質が低下し、掛け流しかんがいをやっている小郡では収量も低下した。また、ツクシホマレよりコシヒカリの方が登熟歩合の低下が大きく、倒伏などにみる窒素過剰の影響が品種により異なった。

したがって、生活排水の混入の恐れがある地域で、コシヒカリ等の窒素過剰の影響を受けやすい品種を栽培する場合は、節水栽培や追肥を減らす等、栽培現

場に適応した窒素過剰吸収防止対策を構ずる必要がある。

### 引用文献

- 1) 平山 力(1986) : 水質汚濁による被害田の改良に関する研究第2報窒素汚濁水かんがい水田の改良対策. 茨城農試研報26, 201~207.
- 2) 松井幹夫・兼子 明・井上恵子・土山健次郎(1984) : 農業用水水質汚濁に関する調査研究第4報 農業用水水質汚濁の実態・福岡農総試研報A-4, 95~100
- 3) 森川昌記・松丸恒夫・高崎 強・松岡義浩(1982) : 水質汚濁が稲作に及ぼす影響第1報汚濁物質濃度と稲作の関係. 千葉農試研報23, 83~89.
- 4) 農林水産省農蚕園芸局農産課編(1979) : 土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法. 44~87.
- 5) 野地良久・高田勝重(1984) : 農用地が河川、ため池の水質に及ぼす影響. 大分農技セ研報14, 87~94.
- 6) 小川吉雄・酒井一(1985) : 水田における窒素浄化機能の解明. 土肥学雑56(1), 1~9.

### Effect of Irrigation Water Polluted by Domestic Waste Water on the Yield and Quality of Rice

KITAHARA Ikufumi, Yasuyuki NAKASIMA and Tetuya SHOUGOMORI

### Summary

The effects of irrigation water polluted by domestic waste water on the yield and quality of rice were investigated in the paddy field near urban area. The results obtained were as follows: (1) The amounts of nitrogen mineralization in paddy soil with continuous irrigation were larger than that with flooding irrigation. It was thought that the more organic matter was supplied to paddy field of continuous irrigation than that of flooding irrigation. (2) When 2~3mg/ of T-N was contained in irrigation water, the rice yield was increased although percentage of ripened grains was decreased. When the value of T-N exceeded 3mg/, the rice yield was declined by serious decrease of percentage of ripened grains, and the quality of rice was deteriorated. This tendency was remarkable on "KOSHIHIKARI" than "TUKUSHIHOMARE." (3) Amounts of nitrogen mineralization of surface soil(0~1cm depth) on the area near to inlet of irrigation water were larger than that of surface soil on the other area in the paddy field from heading stage to harvest stage. This was caused by the easily decomposable organic matter accumulated on the surface soil. This large amounts of nitrogen was thought to be the cause of low quality of rice.

[Key words: waste water, irrigation, paddy soil, nitrogen mineralization]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12:19~22(1993)

## 早期水稲の水管理によるイネミズゾウムシの防除

嶽本弘之・中村利宣・山中正博  
(生産環境研究所病害虫部)

早期水稲における間断灌水と中干しがイネミズゾウムシの発生と被害に及ぼす影響を、湛水処理と比較することにより評価した。その結果、

- ① 間断灌水は成虫の定着と産卵を抑制した。
- ② 間断灌水及び中干しは幼虫の発育を抑制した。
- ③ 間断灌水と中干しを組み合わせた水管理体系により、加害主体である幼虫の密度は経済的被害許容水準以下に抑制され、慣行防除(粒剤の育苗箱施用)と同等の収量が確保できた。

早期水稲では、他の作型より成虫の発生密度が高いため、基幹防除が実施されている。しかし、間断灌水と中干しによる幼虫密度抑制効果がきわめて高かったことから、栽培管理の一環として適切な水管理を実施することにより、本虫の被害を回避できると考えられた。

[キーワード: イネ, イネミズゾウムシ, 早期水稲, 耕種的防除, 水管理]

### 緒 言

イネミズゾウムシ (*Lissorhoptus oryzophilus* KUSCHEL) は北アメリカ大陸原産の侵入害虫で、福岡県では1983年に侵入が確認された。成虫、幼虫ともに水稲を加害するが、成虫による被害は軽微であり、幼虫による根部の加害が減収の主要な原因である<sup>1)</sup>。

本虫の成虫密度は移植時期が早い水稲ほど高く<sup>2)</sup>、近年急速に作付面積が増加した早期水稲では、成虫を基準にした要防除密度(0.2~0.48頭/株)<sup>1,3)</sup>に容易に達する。したがって、カーバメート系粒剤<sup>4)</sup>の育苗箱施用が基幹防除として実施されている。

早期水稲の主要品種の「コシヒカリ」は倒伏しやすいため、間断灌水や中干しを体系的に実施し、倒伏を防止する必要がある。中干しが幼虫密度を低下させることは報告されているが<sup>2,3)</sup>、間断灌水と中干しを組み合わせた水管理体系が本虫の発生に及ぼす影響についての報告はない。そこで、本報では早期水稲における間断灌水及び中干しの幼虫と被害に対する抑制効果を明らかにし、耕種的防除の可能性を示した。

### 試 験 方 法

#### 1 耕種概要

試験は福岡県農業総合試験場(筑紫野市吉木)の精密枠(3m<sup>2</sup>:2.0m×1.5m)を試験区画とし、199

0年と1991年の2カ年実施した。品種は「コシヒカリ」で、両年とも4月25日に稚苗を手植えた。1株4本、栽植密度は20.0株/m<sup>2</sup>とし、1区画につき60株移植した。施肥その他の管理は慣行に準じた。

#### 2 試験区の構成及び水管理方法

試験は第1表に示す構成で実施した。1990年は水管理によるイネミズゾウムシの被害抑制効果を明らかにすることを目的とした。慣行区は福岡県における早期水稲(「コシヒカリ」)の栽培指針に準じた水管理方法とし、強度中干し区は間断灌水及び中干し期間を慣行区より長くした。常時湛水区は生育期間を通して湛水状態を保った。薬剤防除区以外は本虫に対して無防除としたが、薬剤防除区は移植直前にベンフラカルブ粒剤を育苗箱当たり50g施用し、水管理は慣行区と同一とした。各試験区は3反復とした。

1991年は間断灌水、中干しが成虫の定着、産卵、幼虫の発育に及ぼす抑制効果を明らかにすることを目的とした。慣行区は1990年と同様とし、間断湛水区は慣行区の中干し期間まで間断湛水を継続し、常時湛水区では7月上旬まで湛水を保ち、その後は間断湛水とした。薬剤防除区以外は、本虫に対して無防除としたが、薬剤防除区は移植直前にカルボスルファン粒剤を育苗箱当たり70g施用し、水管理は慣行区と同一とした。薬剤防除区は3反復としたが、その他の試験区は卵及び幼虫密度消長を把握するための2区画を追加した。

第1表 試験区の構成とその水管理方法

試験区		灌水	間断灌水	中干し	間断灌水
1990年	慣行区	4月25日～5月24日	5月25日～6月4日	6月5日～6月19日	6月20日～
	強度中干し区	4月25日～5月14日	5月15日～6月4日	6月5日～6月22日	6月23日～
	常時湛水区 薬剤防除区	4月25日～5月24日	5月25日～6月4日	6月5日～6月19日	6月20日～
1991年	慣行区	4月25日～5月28日	5月29日～6月7日	6月8日～6月18日	6月19日～
	間断湛水区	4月25日～5月28日	—	—	5月29日～
	常時湛水区	4月25日～7月4日	—	—	7月5日～
	薬剤防除区	4月25日～5月28日	5月29日～6月7日	6月8日～6月18日	6月19日～

3 調査方法

成虫密度及び成虫による葉の食害度は2～10日間隔で、1区画当たり48株を見取り調査した。成虫は水面下の茎葉に寄生する機会が多いため、水面上の茎葉だけでなく、水面下の茎葉も調査対象とした。食害度は下記の基準によった。

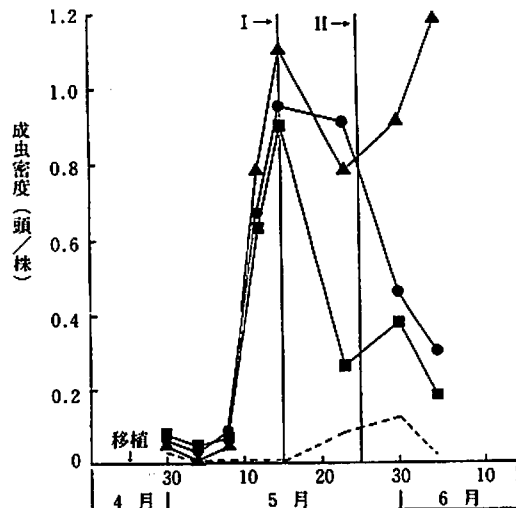
$$\text{食害度} = \frac{4 \times A + 3 \times B + 2 \times C + D}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

- A: 食害葉率91%以上      D: 食害葉率 1～30%
- B:   〃 61～90%        E:   〃 0%
- C:   〃 31～60%

幼虫・土まゆ密度は、1990年は6月28日に、1991年は7月4日に、1区画当たり3株を掘り取り、株洗い法で調査した。1991年は、薬剤防除区以外の試験区の、追加設定した2区画について5月23日から6月26日まで約7日間隔で1区画当たり3株をランダム抽出し、株洗い法で幼虫数を調査した。調査株は株洗った後、プラスチックカップ(φ12cm×H6cm)に入れて根部を水に浸し、約10日後に遊出幼虫数を計数し、卵密度とみなした。

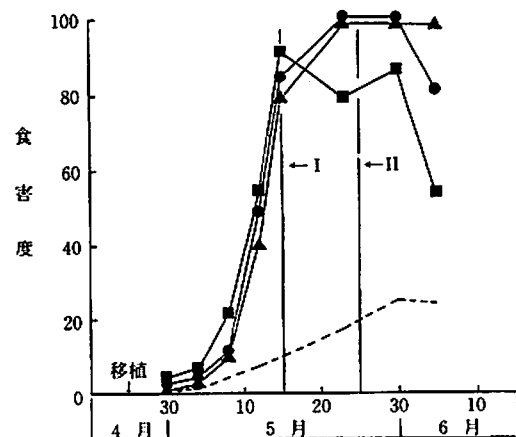
イネの生育状況は、1区画から10株(5株×2カ所)を抽出し、移植約35日後と約45日後に草丈と茎数を、成熟期に稈長と穂数を調査した。また、成熟期に試験区画外周の株を除いた30株を刈り取り、精玄米重を調査した。

土壌硬度が幼虫の発育に影響を及ぼすと考えられたため、各水管理区の土壌硬度を土壌抵抗測定器の矩型板沈下量(0.6kg/cm<sup>2</sup>の圧力下)によって測定した。測定は幼虫の調査株の掘り取り時に、1区画3カ所(入水口側、区画中央、落水口側)について行った。薬剤防除区以外の区画を対象として、土壌硬度と幼虫密度との関係を解析した。



第1図 異なる水管理区におけるイネミズゾウムシ越冬成虫の密度消長

■: 強度中干し区    I: 強度中干し区間断灌水開始日  
●: 慣行区        II: 慣行区  
▲: 常時湛水区    ---: 薬剤防除区



第2図 異なる水管理区におけるイネミズゾウムシによる被害の消長

■: 強度中干し区    I: 強度中干し区間断灌水開始日  
●: 慣行区        II: 慣行区  
▲: 常時湛水区    ---: 薬剤防除区

第2表 水管理の違いが幼虫密度に及ぼす影響 (1990年及び1991年)

1990年	幼虫・土まゆ数 (頭/株)	1991年	幼虫・土まゆ数 (頭/株)
薬剤防除区	0.6 ± 1.0 a	薬剤防除区	1.7 ± 2.6 a
慣行区	2.4 ± 2.5 a	慣行区	4.7 ± 2.8 a
強度中干し区	1.4 ± 1.3 a	間断灌水區	10.7 ± 6.3 b
常時湛水区	32.9 ± 29.4 b	常時湛水区	48.6 ± 4.5 c

注) ① 数値は平均±S.D.を示す。② 1991年のデータは $\sqrt{(x+1)}$ 変換後に分析した。  
 ③ 同一英文字はDUNCANの多重比較で有意差のないことを示す (5%水準)。

結 果

1 水管理による被害抑制効果

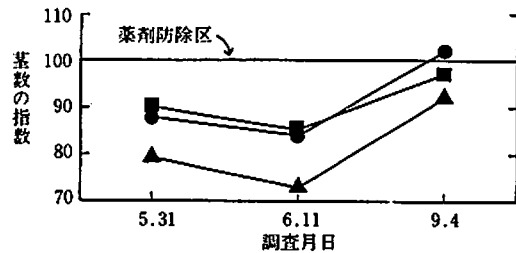
薬剤防除区と他の試験区における成・幼虫密度、成虫による食害度、イネの生育状況および収量を比較することで、水管理の本虫に対する被害抑制効果を評価した。

試験を実施した2カ年とも成虫密度は株当たり約1頭と、多発生条件であった。1990年の慣行区と強度中干し区 (第1図及び第2図)、1991年の慣行区と間断灌水區 (第3表) では間断灌水開始に伴い成虫密度と食害度が減少したが、薬剤防除区と比較すると高く推移した。

