

Series A (Crop) No.10
November 1990

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10号

平成2年11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10号

目次

- 1 福岡県における晩生水稲の新しい準奨励品種「ユメヒカリ」
原田皓二・松江勇次・水田一枝・佐藤寿子・今林惣一郎 …… 1
- 2 水稲品種ヒノヒカリの栽培法
真鍋尚義・田中浩平・福島裕助 …… 5
- 3 筑後平坦地における中晩生水稲の籾生産効率向上技術
土居健一・大賀康之・今林惣一郎・真鍋尚義 …… 11
- 4 鉱害復旧田での被覆尿素による水稲の施肥改善
豊田正友・城丸裕次 …… 15
- 5 鉱害復旧田の地力増強法
第1報 心土が混入した作土の地力増強
北原郁文・井上恵子・中嶋靖之・庄籠徹也 …… 19
- 6 重粘土圃場整備水田土壌の理化学性の経年変化
中村 駿・馬場紀子・下川博通 …… 23
- 7 福岡県における土壌の実態と変化
第2報 水田土壌の理化学性の実態と経年変化
三井寿一・中嶋靖之・北原郁文 …… 27
- ⑧ 8 イネミズゾウムシ越冬成虫の本田侵入時期の推定
—飛翔筋発達に要する有効積算温度を利用して—
嶽本弘之・山中正博 …… 31
- 9 非醸造用二条大麦ニシノチカラの生育特性と安定栽培法
松江勇次・原田皓二 …… 35
- 10 小麦農林61号の生育に及ぼす気象の影響と生育予測
田中浩平・大隈光善 …… 39
- 11 ホウ素欠乏による二条大麦の不稔現象と対策
井上恵子・神屋勇雄・山本富三・兼子 明 …… 43
- ◎ 12 秋大豆における虫害被害粒の年次変動とカメムシ類の発消生長
山中正博・嶽本弘之・高崎登美雄 …… 47

13	砂壤土水田における田畑輪換方式が作物の生育・収量・雑草発生及び 土壌理化学性に及ぼす影響	大賀康之・小野正則・平野幸二	……	53
14	イグサの茎色と茎の窒素含量との関係	中原隆夫・森藤信治・柳本充子・住吉 強	……	57
15	イグサ水田における有機物の施用効果	森藤信治・中原隆夫・住吉 強・松井 洋	……	61
16	イ製品におけるダニ類の採取方法と防除対策	松井 洋・北原郁文・村上康則・田中忠興	……	65
17	玉露の浸出条件が可溶成分組成に及ぼす影響	久保田朗・大森 薫・大森宏志	……	69
18	玉露缶ドリンクの劣化防止法	大森 薫・久保田朗・大森宏志	……	73
19	人工酸性雨処理土壌におけるソバの生育及び養分吸収	庄籠徹也・井上恵子	……	79
20	福岡県の農業地域区分の方法	松尾和弘	……	83

BULLETIN OF THE
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
Series A (CROP) No. 10

CONTENTS

- 1 Characteristics of a Late-maturing and High-eating Quality Paddy Rice Cultivar "YUMEHIKARI" Newly Recommended in Fukuoka Prefecture
HARADA Kouji, Yuji MATSUE, Kazue MIZUTA, Hisako SATOU and Souichiro IMABAYASHI 1
- 2 Cultivation Method of Paddy Rice Cultivar 'HINOHIKARI'
MANABE Hisayoshi, Kouhei TANAKA and Yusuke FUKUSHIMA 5
- 3 Cultivation Techniques of Rice Plant to Improve Grain Production Efficiency on Medium - Late Maturing Cultivars in Chikugo Plains
DOI Ken-ich, Yasuyuki OHGA, Souichiro IMABAYASHI and Hisayosi MANABE 11
- 4 Fertilizer Application Improvement Using Coated Urea Fertilizer on Planting of Rice Paddy Field on Restored Lands from Coal Mine Damage
TOYODA Masatomo and Yuji SIROMARU 15
- 5 Increasing the Fertility of the Restored Paddy Field from Coal Mine Damage
1) Increasing the Fertility of the Topsoil Mixed with Subsoil
KITAHARA Ikufumi, Keiko INOUE, Yasuyuki NAKASIMA and Tetuya SHOUGOMORI 19
- 6 Changes of Physical and Chemical Soil Properties of Consolidated Heavy Soil Paddy Field
NAKAMURA Hiroshi, Noriko BABA and Hiromichi SIMOKAWA 23
- 7 Soil Properties of Cultivated Land in Fukuoka Prefecture
2) Changes of Chemical and Physical Properties on Paddy Fields
MITSUI Hisakazu, Yasuyuki NAKASIMA and Ikufumi KITAHARA 27
- 8 Forecasting of Immigration Time of Overwintered Adults of Rice Water Weevil (*Lissorhoptus oryzophilus* Kuschel) into the Paddy Fields by Heat Unit for Flight Muscle Development
TAKEMOTO Hiroyuki and Masahiro YAMANAKA 31
- 9 Growth Characteristics and High Quality and Stable Cultivation Method of New Two-rowed Barley Cultivar 'NISHINOCHIKARA'
MATSUE Yuji and Kouji HARADA 35