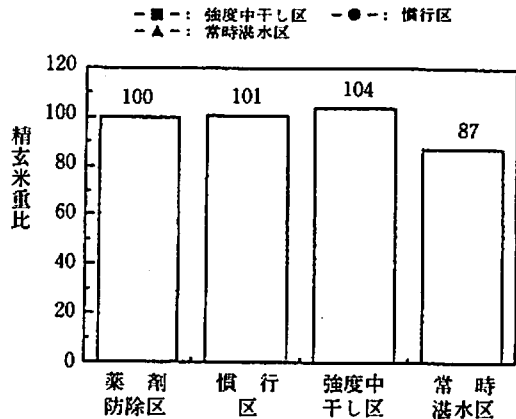
水管理の違いと幼虫・土まゆ数 (以下、幼虫密度) との関係第2表に示した。1990年では常時湛水区の幼虫密度は他の試験区に比べて有意に高かったが (P<0.05, DUNCANの多重比較)、慣行区及び強度中干し区の幼虫密度は薬剤防除区と有意差は認められなかった。1991年では慣行区の幼虫密度は薬剤防除区との間に有意な差は認められず、間断灌水區及び常時湛水区より極めて低い密度となった (P<0.05, DUNCANの多重比較)。

薬剤防除区の茎数を100として、茎数の推移を指数で示した (第3図, 1990年)。常時湛水区では茎数 (5月31日, 6月11日) 及び成熟期の穂数 (9月4日) は薬剤防除区と比較して少なかったが、慣行区と強度中干し区ではイネの生育初期 (5月31日, 6月11日) の茎数は薬剤防除区より劣ったものの、成熟期 (9月4日) の穂数は同等となった。また、精玄米重を薬剤防除区を基準にして比較すると、常時湛水区は1990年で約13%, 1991年で約6%減少したが、慣行区では2カ年とも減収は認められなかった (第4図)。

以上のことから、早期水稻では成虫の寄生及び食害を受けるものの、慣行的な水管理により、加害主



第3図 異なる水管区におけるイネの生育状況 (1990年)



第4図 異なる水管理区における収量 (1990年)

体の幼虫密度を粒剤の育苗箱施薬と同等に抑制し、収量 (精玄米重) も同等に確保できると考えられた。

2 間断灌水及び中干しのイネミズゾウムシ発生抑制効果

間断灌水と中干しの、成虫の定着・産卵、及び幼虫の発育に対する抑制効果を常時湛水区と比較することによって評価した。

(1) 成虫の定着と食害に対する抑制効果

第3表に間断灌水による落水が成虫の定着と食害に及ぼす影響を示した。間断灌水直前 (5月29日) の成虫密度、食害度はともに試験区間で有意差はなかったが、間断灌水開始7日後 (6月6日) では、慣行区及び間断灌水區の成虫密度と食害度はいずれも常時湛水区に比べて有意に低下した (P<0.01,

第3表 間断灌水の成虫の定着及び食害に対する抑制効果（1991年）

試験区	成虫密度（頭/100株）		成虫の食害度（%）	
	5月29日	6月6日	5月29日	6月6日
慣行区	107.6±13.5 N.S.	7.7± 2.4 a	89.2± 7.1 N.S.	74.7± 2.9 a
間断灌水区	80.6±27.5	7.0± 1.2 a	92.5± 2.1	78.3± 2.4 a
常時灌水区	82.6±13.4	75.0±18.1 b	90.5± 2.1	93.4± 1.7 b

注) ① 5月29日は間断灌水開始前, 6月6日は間断灌水後。②: 数値は平均±S.D.を示す。

③ 同一英文字はDuncanの多重比較で有意差のないことを示す（1%水準）。

DUNCANの多重比較)。

(2) 産卵抑制効果

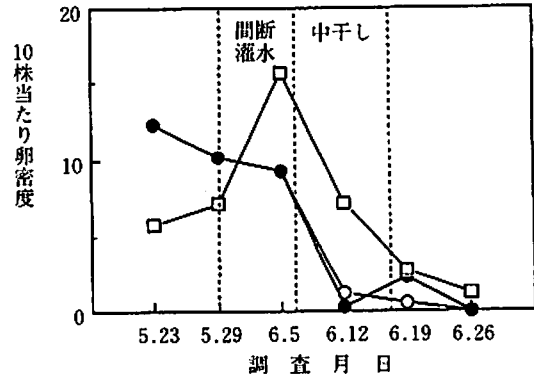
水管理別の卵密度消長を第5図に示した。常時灌水区では卵密度ピークが6月5日に認められた。慣行区と常時灌水区では、間断灌水の開始とともに卵密度が低下し、間断灌水開始後の6月5日における卵密度は常時灌水区に比べて有意差はないが、低い傾向を示した (P=0.14, 一元配置分散分析)。慣行区では6月8日から中干しを始め、間断灌水区では間断灌水を継続したが、6月12日における両区の卵密度は常時灌水より明らかに低かった (P<0.01, DUNCANの多重比較)。

(3) 幼虫密度抑制効果

第6図に水管理別の幼虫密度消長を示した。6月5日までは幼虫密度は低く、試験区間には差はなかった。常時灌水区では6月12日から幼虫密度が著しく増加したのに対し、慣行区と間断灌水区では6月12日~26日における幼虫密度は常時灌水区に比較して有意に低かった (P<0.05, DUNCANの多重比較)。慣行区で中干しを開始すると、幼虫密度は間断灌水区に比べ低く推移するようになり、7月4日には有意に低くなった (P<0.05, DUNCANの多重比較)。以上のことから、間断灌水と中干しは成虫の定着、産卵及び幼虫の発育を抑制すると考えられた。

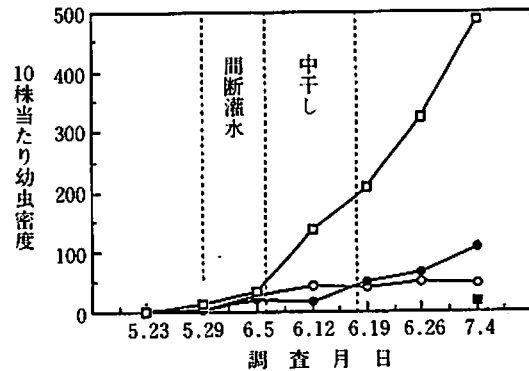
考 察

イネミズゾウムシは半水棲の昆虫であり、その発育は水に強く依存するため、湛水状態を保つことは本虫の発育にとって最適な環境であると推定される。しかし、実際的水稲栽培では、間断灌水や中干しといった落水を伴う水管理が行われるため、湛水状態とは異なった発育環境となる。本試験では、間断灌水や中干しが成虫の定着、産卵及び幼虫の発育を抑制することを明らかにした。以下では、早期水稲において、間断灌水や中干しがイネミズゾウムシの発



第5図 異なる水管理区における卵密度消長 (1991年)

○—: 慣行区      ●—: 間断灌水区  
□—: 常時灌水区

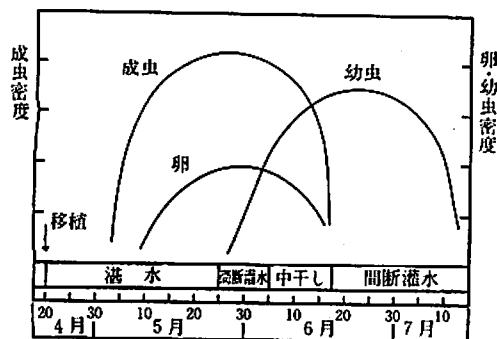


第6図 異なる水管理区における幼虫密度消長 (1991年)

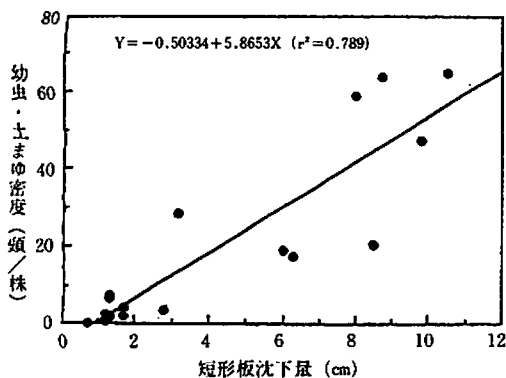
○—: 慣行区      ●—: 間断灌水区  
□—: 常時灌水区      ■—: 薬剤防除区

生を抑制するメカニズムや水管理体系下での本虫による被害の評価と防除方法について考察する。

早期水稲の場合、早植水稲や普通期水稲とは異なり、越冬成虫の侵入は移植直後には認められず、移植約30日後の5月20日頃に最盛期となる<sup>5)</sup>。小川らの報告<sup>4)</sup>と今回の調査結果から、早期水稲での成虫、



第7図 早期水稻におけるイネミズゾウムシの発生模式図と水管理体系



第8図 土壌硬度と幼虫密度との関係

(1990年と1991年の薬剤防除区以外の水管理区のデータを示す)

卵及び幼虫の密度消長は第7図の様に模式化される。

これらの消長と水管理体系を対比させると、成虫の定着、産卵及び幼虫の発育初期が間断灌水～中干し期間に当たる。したがって、早期水稻では、間断灌水や中干しによる落水が、成虫の定着、産卵及び幼虫の発育を効果的に抑制し、相加的に加害主体の幼虫の密度を強く抑制すると考えられる。

それでは、これらの抑制要因の中でどれが最も効果が高いだろうか。Morganら<sup>9)</sup>および小嶋<sup>9)</sup>は幼虫発育期の落水による土壌の硬化が幼虫密度を抑制すると報告している。本試験でも、土壌硬度の指標である短形板の沈下量と株当たり幼虫数との間には強い正の相関が認められ(第8図,  $P < 0.001$ ), 土壌が硬いほど幼虫密度が低かった。慣行区と間断灌水区では、間断灌水の方法は同一であるため、成虫の定着と産卵に対する抑制効果は同等とみなせる。したがって、中干しを実施した慣行区の幼虫密度は間断灌水区の約1/2であったこと(第2表)から、中干しによる幼虫の発育阻害が幼虫密度抑制に対して

最も効果的であると考えられる。

イネミズゾウムシの加害主体は根部に寄生・加害する幼虫であり、成虫の密度が1頭/株までは成虫による葉の食害だけでは減収には結びつかない<sup>9)</sup>。そのため、成虫による食害を受けたとしても、幼虫密度を抑制すれば本虫による被害を軽減できる。九州地域の早期栽培における減収率5%での成虫を基準とした要防除密度として、0.48頭/株<sup>9)</sup>、あるいは0.2~0.4頭/株<sup>9)</sup>が報告されている。これらの要防除密度は、移植直後に成虫を放飼した結果から得られている。しかし、早期水稻の場合には移植約30日後に成虫侵入盛期に達する<sup>9)</sup>。移植直後の放飼では間断灌水や中干しの実施までに幼虫の発育がほぼ完了するため、水管理が幼虫密度に及ぼす影響が考慮されず、本虫による被害を過大評価していると考えられる。今回は、成虫密度が約1頭/株の条件下での試験にもかかわらず、間断灌水と中干しによって幼虫密度を経済的被害許容水準(10頭/株<sup>9)</sup>)以下に抑制した。また、第8図の回帰式から、幼虫の経済的被害許容水準における短形板沈下量は2.6cm(田面に立った時、足型が軽くつく程度)となるが、慣行区での短形板沈下量は1.3~1.7cmの範囲であった。したがって、慣行的な水管理を行えば、土壌の硬化により、幼虫密度を経済的被害許容水準以下に抑制できると考えられた。

早期水稻では、他の作型に比較して成虫密度が高く、成虫を基準とした要防除密度<sup>9)</sup>に容易に達するため、基幹防除の一環としてカーバメート系粒剤の育苗箱施用が実施されている。しかし、成虫が1頭/株までの密度であれば、間断灌水や中干しによって加害主体の幼虫密度は効率的に抑制され、経済的被害許容水準以下となる。早期水稻では、水管理による幼虫密度抑制効果を考慮に入れず、成虫密度だけを基準として薬剤防除が行われてきたが、上記した土壌硬度を目標に適切な水管理を実施することにより、耕種的に本虫の被害を回避できると考えられる。

### 引用文献

- 1) 林 嘉孝・永井清文・寺本 敏(1989): イネミズゾウムシの暖地における生態と防除法に関する研究(第6報). 被害と要防除密度. 九病虫研会報35, 88~92.
- 2) 小嶋昭雄(1988): 水田の中干しによるイネミズゾウムシの幼虫密度抑制効果とその活用場面. 今月の農業, 38~41.



- 3) Morgan, D.R., N.P., Tugwell and J.L. Bernhardt (1989) : Early rice field drainage for control of rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) and evaluation of an action threshold based upon leaf-feeding scars of adults. *J. Econ. Entomol.* 82, 1757~1759.
- 4) 小川義雄・横溝徹世敏・市川伊三郎(1989) : 長崎県におけるイネミズゾウムシの作期別発生消長と要防除密度. 九病虫研究会報35, 83~87.
- 5) 嶽本弘之・山中正博(1990) : イネミズゾウムシ越冬成虫の本田侵入時期の予測-飛翔筋発達に要する有効積算温度を利用して-. 福岡農総試研報A-10, 31~34.
- 6) 嶽本弘之・山中正博(1991) : 早期水稻におけるイネミズゾウムシ育苗箱施薬剤の持続効果. 九農研53, 89.
- 7) 都築 仁・浅山 哲・滝本雅章・下畑次夫・粥見惇一・小林荘一(1983) : イネミズゾウムシの被害解析(II). 成虫および幼虫による被害と被害許容水準の推定. 応動昆27, 252~260.
- 8) \* Tugwell, N.P. and F.M. Stephen (1981) : Rice water weevil seasonal abundance, economic levels, and sequential sampling plans. *Bull. Arkansas Agri. Exp. Stn.* 849, 1~16.
- 9) 山中正博・藤吉 臨・吉田桂輔(1985) : イネミズゾウムシの福岡県への侵入とその後の発生状況. 九病虫研究会報, 106~109.
- \* は間接引用

Control of the Rice Water Weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* KUSCHEL,  
by Water Management in Early-season Rice.

TAKEMOTO Hiroyuki, Toshinobu NAKAMURA and Masahiro YAMANAKA

Summary

The effects of the intermittent irrigation and the mid-season drainage on the control of the rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus*, in early-season rice, were evaluated by comparing with continuous flooding treatment. Following results were obtained. (1) The intermittent irrigation deterred adults from colonizing and ovipositing in the rice plants. (2) Both the intermittent irrigation and the mid-season drainage suppressed the larval development. (3) The water management system with 10 days intermittent irrigation followed by 10 days mid-season drainage reduced the larval density much lower than the economic injury level and thus did not lead to any yield loss even without applying insecticides. Since the adult density in early-season rice is usually higher than that in the later season rice cultivation, the application of insecticides in the seedling box has been recommended. However, the infestation of larvae, which is responsible for yield loss of rice, was suppressed by the intermittent irrigation and the mid-season drainage effectively. Damage due to the rice water weevil, therefore, can be avoided by the appropriate water management.

[Key words : rice plant, rice water weevil, early-season rice,  
cultural control, water management]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12:23~28(1993)

## 豊前地域での暖冬年におけるビール大麦の 品質向上のための栽培法改善

松江勇次・矢野雅彦\*・比良松道一・小田原孝治  
(豊前分場)

豊前地域におけるビール大麦の品質向上を図るため、暖冬年（1月～2月までの平均気温が平年に比べて約1℃高い）での播種時期、播種量、栽培様式が品質に及ぼす影響を明らかにした。

- 1 豊前地域におけるビール大麦の播種適期は、11月下旬～12月上旬であり、県下一般の適期よりやや遅かった。
- 2 標準播種期（11月20日）ではうす播（3.5kg/10a）することによって千粒重が重く、収量は低下せず、整粒歩合が高くなり、品質が向上する。
- 3 高畝栽培（高さ18～20cm）は標準畦栽培（高さ12cm）に比べて、作土の表層（2～7cm）の含水量が小さく、排水性に優れる。高畝・少肥栽培（10a当たり窒素成分で基肥4kg+追肥2kg）によって粒の充実度が良好になり、裂皮粒の発生は少なく、品質が向上する。

[キーワード：ビール大麦、品質、うす播、晩播、高畝栽培]

### 緒 言

豊前地域は本県北部における主要なビール大麦産地であるが、ここ数年の暖冬年において、作柄が不安定であり、特に検査等級の合格率が著しく低く、品質の低下<sup>1)</sup>が大きな問題となっている。品質低下の主な要因として、被害粒の発生と整粒歩合の低下がある。このうち被害粒については、特に側面裂皮粒と凸腹粒が問題となっている<sup>2)</sup>。また暖冬年ではビール大麦の生育前期において過剰生育ぎみとなり、後半の生育が凋落型となる傾向がみられている。このことが整粒歩合の低下に影響を及ぼしているのではないかと考えられ、暖冬年における作柄安定のための栽培技術の改善が強く求められている。

そこで豊前地域におけるビール大麦の品質向上のための栽培技術を確立するために、1988～1990年の3カ年間、播種時期、播種量及び栽培様式が品質に及ぼす影響について調査した。3カ年とも暖冬条件であったので、暖冬年における栽培法改善の面から検討した。なお、ここでの暖冬という用語は気象庁注1)の基準（12月～2月の平均気温が平年に比べて0.7℃以上高い）に準じて用いた。

供試品種ニシノゴールドを用い、豊前分場（行橋

### 試 験 方 法

市西泉、細粒灰色低地土、排水良）において、1988～1990年播種年度で試験1～3を行った。

#### 試験1 播種時期試験

播種時期及び耕種概要：播種時期は早播（11月10日）、標準播種期（11月20日）、晩播（11月30日、12月10日）の4時期を設定した。播種量（10当たりkg）は11月10日播5.5、同20日播7、同30日播9、12月10日播10とした。栽培様式は畦幅140cm、条間30cm、4条の畦立全耕ドリル播である。施肥量（基肥+追肥）は10a当たり窒素成分で6+3kgとし、リン酸、カリは各々6kg、9kgとした。なお、追肥は2月下旬に施用した。試験規模は、1区15m<sup>2</sup>の2反復とした。

#### 試験2 播種量試験

播種量（10a当たりkg）：うす播3.5、標準播7、密播10.5の3水準を設定した。

播種時期及び耕種概要：播種時期は11月20日、栽培様式及び施肥量は試験1と同じである。

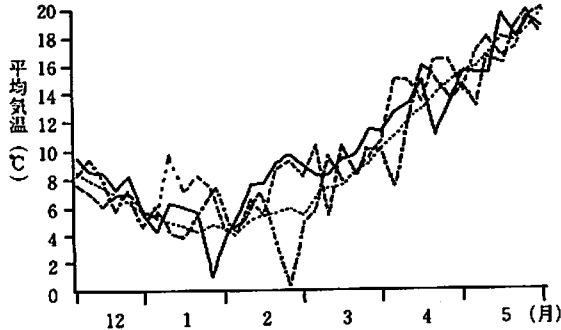
#### 試験3 栽培様式試験

栽培様式：高畝・標肥、高畝・少肥、標準畝・標肥、平畝・標肥の4つの様式を設け、畦の高さは高畦18～20cm、標準畦12cm、平畦0cmとした。

播種時期、播種法：播種時期は11月20日、播種法は試験1と同じ。

\*現築上農業改良普及所

注1)福岡管区気象台季節予報参考資料



第1図 12月～5月における平均気温の推移  
 ----- 1988年度, ——— 1989年度, - - - - - 1990年度,  
 ..... 平年値

施肥量(基肥+追肥): 10a当たり窒素成分で標肥6kg+3kg, 少肥4kg+2kgとした。なお, 追肥は2月下旬に施用した。

調査法

品質: 外観品質は上ノ上(1)～下ノ下(9)の9段階で観察評価し, 検査等級は農林水産省福岡食糧事務所に依頼した。また, 被害粒の側面裂皮粒, 凸腹粒は粒厚2.5mm以上の約150粒について観察調査を行った。

沈下粒比率: 比重1.2の食塩水に1処理当たり30g供試し, 沈下粒数比で算出した。

含水比: 作土の表層2～7cm, 7～12cmの土壌を100mlコアでサンプリングし, 遠心法<sup>1)</sup>によりpFごとに測定した。

12月～5月の平均気温: 12月以降の生育期間中の平均気温は当該内の観測値を用いて算出した。

結果及び考察

1 気象概況

1988～1990年度の3カ年とも1月～2月までの越冬期間の平均気温が平年に比べて約1℃高く推移した(第1図)。

2 播種時期と品質

標準播種期(11月20日播)に比べて早播(11月10日播)では, 暖冬での早期茎立による有効穂数の減少, 生育前期の過剰生育による生育後期の凋落や出穂期直前(4月上旬)の低温<sup>2)</sup>による不稔の多発のため過去3カ年平均で33%減収した(第1表)。

品質は裂皮粒の多発により外観品質, 検査等級が著しく劣った。また, 沈下粒比率も著しく低くなり粒の充実度が劣った。

このようにビール大麦の品種は春播性が高い温<sup>3)</sup>ことから, 暖冬年における早播は, 生育ステージの促進による出穂直後の低温障害や後期凋落型の生育による収量, 品質の低下がみられ, また, 整粒歩合及び千粒重の低下温<sup>4,6)</sup>も懸念されるため避けるべきである。

晩播(11月30日, 12月10日)では穂数の減少により収量は4～12%低下したが, 千粒重は重く, 整粒歩合は高くなり, 沈下粒比率が著しく高く, 充実した粒が得られた。特に品質の面で, 裂皮粒の発生が極めて少なく, 外観品質, 検査等級とも優れ, 12月10日播では2カ年ともビール大麦として検査に合格した。

これは晩播では, 暖冬の影響による過剰生育及び

第1表 播種時期と品質

播種期	出穂期	成熟期	m <sup>2</sup> 当たり穂数	倒伏	10m <sup>2</sup> 当たり収量	同左比率	千粒重	整粒歩合	外観品質	検査等級	裂皮粒	沈下粒比率	
													本
早標準播種期	11.10	4.3	5.17	639	0	257	67	39.9	81.8	6.8	不適	27.8	25.7
標準播種期	11.20	4.10	5.21	654	0.7	382	100	39.9	81.3	5.8	不適	21.0	66.7
晩播	11.30	4.14	5.23	599	0	367	96	41.0	85.7	5.0	等外上～不適	6.1	83.1
晩播	12.10	4.17	5.25	559	0	335	88	41.8	85.6	4.5	等外上	2.7	86.6

注) ①88～90年の3カ年の平均値。但し, m<sup>2</sup>当たり穂数, 収量, 整粒歩合は89～90年の2カ年平均値, 塩水選浮粒は90年のみで示した

②10a当たり収量は粒厚2.5mm以上のものとし(以下第2, 3表も同じ), 同左比率は11月20日播を100とした。

③倒伏は無(0)～甚(5)の6段階, 外観品質は上ノ上(1)～下ノ下(9)の9段階で示した(以下第2, 3表も同じ)。

第2表 播種量と品質

播種量	m <sup>2</sup> 当たり		10 a 同左 当たり 収量 比率	裂粒重 g	整粒 歩合 %	外観 品質	検査 等級	裂皮粒 %	凸腹粒 %	沈下粒 比率 %	
	穂数	倒伏									
うす播	500	0	369	101	40.7	89.2	4.8	等外上	25.3	1.7	64.5
標準播	628	0.9	365	100	39.5	83.1	5.5	等外上～不適	31.5	1.8	59.5
密播	769	1.5	340	93	38.3	77.7	6.5	不適	34.8	3.6	52.7

注) 89～90年の2カ年の平均値, 播種時期は11月20日播, 同左比率は標準播を100とした。

異常な生長促進がみられないことや出穂直後の晩霜に遭わないことから, 1株の生育量が大きくなって, 不稔粒が発生することなく粒が充実したためと考えられる。

以上の結果より, 冬期間の平均気温が高い年での品質向上からみた豊前地域におけるビール大麦の播種適期は, 県下一般の播種適期<sup>3)</sup>に比べてやや遅く, 11月下旬～12月上旬であると考えられる。

### 3 播種量と品質

標準播種期で播種量を検討すると, 標準播(7.0 kg/10a)に比べて, 密播では穂数が増加したにもかかわらず増収は認められず, 倒伏程度がやや大きくなった。千粒重は1g程度軽くなり, 整粒歩合は5%程度低下した。沈下粒比率は低く, 粒の充実度が劣った(第2表)。この暖冬年での密播による穂数増加が整粒歩合及び千粒重の低下を招いたことは古庄らの結果<sup>4)</sup>と一致した。品質では裂皮粒, 凸腹粒が多く発生し, 外観品質は著しく劣り検査等級

はビール大麦としては不適となった。

一方, うす播(3.5kg/10a)では穂数の減少による収量低下は認められず, 千粒重, 整粒歩合が向上した。また, 沈下粒比率が高く, 裂皮粒, 凸腹粒の発生割合が少なく粒が充実し, 外観品質は優れ, 検査等級はビール大麦として合格となった。これは暖冬年においてはうす播することによって, 株が過繁茂にならず, 一茎当たりの稈が充実し, 倒伏を招くことなく穂が大きくなったためと考えられる。

### 4 栽培様式と品質

標準畝栽培に比べて平畝栽培では湿害により穂数は減少し, 収量は低下した(第3表)。品質は裂皮粒の多発生及び粒の充実不足により著しく劣った。

高畝栽培では生育, 収量, 品質は施肥量によって異なり, 標肥では穂数増加や稈長の伸びなど, 生育が旺盛となり倒伏を招いた。収量性は不安定で品質はやや優れた。少肥では過剰生育とならずに千粒重が重く, 整粒歩合の向上により増収効果が認められ

3表 栽培様式と品質

栽培様式	試験 年度	m <sup>2</sup> 当たり		10 a 同左 当たり 収量 比率	千粒重 g	整—— 歩合 %	外観 品質	検査 等級	裂皮粒 %	凸腹粒 %	沈下粒 比率 %
		穂数	倒伏								
	88	本	1.0	416	107	44.9	86.1	6.5			
高畝・	89	720	3.0	317	85	36.9	68.5	5.5	不適	0.4	-
標肥	90	668	1.5	428	123	40.2	84.5	5.5	等外上～不適	19.1	0.8
高畝・	90	605	0	396	114	40.2	84.4	5.0	等外上	16.6	1.0
少肥	88	-	0.5	391	100	43.7	84.4	6.5	不適	1.3	-
標準畝	89	531	0.5	373	100	39.5	81.5	5.0	不適	7.9	-
	90	644	0.5	347	100	38.5	79.7	7.0	不適	38.0	3.4
	88	-	1.0	377	96	40.2	85.7	7.5	不適	1.1	0
平畝	89	468	0	317	85	41.1	81.3	5.0	不適	8.5	0
	90	544	2.8	299	86	38.1	75.9	8.0	不適	77.2	2.4

注) 播種時期は11月20日播, 同左比率は各年度とも標準畝を100とした。

第4表 降雨24時間後の三相分布 (降水量17mm)

栽培様式	固相	液相	気相
	%	%	%
高畝	50.4	41.5	8.1
標準畝	50.9	44.3	4.8
平畝	51.4	46.9	1.7

注) 土壌の真比重を2.40として計算した。

るとともに品質の向上効果もみられた。特に、裂皮粒の発生が少なく、沈下粒比率は高く、充実した粒が得られ外観品質、検査等級は優れた。

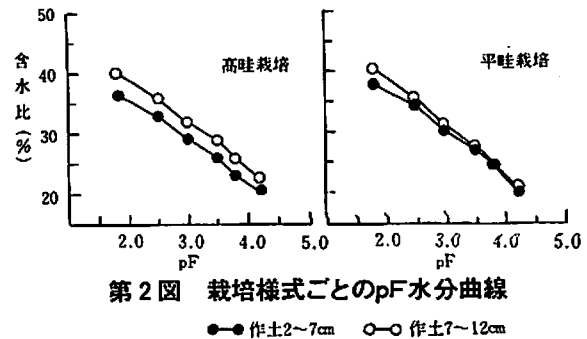
排水性の良否を表す降雨24時間後の表土(2~12cm)の液相率で、高畝は標準畝に比べて2.8%、平畝に比べて5.4%低かった(第4表)。

栽培様式ごとのpF水分曲線から同一のpF値では高畝栽培することによって、表土の含水比が小さくなった。これは高畝栽培することによって作土の粗孔隙率が大きくなって排水性が良くなったためと考えられる。特に、畝の上層土と下層土との差が高畝では大きいのにに対して平畝では小さかった(第2図)。

暖地の暖冬年における減収及び品質低下の主要因は多降水である<sup>5)</sup>ことから、本試験の結果より、高畝栽培は降雨による湿害を回避し、粒の充実度及び品質の向上に効果的であることが明らかとなった。但し、高畝・標肥栽培では生育旺盛となり倒伏、品質の低下を招くので施肥量(10a当たり窒素成分)は、基肥は4kg、追肥は2kgに減肥する必要がある。

#### 引用文献

1) 土壤標準分析・測定法委員会編(1986): 土壤



第2図 栽培様式ごとのpF水分曲線

●● 作土2~7cm ○○ 作土7~12cm

標準分析・測定法. 博友社, p46~54.