10	The Influence of Climatic Conditions on Growth of Wheat Cultivar "Norin 61" and Prediction of Growth TANAKA Kouhei and Mitsuyosi OKUMA	39
11	Sterility Two-rowed Barley due to Boron Deficiency INOUE Keiko, Isao KOUYA, Tomizou YAMAMOTO and Akira KANEKO	43
12	The Annual Fluctuation of the Rate of Damaged Seeds by Several Pod Feeders and Seasonal Occurrence of Three Species of Stink Bugs in Autumn Soybean YAMANAKA Masahiro, Hiroyuki TAKEMOTO and Tomio TAKASAKI	47
13	Effects of Paddy-upland Rotation System on the Growth and Yield, the Ecological Changes of Weeds and the Physical and Chemical Properties of Soil in Sandy Loam Paddy Field OHGA Yasuyuki, Masanori ONO and Kouji HIRANO	53
14	Relationship between Stem Color Value and Nitrogen Content of Mat Rush Stem NAKAHARA Takao, Nobuharu MORIFUJI, Mitsuko YANAGIMOTO and Tsuyoshi SUMIYOSHI	57
15	Effects of Organic Materials Applied to a Mat Rush Paddy Field MORIFUJI Nobuharu, Takao NAKAHARA, Tsuyoshi SUMIYOSHI and Hiroshi MATSUI	61
16	The Methods of Gathering and Prevention of Mites on Products of Mat Rush MATSUI Hiroshi, Ikufumi KITAHARA, Yasunori MURAKAMI and Tadaoki TANAKA	65
17	Influence of Brewing Conditions on Soluble Constituents of Green Tea (<i>Gyokuro</i>) KUBOTA Akira, Kaoru OHMORI and Hiroshi OHMORI	69
18	Prevention of Deterioration during the Manufacturing of Canned Gyokuro Tea Drink OHMORI Kaoru, Akira KUBOTA and Hiroshi OHMORI	73
19	Effect of Acid Precipitation on the Buckwheat Growth and Nutrient Absorption SHOUGOMORI Tetsuya and Keiko INOUE	79
20	Regional Classification by Agricultural Statistics in Fukuoka Prefecture MATSUO Kazuhiro	83

福岡県における晩生水稲の新しい準奨励品種「ユメヒカリ」

原田皓二・松江勇次・水田一枝・佐藤寿子*・今林惣一郎

(農産研究所育種部・筑後分場)

福岡県の水稲品種は、近年良食味米への交替が急速に進んでいる。平坦肥沃地に適する晩生品種が望まれていたので、九州農業試験場で育成された「ユメヒカリ」の福岡県における適応性を検討した。その結果、「ユメヒカリ」は、米の品質、食味及び栽培特性が優れていることが明らかとなったので、準奨励品種に採用して普及を図ることとなった。主要な特性は次の通りである。