- 福岡県米麦品質改善協会(1991): 平成3年度米・麦・大豆生産改善速報. 第7号p29.
- 福岡県農政部農業技術課(1986): 麦栽培技術指針. p29.
- 古庄雅彦・浜地勇次・吉田智彦・伊藤昌光(1988): 「ニシノゴールド」の生育特性と栽培法. 福岡農総試研報 A-8, 43~48.
- 浜地勇次・吉田智彦(1989): 暖地のビール大麦の収量と気象条件の関心の統計的解析. 日作紀 58, 1~6.
- (1989): 最近のビール大麦における品質低下の実態・原因・対策. 農及園 64, 395~402.
- 増田澄夫・川口教美(1968): ビールムギー良質・多収栽培の実際一. 農山漁村文化協会, p25.
- 松江勇次・比良松道一・小田原孝治(1992): 1991年産ビール大麦の栽培法と品質との関係. 九農研 54, 19.

#### Effects of Seeding Time, Seeding Rate and Ridge Height on Quality of Malting Barley Mild Winter Years in Buzen Area of Fukuoka Prefecture

MATSUE Yuji, Masahiko YANO, Michikazu HIRAMATSU and Kouji ODAHARA

#### Summary

In order to establish a stable cultivation method of high quality malting barley, the effects of seeding time, seeding rate and ridge height on the quality of malting barley were investigated in Buzen area in mild winter years 1987-1989. (1) Optimum seeding time of malting barley was from late in Nov. to early in Dec. (2) Optimum seeding rate for middle in Nov. was about 3.5kg per 10a. (3) High ridge culture(18-20cm) permitted production of high quality malting barley, compared to the standard cultivation.

[Key words: malting barley, quality, sparse seeding, late seeding, high ridge culture]  
Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12:29~32(1993)

## 小麦の品種及び栽培条件がゆでめん 官能評価に及ぼす影響

福島裕助・大隈光善・真鍋尚義\*  
(農産研究所栽培部)

県産小麦のゆでめん官能評価(食味)向上を図るため、小麦の品種及び栽培条件がゆでめんの官能評価に及ぼす影響について検討し、次の点を明らかにした。

- 1 供試した4品種の中では、西海168号のゆでめん官能評価が最も高かった。農林61号、ニシカゼコムギ、シロガネコムギの品種間差は明確でなかった。
- 2 異なる産地においても、西海168号は農林61号より官能評価が高かったが、両者の差は年次により異なっていた。前作の影響は年次によって異なり、一定の傾向はみられなかった。
- 3 栽培条件がゆでめん官能評価に及ぼす影響は品種によって異なった。農林61号は外観品質が低下するほど、また倒伏程度が大きくなるほど官能評価が低かった。一方、西海168号は収量が高いほど官能評価が高く、枯熟れ程度が大きいほど官能評価が低い傾向があった。また、両品種とも千粒重が重いほどゆでめん官能評価が高かった。さらに、西海168号は穂肥の施用によりゆでめん官能評価が向上した。

[キーワード:小麦, ゆでめん官能評価, 品種, 栽培条件, 品質]

### 試験方法

#### 緒言

今日、国産小麦の品質、特に主な用途であるめん用としての品質向上が実需者から強く求められている。製粉協会(1986)によると、「おいしいめんができる特性を備えた小麦は、オーストラリア産スタンダードホワイト(ASW)であり、これに相当する品質の内麦の品種はない」としている。このような厳しい指摘に 대응べく、小麦の育種を実施している研究機関ではASW並の品種の育成に力をいれている<sup>1)</sup>。当試験場では、1983年以降、「小麦の品質及び製めん適性に関する研究」を、現地の実態調査を中心に進めてきた。これまでに、小麦農林61号の県内主要産地別品質実態と主要形質間の相互関係<sup>2)</sup>や、主要形質の年次・産地間変動<sup>3)</sup>について明らかにしてきたが、栽培条件とゆでめんの官能評価に関する研究例はない。ここでは、1989~1991年産小麦について、品種及び栽培条件(産地、前作、施肥法など)がゆでめん官能評価(食味)に及ぼす影響について検討したのでその概要を報告する。

#### 1 品種別のゆでめん官能評価

福岡県農業総合試験場農産研究所内(筑紫野市吉木)で栽培した1989年産及び1990年産の農林61号、ニシカゼコムギ、シロガネコムギ、西海168号の4品種・系統を供試し、ゆでめん官能検査を実施した。供試した4品種・系統の栽培法は同一条件であり、施肥窒素量(kg/a)は、基肥0.7、追肥I 0.3、追肥II 0.2とした。

#### 2 前作、施肥法など栽培条件と官能評価

1989年は農産研究所産と浮羽郡吉井町産を、1990年は上記の2カ所に加えて豊前分場(行橋市)産を、1991年は農産研究所産の小麦を供試した。各々数筆の圃場を用いて、農林61号と西海168号の2品種・系統について官能評価を検討した。

#### 3 耕種概要

前作は水稻または大豆である。水稻収穫後の稲わらは全量鋤込んだ。大豆収穫後の大豆殻は農産研究所圃場では全量鋤込んだが、吉井町では焼却した。播種期は、水稻後作圃場では概ね標準的な11月中下旬播としたが、大豆後作圃場では碎土性が良好で晩播適応性が高いため、水稻後より遅く11月下旬から12月上旬播とした。また、施肥量は前作有機物の鋤

\*現農政部農政課

込み等を考慮した基肥量とした。

4 ゆでめんの官能評価の方法

ゆでめん官能評価及び製粉特性の分析は九州製粉懇話会に依頼した。なお、官能評価は小麦の品質評価法<sup>9)</sup>に基づいたもので、色、肌あれ、かたさ、粘弾性、なめらかさ、匂い・味の6項目を各々25点、20点、10点、25点、10点、10点を満点として採点したものを合計点で示した。

5 小麦の生育概況

1989年産小麦の生育は登熟期後半に降水量が多かったため、外観品質は平年より劣った。収量は、筑紫野市産では46~60kg/aの高水準であったが、吉井町では32~46kg/aであった。1990年産は収穫期が少雨で好天に恵まれたことから、品質は比較的良好で、収量は筑紫野市では37~49kg/a、吉井町では30~51kg/a、行橋市では57~60kg/aであった。1991年産は登熟期から収穫期まで記録的な多雨により品質は低下し、収量は29~41kg/aであった。

結果及び考察

1 品種別のゆでめん官能評価

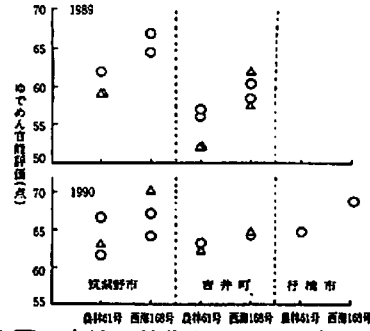
第1表に農産研究所内の水稲後作で、施肥量が同じ条件で栽培した4品種・系統のゆでめん官能評価を示した。西海168号は供試した品種・系統の中では2カ年とも最も評価が高く、評価の最も低かったシロガネコムギとの差は5~6点であった。西海168号は特に粘弾性が優れていた。この系統は、外観品質はシロガネコムギよりやや劣るものの農林61号並で、製めん適性は優れるとされている<sup>9)</sup>が、本試験においても同様の結果が得られた。また、農林61号は評価の年次変動がやや大きく、1989年産の評価はニシカゼコムギより劣ったが、1990年産の評価は高く、西海168号に近い評価であった。

2 栽培条件とゆでめん官能評価

農林61号と西海168号の産地別のゆでめん官能評価を第1図に示す。いずれの産地においても西海168号は農林61号より官能評価が高かった。水稲後と大豆後では1989年は大豆後で評価が劣る傾向がみられたが、1990年は必ずしもその傾向はみられず、

第1表 ゆでめんの粘弾性と総合評価(合計点)

年次(年産)	1989		1990	
	粘弾性	合計点	粘弾性	合計点
農林61号	15.0	62.0	15.0	66.5
ニシカゼコムギ	15.0	64.5	14.5	63.0
シロガネコムギ	13.5	61.0	14.5	62.0
西海168号	17.5	67.0	16.5	67.0



第1図 産地、前作とゆでめん官能評価  
注) O: 水稲後, Δ: 大豆後

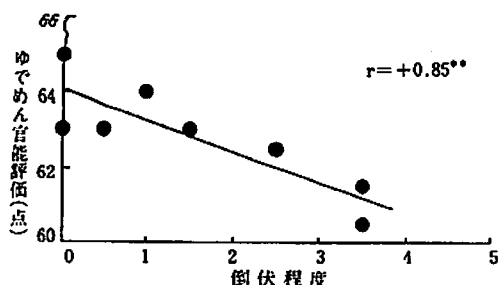
逆に筑紫野市では大豆後の西海168号が最も評価が高かった。また、1989年は筑紫野市、吉井町ともに西海168号と農林61号の差が大きかったが、1990年は両産地とも西海168号と農林61号の差は小さかった。松江<sup>7)</sup>は製粉の特性値は産地によって年次変動の大きさが異なることを示唆しているが、本研究の結果は、ゆでめん官能評価も年次や栽培条件による変動が大きいことを示している。

氏原<sup>9)</sup>は穂発芽や赤かび病の発生などにより収量や外観品質の低下した年次及び産地のゆでめん官能評価が低いことを指摘している。次に収量や外観品質とゆでめん官能評価との関係を解析した。第2表に農林61号と西海168号の収量、外観品質及び枯熟れ程度とゆでめん官能評価の相関係数を示した。農林61号は、収量や枯熟れ程度とゆでめん官能評価の関係は、明らかでなかったが、外観品質が低下するほどゆでめん官能評価が劣る傾向が認められた。西海168号は麦粒の形状が他の小麦と異なることから、検査等級がほとんど規格外であったため、外観品質とゆでめん官能評価の関係は明確でなかった。収量との関係は、相関係数は低いものの収量が高いほどゆでめん官能評価も高い傾向であった。また、枯熟れ程度が大きいほどゆでめん官能評価が劣る傾向

第2表 収量、外観品質及び枯熟れ程度とゆでめん官能評価の相関係数

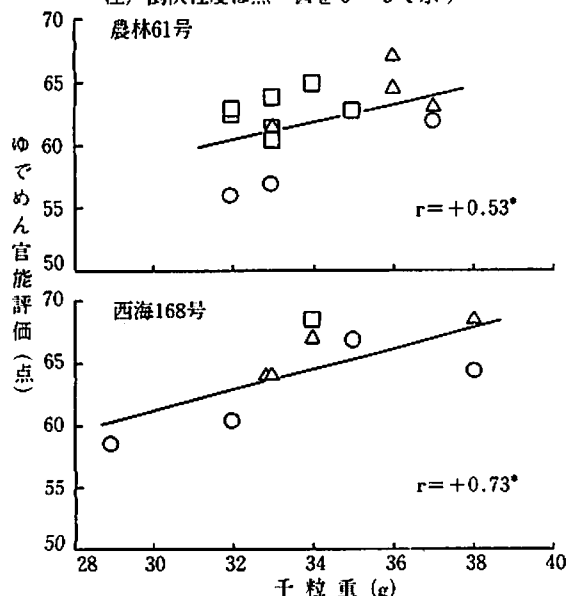
品種	収量	外観(検査品質等級)	枯熟れ程度
農林61号	+0.26	-0.50*	-0.09
西海168号	+0.58	-0.39	-0.50

注① 外観品質は1上~規格外を1~7として算出。  
② 枯熟れ程度は無~甚を0~5として算出。  
③ \*は5%水準で有意であることを示す。



第2図 農林61号の倒伏程度とゆでめん官能評価 (1991年産)

注) 倒伏程度は無～甚を0～5で示す



第3図 千粒重とゆでめん官能評価

注) ○：1989年，△：1990年，□：1991年

向がみられた。

第2図に農林61号の倒伏程度とゆでめん官能評価の関係を示した。倒伏程度とゆでめん官能評価には負の相関が認められた。倒伏が外観品質のみならず製粉性に悪影響を及ぼす<sup>3)</sup>ことが報告されているが、ゆでめん官能評価にも悪影響を及ぼすことが明らかとなった。また、第3図に千粒重とゆでめん官能評価の関係を示した。農林61号、西海168号ともに、千粒重とゆでめん官能評価に正の相関がみられた。

第3表に施肥法とゆでめん官能評価を示した。農林61号では施肥法による評価の差はほとんど認められなかったが、西海168号では穂肥を施用することによってゆでめん官能評価が向上した。第3表には併せて小麦粉の粗蛋白及び灰分含量を示し、第4表には粗蛋白、灰分及び粗蛋白/灰分とゆでめん官能評価の相関係数を示した。西海168号では粗蛋白含量を灰分で除した値が大きいほどゆでめん官能評価が高い傾向があった。後藤ら<sup>2)</sup>は粗蛋白と食感の間に正の相関を認めており、また江口ら<sup>1)</sup>は粗蛋白含量を増加させる技術として追肥の効果を明らかにしているが、本研究では、西海168号は穂肥により粗蛋白の増加は認められず、前述の報告と一致しなかった。しかし、粗蛋白に対する灰分含量の減少がゆでめんの評価向上につながるものと考えられる。このように、品種・系統によって施肥法がゆでめん官能評価に与える影響が異なることが示唆され、西海168号のような極早生で、初期生育のおう盛な品種・系統においては、ゆでめん官能評価の高い原麦を生産する技術として、穂肥の効果が大きいものと考えられる。

第3表 施肥法とゆでめん官能評価 (1989)

品種	産地	前作	施肥法	官能評価	施肥法 Bとの差	粗蛋白	灰分	粗蛋白/灰分
農林61号	筑紫野市	大豆	A : 0+7+2	59.0 <sup>点</sup>	0	8.0 <sup>%</sup>	0.38 <sup>%</sup>	21.1
			B : 3+4+2	59.0		8.4	0.37	22.7
	吉井町	水稻	A : 6+3+2	56.0	-1.0	7.6	0.41	18.5
			B : 6+5+0	57.0		7.5	0.39	19.2
〃	大豆	A : 0+5+2	52.0	0	7.7	0.46	16.7	
		B : 3+3+0	52.0		7.4	0.43	17.2	
西海168号	筑紫野市	水稻	A : 5+4+3	64.5	-2.5	8.6	0.45	19.1
			B : 7+3+2	67.0		8.2	0.37	22.1
	吉井町	〃	A : 6+3+2	60.5	+2.0	7.9	0.38	20.8
			B : 6+5+0	58.5		7.8	0.41	19.0
〃	大豆	A : 0+5+2	62.0	+4.5	7.4	0.38	19.5	
		B : 3+3+0	57.5		7.9	0.42	18.8	

- 注 ①施肥法のAは、Bに対して追肥を重視したタイプの施肥法。  
 ②施肥法は基肥+追肥+追肥(穂肥)の10a当たり窒素量(kg)を示す。  
 ③粗蛋白及び灰分はテストミル60%粉の数値。



第4表 小麦粉の粗蛋白及び灰分とゆでめん官能評価の相関係数

品 種	粗蛋白	灰分	粗蛋白/灰分
農林61号	+0.13	-0.26	+0.31
西海168号	+0.25	-0.58*	+0.80**

注) \*は5%水準で、\*\*は1%水準で有意であ

なお、ここで供試した西海168号は、品種特性として枯熟れが発生し易く、また硬質未熟粒が生じ易い。このため、普及上問題があるが、今後めん適性の優れる品種を育成する上で基準系統として利用できると考えられる。

### 引用文献

- 1) 江口久夫・平野寿助・吉田博哉(1969): 暖地における小麦の良質化栽培に関する研究. 第2報 3要素施肥量および窒素の施用時期・施用方法と品質との関係. 中国農試報A17, 81~111.
- 2) 後藤虎男・田野崎真吾(1984): 東北地方産小麦のめん加工適性〔1〕. 農業及び園芸59(3).
- 3) 平野寿助・江口久夫・吉田博哉(1970): 暖地における小麦の良質化栽培に関する研究. 第5報 品質に及ぼす倒伏の影響. 中国農試報A 18, 15~28.
- 4) 九州農業試験場(1987): 小麦新配布系統に関する参考成績書. 1~6.
- 5) \_\_\_\_\_(1990): \_\_\_\_\_, 1~8.
- 6) 松江勇次・今林惣一郎・小宮正寛(1985): 福岡県産小麦の品質及び製めん適性に関する研究. 第1報 主要小麦産地における小麦の品質について. 日作九支報52, 84~87.
- 7) \_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_・吉野稔(1988): \_\_\_\_\_, 第2報 主要形質からみた年次間変動及び産地間差. 日作九支報55, 62~65.
- 8) 食品総合研究所(1985): 小麦の品質評価法.
- 9) 氏原和人(1990): 九州産小麦品質の実態と高品質化のための技術対策. 日作九支報57, 92~97.

### Influences of Cultivars and Cultural Conditions of Wheat on Eating Quality of Japanese Noodle

FUKUSHIMA Yusuke, Mitsuyoshi OKUMA, Hisayoshi MANABE

### Summary

Influences of cultivars and cultural conditions of wheat on eating quality of Japanese noodle(Udon) were studied. (1) Among four cultivars, 'SAIKAI 168' had the best eating quality of noodle. (2) At every areas, 'SAIKAI 168' showed higher eating quality than 'NOURIN 61'. Influences of preceding crop on eating quality were not clear because of their large annual variations. (3) Cultural conditions had different influences on eating quality between two cultivars. In 'NOURIN 61', lower apparent quality and larger lodging made eating quality lower. In 'SAIKAI 168', higher yield made it higher and larger abnormal early ripeness made it lower. In both cultivars, 1000 grain weight had positive correlation coefficient with eating quality. And in 'SAIKAI 168', eating quality was improved by second top dressing.

[Key words: wheat, eating quality of noodle, cultivar, cultural condition, apparent quality]

Bull.Fukuoka Agric.Res.Cent.A-12:33~36(1993)

## 茶園の効率的施肥技術

### 第3報 電気伝導率による茶園の簡易窒素濃度診断法

久保田朗・杉山喜直・中村晋一郎  
(八女分場)

茶園土壌の窒素濃度診断による効率的な施肥技術の定着化を図るため、現地茶園において本技術を実証した。また、窒素濃度診断の執拗性を高めるため窒素測定迅速、簡易化を目指して、無機態窒素濃度と電気伝導率との関係を明らかにした。

- 1 星野村の茶園において、時期別(春季・夏季・秋季)に窒素の目標濃度を設定して約2週間おきに診断し、その目標濃度を維持するように施肥の補正を行うことにより、慣行施肥茶園と同等の生葉収量、製茶品質を維持し、年間窒素施用量を8~27%節減することができた。
- 2 八女市の土壌条件の異なる茶園で経時的に調査した無機態窒素濃度をy、電気伝導率(EC)をxとして回帰分析を行ったところ、この両者の間には各茶園土壌で高い正の相関が認められた。このことから、無機態窒素濃度を直接測定することなく、迅速かつ簡便なECを測定することによって推定できることが明らかとなった。

[キーワード:茶園土壌, 電気伝導率, 窒素濃度診断, 施肥]

### 緒 言

茶産地では品質向上をねらい、窒素を主体とした著しい多量施肥が行われている。しかし、過剰施肥は種々の弊害を招くため、効率的な施肥技術の確立が強く望まれている。

著者ら<sup>4,5)</sup>は、福岡県農総試八女分場内の圃場において、土壌中の無機態窒素濃度の診断に基づく施肥法を行うことにより、窒素施用量の大幅な節減や施肥時期の適正化が可能になることを報告した。

また、野菜などの施設栽培土壌では、無機態窒素のうち硝酸態窒素濃度と電気伝導率(EC)との相

関が高いことを利用して作付前土壌のECを測定し、基肥施肥量の決定を行っている<sup>3,6)</sup>。しかし、茶園土壌ではそれらの関係について明らかにされていない。

本報では、肥培管理などが異なる現地茶園において、窒素濃度診断による施肥技術を実証するとともに窒素濃度診断の簡易化を図るため、土壌中の無機態窒素濃度と電気伝導率(EC)との関係について検討した。

第1表 供試土壌の理化学的性質

茶園	採土位置	容積重	粗孔隙	pH (KCl)	EC	T-C	T-N	CEC	石灰飽和度	塩基飽和度	
	cm	g	%		mS/cm	%	%	me/100g	%	%	
星野村	A	10~35	99	19.5	3.2	0.25	2.7	0.19	26	6.3	11.8
	B	12~27	65	22.7	3.4	1.00	5.3	0.58	36	17.3	25.8
	C	12~24	107	11.7	3.4	0.73	1.4	0.18	22	4.5	13.3
八女市	D	0~20	—	—	2.7	0.91	10.6	0.87	36	7.7	14.9
	E	0~20	—	—	3.5	0.71	14.7	1.09	48	14.1	18.0
	F	0~20	—	—	2.5	3.42	9.6	1.03	31	20.0	28.4
	G	0~20	—	—	2.6	0.75	9.8	1.06	38	5.3	13.0

注) 茶園A, B, Cは粗大有機物が集積していたので、表層の除去を行った。

第2表 窒素施用量と施用回数(1989~1990年平均)

試験区	春季		夏季		秋季		合計	指数	
	kg/10a	回	kg/10a	回	kg/10a	回			
A実証	59.7	(7.0)	33.0	(4.0)	46.5	(4.0)	139.2	(15.0)	92
A慣行	65.7	(6.5)	38.9	(3.5)	46.2	(4.0)	150.8	(14.0)	100
B実証	71.4	(6.0)	8.9	(1.0)	58.7	(4.0)	139.0	(11.0)	73
B慣行	110.4	(7.0)	11.1	(1.0)	69.7	(3.0)	191.2	(12.0)	100
C実証	83.8	(6.0)	5.7	(0.5)	63.8	(3.0)	153.3	(9.5)	82
C慣行	103.3	(6.0)	6.5	(0.5)	76.8	(3.0)	186.6	(9.5)	100

注) 指数は、慣行区の年間窒素施用量を100として計算した。

## 試験方法

### 1 実証試験

福岡県八女郡星野村の茶園3ヶ所において、1989年~1991年にかけて1区約500m<sup>2</sup>で実証試験を実施した。土壌条件は、各茶園とも安山岩由来の褐色森林土で、土性はA園及びB園がCL/CL、C園がCL/Lであった。供試茶園のうね間土壌の性質を第1表に示した。供試品種及び樹齢は、A園及びB園がやぶきた8年生、C園がやまかい6・8年生、茶種はA園が煎茶園、B園及びC園が玉露園であった。

試験区の構成として、農家慣行施肥区に対し、無機態窒素濃度を定期的に測定し、診断に基づき施肥を行う実証区を設定した。

### 2 窒素濃度診断簡易化試験

福岡県八女市の土壌条件の異なる煎茶園4ヶ所において、1989年~1991年にかけて窒素濃度診断簡易化試験を実施した。供試品種はやぶきたで、供試茶園の概況を土壌の種類、樹齢、年間窒素施用量及び施用回数の順に記すとD園は褐色森林土、19年生、116kg/10a、9回、E園は黒ボク土、22年生、136kg/10a、9回、F園は灰色低地土、15年生、138kg/10a、15回、G園は褐色森林土、19年生、107kg/

10a、12回であった。供試茶園のうね間土壌の理化学的性質を第1表に示した。

無機態窒素濃度及び電気伝導率(EC)の測定を約2週間ごとに行い、両者の関係を解析した。

### 3 測定及び調査方法

窒素濃度の測定は、うね間の深さ0~20cmの部位の土壌を内径5.7cmの採土器を用いて約2週間隔で採取し、アンモニア態窒素及び硝酸態窒素をイオンメータ(ORION 901)で測定した。それらの合計値を無機態窒素濃度(乾土100g当たりmg)とした。

窒素濃度の補正は、診断時の土壌中の無機態窒素濃度が季節ごとに設定した目標濃度を下回る時、幅50cm、深さ20cmまでのうね間土壌が、目標濃度になるよう農家慣行施肥区と同じ肥料を用いて行った。

目標濃度は乾土100g当たり、春季(1月下旬~4月下旬)32mg、夏季(5月上旬~8月中旬)45mg、秋季(8月下旬~10月下旬)12mgとした。ただし、夏季は可給態窒素(30℃、4週間の無機化量)を差し引いて目標濃度とした。

なお、ECは重量で生土1に対し純水4を混合、振盪したのちECメータ(TOA CM-20S)で測定した。

調査は、各区一定面積の全新芽を摘採し、10a当

第3表 一番茶の生葉収量及び製茶品質(1989~1991年平均)

試験区	生葉収量 kg/10a	外観		内質			合計	荒茶中の化学成分		
		形状	色沢	香气	水色	滋味		全窒素	タンニン	カフェイン
		点	点	点	点	点	点	%	%	%
A実証	454(96)	17.3	18.0	17.3	17.8	17.3	87.7	5.93	10.99	2.22
A慣行	474(100)	17.3	17.0	17.3	17.5	17.3	86.4	5.85	10.94	2.08
B実証	418(102)	18.3	18.7	18.5	18.3	18.7	92.5	6.84	9.12	3.22
B慣行	409(100)	18.7	18.5	18.8	18.5	18.8	93.3	6.87	9.97	3.40
C実証	384(113)	19.0	18.5	18.8	18.2	18.7	93.2	6.79	11.48	3.36
C慣行	341(100)	18.8	18.3	18.3	18.2	18.2	91.8	6.64	12.00	3.52

注) ①生葉収量の( )内は、慣行区を100とした指数で示した。

②荒茶中の化学成分は、1989年と1991年の平均値を示した。

第4表 無機態窒素濃度とECの回帰式

茶園(土壌)	回帰式	相関係数	摘要
D(褐色森林土)	$y=76.1x-9.9$	$r=0.876^{**}$	$n=31$
E(黒ボク土)	$y=70.9x-4.1$	$r=0.815^{**}$	$n=31$
F(灰色低地土)	$y=79.5x-27.5$	$r=0.852^{**}$	$n=31$
G(褐色森林土)	$y=72.5x-9.9$	$r=0.812^{**}$	$n=31$
4茶園併合	$y=72.3x-10.3$	$r=0.856^{**}$	$n=124$

注) ① y: 無機態窒素濃度 (mg/乾土100g),

x: 電気伝導率 (mS/cm)

②\*: 1%危険率で有意

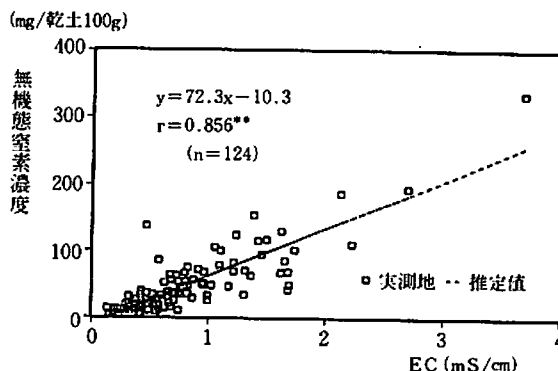
りに換算して生葉収量とした。また、荒茶は2kg型製茶機を用いて製造し、製茶品質を普通審査法<sup>2)</sup>により評価した。さらに、荒茶中の全窒素、タンニン及びカフェインの含有率を分析した<sup>2)</sup>。

### 結果及び考察

#### 1 窒素濃度診断による効率的施肥法の実証

季節別の窒素施用量と施用回数を第2表に示した。年間窒素施用量は、いずれの供試茶園も実証区が慣行区に比べ8~27%節減できることが明らかとなった。慣行区の窒素施用量が多いほど実証区の減肥率が大きくなることから、必要以上の多量施肥は肥効の低下に強く関与していると考えられる。施用回数には実証区と慣行区との差は認められず、約10回ないし15回の分施が施肥効率の面からも必要と考えられる。

一番茶の生葉収量及び製茶品質を第3表に示した。生葉収量、製茶品質並びに荒茶の化学成分のいずれにおいても、実証区と慣行区との試験区間差は認められなかった。このことは、診断の結果減肥となったも収量及び品質は慣行施肥と同様に維持できるこ



第2図 無機態窒素濃度とECとの相関 (4茶園併合)

とを示している。

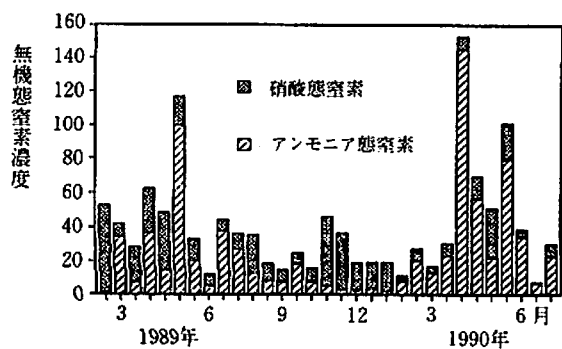
以上のことから、時期ごとに土壌中の無機態窒素濃度を診断し、施肥量をコントロールする施肥法を現地茶園において実証することができた。これにより施肥量の低減や施肥時期の適正化など効率的な施肥が期待できる。

#### 2 ECによる窒素濃度診断

アンモニア態窒素と硝酸態窒素の変動を第1図に示した。土壌中の無機態窒素濃度は数mgから百数十mgの間で経時変化し、窒素の形態別では黒ボク土茶園を除き硝酸態窒素に比べアンモニア態窒素の割合が大きかった。このことは、茶樹が好アンモニア性植物であるため、アンモニア態窒素主体の施肥が行われていること、また、土壌の種類による相違は黒ボク土では他の土壌に比べうね間土壌の硝酸化細菌が多い<sup>8,9)</sup>ことに起因するものと考えられる。

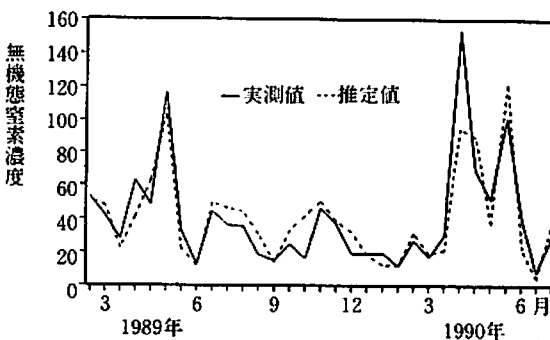
無機態窒素濃度をy、ECをxとして回帰分析を行ったところ、この両者の間には各茶園土壌で高い正の相関が認められ、各々の直線回帰式を第4表に示した。また、直線回帰式の一貫性の検定をしたとこ

(mg/乾土100g)



第1図 アンモニア態窒素と硝酸態窒素の変動(D茶園)

(mg/乾土100g)



第3図 無機態窒素濃度の実測値と推定値との関係(D茶園)

ろり、いずれの回帰式の間にも有意な差は認められなかった。4つの回帰式をひとつにまとめることも可能であった。無機態窒素濃度及びECの実測値と併合した直線回帰式との関係を第2図に示した。

第3図に示すように無機態窒素濃度の実測値とECから得られた推定値とを比較すると、窒素濃度がピークに達するときには若干のずれが認められるが、全体としてほぼ一致していることが明らかとなった。

以上のことから、無機態窒素濃度を直接測定することなく、測定が迅速かつ簡便な電気伝導率 (EC) から、その推定ができることが明らかとなった。したがって、普及所・農協などの土壌診断室あるいは農家自身がECを測定することによって簡易な窒素濃度診断が可能になる。

今回、異なった土壌条件において回帰式の併合ができたが、一般には土壌の種類や環境条件、肥培管理の経歴などによって回帰式が異なると考えられるので、地域別に回帰式を作成する必要がある。

### 引用文献

- 1) 秋元浩一 (1984) : 回帰分析. 統計分析大要. 養賢堂, p188~190.
- 2) 化学研究室 (1970) : 茶の公定分析法. 茶試研報 6, 167~172.
- 3) 小松鋭太郎 (1985) : 調査・分析項目の意味と診断. 農業技術体系 土壌施肥編 4 診断の基本. 農山漁村文化協会, p109~114.
- 4) 久保田朗・渡邊敏朗・中村晋一郎・大森 薫・杉山喜直 (1989) : 茶園の効率的施肥 第2報 赤黄色土壌茶園における窒素濃度の制御. 福岡農総試研報A-9, 87~90.
- 5) 久保田朗・中村晋一郎・渡邊敏朗・大森 薫・杉山喜直 (1990) : 茶園の窒素濃度診断による施肥技術. 九農研52, 54.
- 6) 嶋田典司 (1987) : 土壌の性質とその変容. 農業技術体系土壌施肥編 3 土壌の性質と活用. 農山漁村文化協会, p75~78.
- 7) 静岡県茶業会議所編 (1980) : 新茶業全書, 317~329.
- 8) 渡邊敏朗・中村晋一郎・大森 薫 (1985) : 茶園土壌における微生物フロラの特徴第1報 赤黄色土壌の微生物フロラ. 福岡農総試研報A-5, 41~46.
- 9) 渡邊敏朗・中村晋一郎・大森 薫 (1985) : 茶園土壌における微生物フロラの特徴第2報 黒ボク土壌の微生物フロラ. 福岡農総試研報A-5, 47~50.

### Efficient Fertilizer Application in Tea Field 3) Simplified Diagnosis Method of Nitrogen Concentration by Electric Conductivity in Tea Field

KUBOTA Akira, Yoshinao SUGIYAMA and Shin-ichiro NAKAMURA

### Summary

To establish an efficient technique of fertilization by diagnosing inorganic nitrogen concentration in soils, experiments in tea fields were carried out. To simplify the way of diagnosis of nitrogen concentration, a relation between inorganic nitrogen concentration and electric conductivity (EC) was investigated. (1) We set up the target nitrogen concentration in each season (spring, summer and autumn) in tea fields of Hoshino Village. Then, we fertilized trying to keep the target concentration by diagnosing every two weeks. The total amount of nitrogen application in a year was reduced by 8~27%, without diminishing yield of green leaves and quality of crude tea. (2) We tried out regression analysis:  $y$  = inorganic nitrogen concentration,  $x$  = EC, which were regularly measured in several tea fields with different soil condition in Yame City. We got a result that the relation between  $y$  and  $x$  had high positive correlation. Thus, it was obviously possible to estimate inorganic nitrogen concentration out of EC, which was more rapid and simple than to measure inorganic nitrogen concentration itself.

[Key words: green tea field, electric conductivity, nitrogen concentration diagnosis, fertilization]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12 : 37~40 (1993)

# 茶園の節水低圧型スプリンクラによる害虫防除

杉山喜直・久保田朗・中村晋一郎  
(八女分場)

茶園の農薬散布の省力軽作業化と作業者の農薬付着の軽減のために、砂漠の灌水用に開発された節水低圧型スプリンクラ S S 35 を用いて、茶園における薬液の散布特性と茶害虫の防除効果を検討した。

- 1 節水低圧型スプリンクラ S S 35 による茶園の防除は使用水量が比較的少なく、均一に散布することが可能で、樹冠面が広い茶園での農薬散布法として中間圧型スプリンクラより有効に利用できることが明らかになった。
- 2 SS35 を用いて噴口ノズルの 200 ℓ / 10 a 散布と同等の葉表の薬液付着量を得るには、300 ℓ / 10 a の散布量が必要であった。
- 3 単位面積当たりの投下薬量を一定にした場合、最も防除効果が高い散布量、薬剤濃度は 10 a 当たり 300 ℓ / 10 a、常用比 2/3 濃度である。

[キーワード:茶園, 省力防除, 節水低圧型スプリンクラ, 散布量, 薬剤濃度]

## 緒 言

茶園の農薬散布は噴口ノズルを使った散布が一般的であり、夏の暑い時期にマスクや防護服をつけ重いホースとノズルを移動する作業は、過酷な労働となっている。さらに、作業者への農薬の付着や吸入の危険性も高く健康上問題となっている。

これらの問題を解決するには、散布作業の省力軽作業化と作業者の農薬付着の軽減が必要であり、そのためにはスプリンクラの利用が最も効果的であると考えられる。

スプリンクラによる防除の試みは各地で検討され、一部で中間圧型が実用化されている。しかし、中間圧型は、多量の水を能率よく散布することを主な目的としているため、噴口ノズルに比較すると散布液の粒子が大きく、散布むらが多発するなどの欠点がある。茶園では葉が密生し樹冠面が広いいため、防除効果が不安定になりやすく、十分な効果を得るには多量の薬液散布が必要である。そのため散布経費が過大になり経済性が劣るなど、必ずしも茶園の農薬散布として適切ではない。

そこで、これらの問題を解決するため、砂漠の灌水用に開発された新しい節水低圧型スプリンクラを用いて、茶園における薬液の散布特性と茶害虫の防除効果を検討した。

## 試 験 方 法

スプリンクラ施設は出水田 J C C システムのスー

パースプリンクラ S S 35 (以下 S S 35) を用いた。ヘッドは M S 630 を使用し、ライザーは 10 a 当たり 35 本設置した。

### 1 地点別散布量

ライザー 4 本 (5.4 m × 5.4 m) の枠内の 18 カ所の地点に受水シャーレ (内径 8.5 cm) を配置した。無風時に水圧 1.5 kg / cm<sup>2</sup> とし、4 分間散水した後に、シャーレ内の吸水紙の水分含量を測定した。散布量はライザー 1 本当たり毎分 1.5 ℓ で 10 a 当たり 210 ℓ (1.5 ℓ × 4 分 × 35 本) 相当であった。

### 2 薬液の付着状況

S S 35 による薬液の散布量と茶葉への付着の関係を明らかにするため、10 a 当たり 200 ℓ 及び 300 ℓ 散布区を設け、茶葉の表面と裏面の薬液付着程度を調査した。対照区は、茶用広角 5 頭口の噴口ノズルを用いて 10 a 当たり 200 ℓ 散布した。

試験規模は、1 区 100 m<sup>2</sup>、2 反復で行った。

なお、薬液として付着の判定が容易な炭酸カルシウム溶液を用い、展着剤は使用しなかった。

### 3 防除効果

S S 35 散布の経済性を考慮し、10 a 当たりの投下薬量を一定にした場合、最も防除効果の高い散布量と薬剤濃度について検討した。カンザワハダニ以外の主な害虫について、常用比 1/2 濃度の 10 a 当たり 400 ℓ 散布区と常用比 2/3 濃度の 300 ℓ 散布区を設け、被害程度及び発生密度を調査した。対照区は茶用広角 5 頭口の噴口ノズルにより常用濃度で 200 ℓ 散布を行った。

供試薬剤、常用濃度及び散布月日は第1表のとおりである。

結果及び考察

1 散布量の均一性

地点毎のシャーレ内の吸水紙の水分含量をその地点の散布量とみなし、第1図に重量比を示した。

S S 35のライザー4本の枠内の18カ所の地点毎の散布量は平均が0.22kg/m<sup>2</sup>で、最大は0.25kg/m<sup>2</sup>、最小は0.19kg/m<sup>2</sup>であった。調査地点18カ所の内、平均値との差が5%未満の地点が9カ所、5%以上10%未満が7カ所、10%以上が2カ所であり、10%未満の地点が全体の9割近くを占め、S S 35の散布量の均一性は非常に高かった。

一方、中間圧型で均一に散布するためには、ヘッドが3回転以上することが必要とされ、10a当たりの散布量は約400ℓ以上を要する<sup>3)</sup>。

これに比べ、節水低圧型のS S 35では、1/2程度の210ℓ散布でも散布量の均一性が高く、散布むらの発生は少なかった。このことは、S S 35から放水される水滴が微粒なため、散布液が空中で霧状となり均一に落下したためと考えられる。

以上の結果より、S S 35は茶園の農薬散布法として中間圧型より有利であると考えられる。しかし、散布水滴の風による飛散が大きいので無風あるいは微風時に散布することが効果的と考えられる。

2 散布量と茶葉の薬液付着の関係

S S 35の散布量と茶葉への薬液付着の関係を明らかにするため、炭酸カルシウム溶液の付着量を4段階に分け、茶葉の表面と裏面の付着程度を肉眼で判定した。第2図に各々の付着程度別の茶葉の割合を示した。

葉表への薬液付着は、S S 35 200ℓ散布では対照の噴口ノズル200ℓ散布に比べ、全面に多量あるい

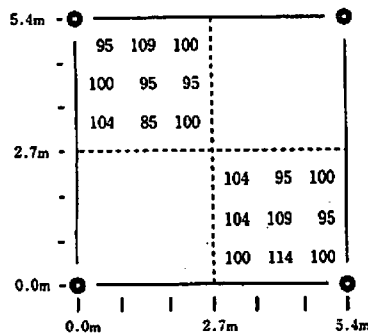
は少量の薬液が付着している茶葉が少なく、付着程度が劣った。しかし、S S 35 300ℓ散布では、散布量が多いため付着程度の高い茶葉の割合が増加し、付着程度別の茶葉割合は対照の噴口ノズルとほぼ同等であった。

一方、葉裏への薬液付着は、S S 35 200ℓ、300ℓ散布ともに、全く付着の無い茶葉の割合が対照より高く付着程度が劣った。

散布薬液の付着メカニズムは、噴口散布が噴霧状の微粒な水滴を刷毛で塗り付けるように吹き付けるのに対し、スプリングラ散布は水滴の落下による葉表への直接付着と、水滴と茶葉の衝突でおこる二次飛散(はねかえり)による間接付着が考えられる<sup>2)</sup>。ただし、二次飛散による間接付着は、一次水滴がある程度の大きさと運動速度をもっていることが必要であり<sup>1)</sup>、S S 35の場合、ヘッドから放水される水滴が微粒でその運動がソフトであるため、二次飛散はほとんど起こりにくく、水滴落下による直接付着が主である。

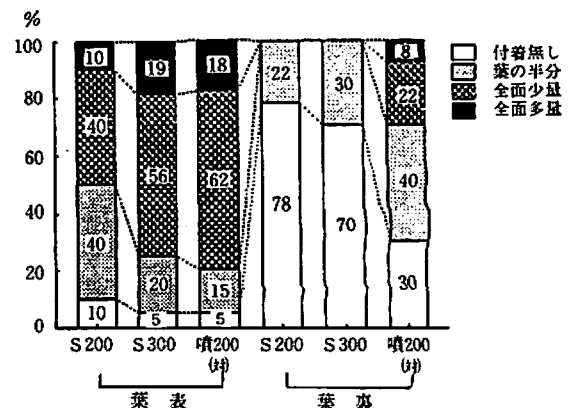
したがって、葉が重なり合った茶樹では、S S 35の散布水滴は葉裏や下層の茶葉に達しにくく、噴口ノズルと同量を散布しても薬液の付着が少ないものと考えられる。ただし、散布量を増やすと、下層の茶葉への水滴の移動が多くなり、葉表の薬液の付着程度は高くなる。しかし、葉表に付着した水滴が葉裏に移動することは少ないため、散布量を300ℓにしても、葉裏の薬液付着程度は噴口200ℓ散布よりも劣るものと考えられる。

以上のように、葉表の薬液付着程度から推察して、S S 35散布で噴口200ℓ散布と同等の薬液付着量を得るには、散布量を300ℓ程度に増やす必要がある。ただし、葉裏への薬液付着は、散布量を多くしても噴口散布より劣るため、病害や葉裏に主として生息するダニ類に対しては防除効果が劣るものと推察された。



第1図 地点別散布量の重量比

注) ◎印はライザー位置  
数字は平均に対する指数  
(平均値 0.22kg/m<sup>2</sup>)



第2図 薬液付着程度別の茶葉割合

### 3 防除効果

前述の薬液付着程度の調査結果から、SS35では葉裏の薬液付着が必要なカンザワハダニや病害の防除は困難であると考えられたので、その他の主な害虫について、散布量と薬剤濃度を検討した。

第1表に供試薬剤毎の害虫の被害程度及び発生密度を示した。

チャノココクモンハマキの防除は計5回、それぞれ異なる薬剤を供試した。スプリンクラ散布2/3濃度・300ℓ区の巻葉数は、各防除とも対照区とほぼ同等であったが、1/2濃度・400ℓ区は第3世代の巻葉数（8月24日調査）が対照区より著しく多かった。また、他の世代でも対照区や2/3濃度・300散布区より巻葉数が多い傾向にあった。

しかし、その他の害虫の防除では各々の発生密度及び被害程度はSS35散布両区とも対照区とほぼ同等であり、差は認められなかった。

一般に、農薬の常用濃度は効果の安定性を確保するために、実用レベルより高く設定されており、ある程度、低濃度で使用しても大きな効果の低下はみられないが、その限界濃度は、薬剤や対象害虫により異なると考えられる。

以上のように、SS35散布の防除効果は多くの害虫で薬剤濃度や散布量に関係なく対照とほぼ同等であったが、チャノココクモンハマキでは薬剤の種類によって、1/2濃度・400ℓ散布区が大きく劣る傾向が認められた。これは、薬剤の種類によって、常用比1/2濃度の殺虫力が実用的なレベルより低くなったものと推察される。

したがって、節水低圧型スプリンクラSS35で経済性を考慮し、投下薬量を一定にする場合、散布量が10a当たり300ℓ、薬剤濃度は常用比2/3程度が防除効果の面から最適であると考えられた。

第1表 害虫の被害程度及び発生密度

対 象 害 虫 名	単 位	散 布 月 日	供 試 薬 剤	常 用 調 査 濃 度 月 日	S S 35 散 布 区		
					1/2濃度・400 ℓ	2/3濃度・300 ℓ	噴口ノズル区 1/1濃度・200 ℓ
チャノココクモン ハマキ	巻葉数 個/㎡	5.21	ピラクロホス W	750 5.31	0.7	0.4	0.5
		7.6	メソミル W	1500 7.16	3.1	1.3	1.2
		8.9	プロフェ、ホス E	1000 8.24	10.4	4.8	3.1
		9.10	フェンプロバトリン E	1000 9.26	2.9	1.1	0.4
チャノホソガ	巻葉数 個/㎡	7.23	フルバリネート W	1500 8.9	0.5	0.1	0.0
		9.10	フェンプロバトリン E	1000 9.26	0.1	0.3	0.0
チャノキイロ アザミウマ	たたき 落し 虫数 頭/4回	6.20	カルタップ SW	1000 6.25	35	29	27
		7.23	フルバリネート W	1500 7.26	5	7	0
		9.10	フェンプロバトリン E	1000 9.12 9.26	4 24	5 9	0 0
チャノミドリ ヒメヨコバイ	被害芽 率 %	7.23	フルバリネート W	1500 8.9	3.0	2.0	0.0
		9.10	フェンプロバトリン E	1000 9.26	1.0	1.0	0.0
ヨモギ エダシャク	幼虫数 頭/㎡	6.8	イソキサチオン E	1500 6.20	3.2	2.5	0.7
		8.31	クロルフルアズロン E	2000 9.10	2.1	2.3	1.3
		9.10	フェンプロバトリン E	1000 9.26	1.5	1.1	0.0

注) 剤型 E: 乳剤, W: 水和剤, SW: 水溶剤, F: フロアブル



## 引用文献

- 1) 久保七郎(1973): スプリンクラーの多目的施設. 植物防疫27(8), p309~314.
- 2) 大場正明(1973): スプリンクラーによるチャの病虫害防除. 植物防疫27(8), p341~344.
- 3) 静岡県茶業会議所(1988): 第3編 茶樹の病虫害. 新茶業全書, p270~272.

Application of Water-Saving Sprinkler System for Controlling Pests  
in the Tea Field

SUGIYAMA Yoshinao, Akira KUBOTA and Shin-ichiro NAKAMURA

## Summary

To develop labor-saving and safety methods for spraying agricultural chemicals in the tea field, effectiveness of the water-saving sprinkler system(SS35) was investigated. The results obtained were as follows:(1) The SS35 sprinkler system used relatively little amount of water. And agricultural chemicals were sprayed evenly over the tea field by using this system. (2) The equivalent quantity of chemicals adhering to uppersurface of leaves with a nozzle sprayer system in a 200 liters water/10a was achieved in a 300 liters water/10a with SS35 sprinkler system. (3) Given that a fixed amount of chemicals is invested per area of SS35 sprinkler system, a combination of a 300 liters water/10a and two thirds of recommended concentrations for chemicals was considered effective one with SS35 sprinkler system.

[Key words: tea field, labor-saving, water-saving sprinkler, amount of chemicals, concentration]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12:41~44(1993)

# 薬用植物ミシマサイコの大量増殖のための 体細胞胚形成法

中原隆夫・古賀正明  
(生産環境研究所生物資源部)

セリ科の薬用植物ミシマサイコについて、体細胞胚利用による優良系統の大量増殖を図るため、培養部位、植物成長調節物質の種類、培養温度、照度並びに培養期間が体細胞胚の形成に及ぼす影響を検討し、最適な培養条件を明らかにした。

- 1 培養部位は、葉柄が最適であった。
- 2 植物成長調節物質は、基本培地にMS培地を用いた場合、2,4-D 1.0~2.0 mg/ℓの添加が効果的であった。
- 3 培養温度は、25℃が葉柄由来のカルスの生育と体細胞胚の形成に適していた。
- 4 照度については、暗黒条件下で体細胞胚の形成は良好であった。
- 5 葉柄からの体細胞胚の形成は培養開始後、早い時点で起こり、培養1週間目で体細胞胚の形成率は10%に達した。1mgの葉柄から1, 2, 4, 8週間後にはそれぞれ2, 8, 29, 336mgのカルスが得られた。また、1, 2, 4週間後のカルスからは、1g当たりそれぞれ2,875, 9,155, 34,965個もの大量の体細胞胚が得られた。

[キーワード: 薬用植物, ミシマサイコ, 組織培養, 大量増殖, 体細胞胚]

## 緒 言

近年、健康志向が強まり、薬用植物や健康食品などに対する関心が高まるとともに、野生の植物資源を見直す動きがみられる。特に薬用植物は化学合成が困難な薬効成分を含み、漢方薬の原料や民間医療薬として注目されている。その中でも、漢方薬としての需要が多く、転換畑での栽培が可能で、地域振興作物として期待されるものの一つに、ミシマサイコ (*Bupleurum falcatum* L.) があげられる。本種の根は漢方では柴胡と呼ばれ、解熱、鎮痛及び解毒などに効果があるトリテルペン系のサイコサポニンa, b, c, dなどの薬効成分を含んでいる<sup>1)</sup>。

しかし、本種は野生種の選抜系統を栽培しているのが現状であり、育種や栽培法についての研究はあまり行われていない。このため、生育、収量及び品質が不安定で、契約栽培上の障害になっており、優良系統の育成や大量増殖、栽培法の確立などが望まれている。特にセリ科に属するミシマサイコは他殖性が強く種子繁殖した場合、個体間の変異が大きく、収量及び薬効成分の含量が不均一になるなどの問題がある。平岡ら<sup>1)</sup>、Wangら<sup>2)</sup>は、組織培養を利用するとミシマサイコのサイコサポニン含量の変異が大きくなることを報告している。しかし、成分含量

が高い系統のクローン苗を大量増殖する方法についてはまだ残された課題が多い。

そこで、ミシマサイコについて、増殖の効率が高く、実用的な種苗生産を目指す上で最も有利と考えられている体細胞胚に注目し、その形成法、増殖の効率などを検討した。

## 試 験 方 法

### 1 供試材料

シヨ糖を30g/ℓ添加し、pHを5.8に調整した、Mu-rashige-Skoog<sup>1)</sup>培地(以下、MS培地と略)を基本培地とした。培地を固形化する場合には、ゲランガムを2g/ℓ添加した。また、ミシマサイコの種子は福岡県内に自生する野生種のものを用いた。ツーン20を数滴添加した、有効塩素濃度0.5%の次亜塩素酸ナトリウム溶液で、種子を15分間滅菌後、滅菌水で3回洗浄したのち、MS培地に播種して、25℃、約3,000Lux、16時間照明下で無菌植物を育成した。

### 2 体細胞胚の形成

(1) 培養部位と植物成長調節物質が体細胞胚の形成に及ぼす影響

ミシマサイコの無菌植物の葉柄、葉及び根を約5

mmの大きさに切断して外植片とした。MS培地に、植物成長調節物質として、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸 (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, 以下、2,4-Dと略) を 0.5, 1.0, 2.0mg/ℓ, ピクロラム (4-Amino-3,5,6-trichloropicolinic acid) を 1.0, 2.0, 5.0mg/ℓ の濃度で添加した。培地は滅菌後、直径90mmの滅菌済プラスチックシャーレに約 30ml ずつ注した。外植片は 1シャーレ当たり16個ずつ置床し、1区2反復とした。25℃, 暗黒条件下で60日間培養したのち、体細胞胚の形成率を調査した。

#### (2) 培養温度が体細胞胚の形成に及ぼす影響

2,4-Dを1.0mg/ℓ 添加したMS培地で、ミシマサイコの葉柄を同様に培養した。置床数は1シャーレ当たり16個ずつの3反復とした。温度勾配恒温器 (日本医科器械社製, TG-200-AD) を用いて、培養温度は3℃間隔で19, 22, 25, 28, 31℃の5段階に設定した。暗黒条件下で60日間培養した後、体細胞胚の形成率を調査した。

#### (3) 照度が体細胞胚の形成に及ぼす影響

2,4-Dを1.0mg/ℓ 添加したMS培地で、ミシマサイコの葉柄を同様に培養した。光条件は暗黒, 300, 3,000Luxに設定した。25℃で60日間培養した後、体細胞胚の形成率を調査した。

#### (4) 培養期間が体細胞胚の形成に及ぼす影響

2,4-Dを1.0mg/ℓ 添加したMS培地で、ミシマサイコの葉柄 1mgを25℃, 暗黒条件下で培養した。1週間毎にカルスの重量を測定したのち、植物成長調節物質を無添加のMS液体培地に懸濁した。そして、25℃, 80rpmで、30日間振とう培養を行ったのち、体細胞胚の形成数を調査した。

### 結果及び考察

#### 1 培養部位と植物成長調節物質が体細胞胚の形成に及ぼす影響

ミシマサイコの培養部位と、MS培地に添加する植物成長調節物質の種類と濃度が体細胞胚の形成に及ぼす影響を第1表に示した。培養部位については、葉柄、葉及び根のいずれからも体細胞胚が形成されたが、形成率は葉柄が最も優れ、次いで葉、根の順であった。培養部位と植物成長調節物質の関係では、葉柄からは 2,4-D 1.0~2.0mg/ℓ, 葉からは 2,4-D 0.5~1.0mg/ℓ またはピクロラム 1.0mg/ℓ, 根からは 2,4-D 2.0mg/ℓ またはピクロラム 5.0mg/ℓ の濃度で体細胞胚が形成された。植物成長調節物質の比較では、全般的に 2,4-Dの方がピクロラムに比べて、葉柄、葉、根いずれからも体細胞胚の

形成がみられ、効果は高かった。これらの体細胞胚は、植物成長調節物質を無添加のMS培地に移植すると、植物体に再生した。植物成長調節物質のピクロラムは、Phillipsら<sup>7)</sup>が1983年にタマネギで体細胞胚の形成に効果があることを報告して以来、イネ科植物、ネギ属、イグサなどの植物で用いられてきた。しかし、ピクロラムを用いた場合、ミシマサイコにおいても体細胞胚は形成されるが、2,4-Dほどの顕著な効果は認められなかった。つまり、2,4-Dを1.0~2.0mg/ℓ 添加したMS培地で、ミシマサイコの葉柄から効率よく体細胞胚が形成されることが明らかになった。

第1表 培養部位と植物成長調節物質が体細胞胚の形成に及ぼす影響

植物成長調節物質の濃度		部位別の体細胞胚の形成率		
2,4-D	ピクロラム	葉柄	葉	根
mg/ℓ	mg/ℓ	%	%	%
0.5	0	0	6	0
1.0	0	25	28	0
2.0	0	50	0	13
0	1.0	0	19	0
0	2.0	0	0	0
0	5.0	0	0	6

注) ①各培養部位は32個ずつ置床した。

②基本培地はMS培地を用いた。

③25℃, 暗黒条件下で、60日間培養した。

た。

#### 2 培養温度が体細胞胚の形成に及ぼす影響

培養温度がミシマサイコの体細胞胚の形成に及ぼす影響を第2表に示した。培養温度が25~28℃でカルスの生育は良好であり、カルスの平均重量はそれぞれ158, 159mgであった。一方、22, 19℃と培養温度が低くなるにしたがって、カルスの平均重量は

第2表 培養温度が体細胞胚の形成に及ぼす影響

培養温度	置床	カルスの色	カルスの平均重量	体細胞胚の形成	
				カルス数	形成率
℃	個		mg	個	%
19	48	淡黄白色	42	26	54.2
22	48	淡黄白色	66	36	75.0
25	48	淡黄白色	158	43	89.6
28	48	淡褐色	159	43	89.6
31	48	淡褐色	131	41	85.4

注) ①基本培地はMS培地を使用し、植物成長調節物質は2,4-Dを1mg/ℓ 添加した。

②暗黒条件下で、60日間培養した。

66, 42mgと軽くなり、25~28℃の場合の40%程度、もしくはそれ以下となり、生育は劣った。培養温度が31℃の場合もカルの生育は劣った。体細胞胚の形成率は培養温度が25, 28℃で最も高くなり、両者ともに89.6%と高率であった。31℃では前者に比較して少し劣り、体細胞胚の形成率は85.4%であった。また、培養温度が22, 19℃と低下するにしたがって、体細胞胚の形成率は低下した。カルの色については、培養温度が25℃以下の場合、淡黄白色であったが、28℃以上では褐変したものが多く、体細胞胚の形成率は低下する傾向が認められた。以上のことから、ミシマサイコの葉柄から体細胞胚を形成させる時の培養温度は25℃が最適と考えられる。

### 3 照度が体細胞胚の形成に及ぼす影響

照度が、ミシマサイコの体細胞胚の形成に及ぼす影響について、第3表に示した。暗黒条件下ではカルの生育は良好であり、カルの平均重量は224mgであった。しかし、照度が300, 3,000Luxと強くなるにしたがって、カルの生育は劣り、カルの平均重量はそれぞれ196, 124mgと軽くなった。また、体細胞胚の形成率は、暗黒条件下で93.8%と最も高くなった。しかし、照度が300, 3,000Luxと強くなるにしたがって、体細胞胚の形成率はそれぞれ85.4, 72.9%と低下した。また、カルの色については、暗黒条件下では淡黄白色であったが、照度が強くなるにしたがって、褐変しやすい傾向が認められた。

結局、ミシマサイコの葉柄から体細胞胚を形成させるには、暗黒条件下での培養が優れていることが明らかになった。

第3表 照度が体細胞胚の形成に及ぼす影響

照度	置床 葉柄数	カルスの 色	カルスの 平均重量 mg	体細胞胚の形成	
				カルス数	形成率 %
Lux	個			個	%
0	48	淡黄白色	224	45	93.8
300	48	淡褐色	196	41	85.4
3,000	48	淡褐色	124	35	72.9

注) ①基本培地はMS培地を使用し、植物成長調節物質は2,4-Dを1mg/ℓ添加した。

②25℃で、60日間培養した。

### 4 培養期間が体細胞胚の形成に及ぼす影響

ミシマサイコの葉柄を1mgの重さにそろえて切断して培養した後、1週間毎のカルの重量、体細胞胚の形成率及び体細胞胚の形成数を第4表に示した。

1週間目以降カルス化が進み、1, 2, 4, 8週間後にはそれぞれ2, 8, 29, 336mgと指数関数的に増加した。体細胞胚の形成率は1週間後にはすでに100%になることから、ニンジン<sup>5)</sup>やアシタバ<sup>6)</sup>の場合と同様に、ミシマサイコでも体細胞が胚へ分化するのは、1週間以内の早い時点であることが明らかになった。また、カルス1g当たり換算した体細胞胚の形成数についてみると、1, 2, 4週間目のカルスからはそれぞれ2,875, 9,155, 34,965個もの多数の体細胞胚が得られた。

以上の結果、ミシマサイコについては、2,4-D

第4表 培養期間が体細胞胚の形成に及ぼす影響

培養 期間	カルの 平均重量	体細胞胚形成		カルス1g当 たり体細胞胚数
		カルス 個数	形成率 %	
週	mg	個	%	個
0	1	0	0	0
1	2	10	100	2,875
2	8	10	100	9,155
3	20	10	100	7,928
4	29	10	100	34,965
5	49	10	100	>34,965
6	84	10	100	>34,965
7	149	10	100	>34,965
8	336	10	100	>34,965

注) ①葉柄の置床数は10個とした。

②2,4-D 1mg/ℓ添加したMS固形培地でカルス形成後、植物成長調節物質を無添加のMS液体培地で25℃, 80rpm, 30日間振とう培養した。

③5週間以降は計数不能なため、>34,965と表示した。

1mg/ℓを添加したMS培地を用いて、ミシマサイコの葉柄を25℃, 暗黒条件下で4週間培養することにより、カルス1g当たり34,965個もの大量の体細胞胚が得られることが明らかになった。

組織培養による大量増殖には、茎頂、多芽体、苗条原基及び体細胞胚などが利用される。このうち、体細胞胚については、1958年に初めてStewardら<sup>8)</sup>がニンジンで形成されることを報告して以来、植物細胞の分化全能性を示すものとして、注目されてきた。体細胞胚は、他の培養法に比べて増殖の効率が飛躍的に高いことから、実用的な種苗生産を目指すうえで、最も有利と考えられる。

今後、ミシマサイコの体細胞胚を実用規模で種苗生産に利用する場合には、変異の制御法、馴化法及びセル成型苗化法などの問題を解決する必要がある。

## 引用文献

- 1) Hiraoka, N. T. Kodama M. Oyanagi S. Nakano Y. Tomita N. Yamada O. Iida and M. Satake (1986) : Characteristics of *Bupleurum falcatum* plants propagated through somatic embryogenesis of callus cultures. *Plant Cell Reports* 5, 319~321.
  - 2) 木村康一・木村孟淳(1981) : 原色日本薬用植物図鑑. 保育社, p153.
  - 3) 駒嶺穆・野村港二(1990) : 細胞の全能性と柔軟性. 岩波講座分子生物学 9, p89~106.
  - 4) Murashige, T. and F. Skoog (1962) : A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant* 15, 473~497.
  - 5) 中原隆夫・能塚一徳・野田政春(1991) : アシタバ及びミシマサイコの体細胞胚の形成. 九農研 53, 23.
  - 6) 中原隆夫・能塚一徳・野田政春(1991) : 薬用植物アシタバの大量増殖のための体細胞胚形成法. 福岡農総試研報A-11, 55~58.
  - 7) Phillips, G.C. and K.J. Luteyn (1983) : Effects of Picloram and Other Auxins on Onion Tissue Cultures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108, 948~953.
  - 8) Steward, F.C., M.O. Mapes and K. Mears (1958) : Growth and Organized Development of Cultured Cells. II. Organization in Cultures Grown from Freely Suspended Cells. *Amer. J. Bot.* 45, 705~708.
  - 9) Wang, P.J. and C.I. Huang (1982) : Production of Saikosaponins by Callus and Redifferentiated Organs of *Bupleurum falcatum* L. *Plant Tissue Culture* 5, 71~72.
- Methods of Somatic Embryogenesis for Micropropagation of Medical Crop, *Bupleurum falcatum* L.

NAKAHARA Takao and Masaaki KOGA

## Summary

Optimum tissue culture conditions such as explants, plant growth regulator, culture temperature, illuminance and culture period were investigated to propagate excellent line of a umbelliferae medical crop *Bupleurum falcatum* L. through somatic embryogenesis. Petiole was more suitable explant for somatic embryogenesis than leaf and root. When MS medium was used as a basal formulation, the supplement of 1.0-2.0 mg/l 2,4-D was efficient for somatic embryogenesis, but picloram was not. Optimal culture temperature to induce callus and somatic embryo from petiole was 25°C. Somatic embryogenesis was arisen frequently under dark condition, but decreased out of proportion to illuminance. Somatic embryogenesis from petiole was arisen early after inoculation, and 100% of somatic embryogenesis was arisen after one week culture. The callus of 2, 8, 39 and 336 mg were obtained from one mg petiole after 1, 2, 4 and 8 week culture respectively. Moreover, 2875, 9155 and 34965 somatic embryos were obtained from one gram callus after 1, 2 and 4 week respectively.

[Key words: medical crop, *Bupleurum falcatum*, micropropagation, somatic embryo]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-12:45~48(1993)

# 農業総合試験場の組織

管 理 部  
企 画 経 営 部  
生 産 環 境 研 究 所  
農 産 研 究 所  
園 芸 研 究 所  
畜 産 研 究 所  
鉞 害 試 験 地  
豊 前 分 場  
筑 後 分 場  
八 女 分 場  
果 樹 苗 木 分 場

## 農業総合試験場 研究報告類別

作 物……A  
園 芸……B  
畜 産……C

---

### 福岡県農業総合試験場研究報告

A (作物) 第12号

平成5年2月発行

発行 福岡県農業総合試験場

〒818 福岡県筑紫野市大字吉木587

TEL 092-(924)-2936

印刷 プリント九州(有)

---

#### 福岡県行政資料

分類記号	所属コード
PA	0704106
登録年度	登録番号
4	8