(1) 形態的特性 「レイホウ」に比較して稈長が5~7cm短く、穂長はやや短い1穂穂数が多く、穂数はやや少ない、やや短稈の中間型品種である。生育期間を通じて葉色が淡く、成熟期前に下葉の枯れ上がりが早い。脱粒性はやや易。千粒重が小さく、腹白、心白が少なく、外観品種が優れている。とう精歩合は中ぐらいで、食味は「レイホウ」「日本晴」より明らかに優れ、「コシヒカリ」に近い。

(2) 生態的特性 「レイホウ」より出穂期が3~4日、成熟期が2~3日遅い晩生種である。耐倒伏性は「レイホウ」より強い。葉いもち耐病性はやや弱、穂いもち耐病性は中、白葉枯耐病性は中、縞葉枯病には罹病性。収量性は「レイホウ」より劣る。

[Keywords: paddy rice, new recommended variety, late maturing, high eating quality, YUMEHIKARI]

結 言

福岡県の水稲品種は、県民米として評価の高い「ミネアサヒ」をはじめとして、「ヒノヒカリ」「キヌヒカリ」のように「コシヒカリ」と同レベルの良食味品種の作付が増加し、「コシヒカリ」をくわえた4品種で1990年は食用米の60%に達している。しかし、これらの品種は極早生~中生種で、平坦肥沃地で広い範囲に普及させるには耐倒伏性が弱いという問題がある。平坦肥沃地では中生種の「ツクシホマレ」を作付してきたが、現在では食味の面で不十分である。このため「ツクシホマレ」を含めて酒造用かけ米やもち品種の作付が増加しているが、平坦肥沃地に適する良食味品種の選定が望まれていた。そこで、九州農業試験場で育成された「ユメヒカリ」の福岡県における適応性を検討した。その結果、「ユメヒカリ」は、米の品質、食味及び栽培特性が優れていることが明らかとなったので、準奨励品種に採用して普及を図ることとなった。

試 験 方 法

「ユメヒカリ」は九州農業試験場において、晩生の良質、良食味、強稈安定多収品種の育成を目標と

*現朝倉農業改良普及所

して、良食味の「コシヒカリ」を母、晩生で短稈の「ニシヒカリ/コシヒカリのF₂集団からの選抜個体」を父として、1982年に人工交配を行い、その後代から育成された品種である¹⁾。本県では農業総合試験場農産研究所と筑後分場において1987~1989年までの3カ年、水稲奨励品種決定基本調査の中で、晩生の「レイホウ」と「ミナミニシキ」を比較品種として「ユメヒカリ」の福岡県における適応性を検討した。1989年は県下6カ所で現地調査を行った。農業総合試験場における栽培法は第1表のとおりで、現地における栽培法は各地の慣行で実施した。生育及び収量調査は作物調査基準で行った。食味試験は食糧庁の食味試験実施要領に準じて行った。食味試験のパネラーは農業総合試験場の職員16~24名で、実施時期は品種、産地試験が生産年の12月から翌年

第1表 農業総合試験場における栽培法

場 所	農産研究所	筑後分場
播種期 (月日)	5.26-5.29	6.2-6.3
移植期 (月日)	6.17-6.22	6.22
栽植密度 (株/m ²)	20.8	20.8
施肥量 標肥	12	13
(Nkg/10a) 多肥	15	15

の1月、貯蔵試験は9月で、1回の供試点数は1987年の1回のみが4点で、1988年と1989年は10点とした。1989年産については日本穀物検定協会九州支部でも実施した。

結果及び考察

1 形態的特性

農業総合試験場 農産研究所、筑後分場と現地調査6カ所の生育、収量調査結果を第2、3表に示した。福岡県の晩生種の奨励品種「レイホウ」に比較して次のような特性を示した。

稈長は5~7cm短く、穂長はやや短いが1穂粒数が多く、穂数はやや少ない、やや短稈の中間型品種である。葉色は生育期間を通じて淡く、成熟期前に下葉の枯れ上がりが多い。脱粒性はやや易である。

玄米千粒重はやや軽いが、粒形は「レイホウ」と大差がなく、腹白、心白が少なく、外観品質は優れている。とう精歩合は中ぐらいで、胚芽残存率は「ミナミニシキ」より低い。(データ略)

2 生態的特性

出穂期、成熟期の3カ年平均を第2表、年次別を第6表に示した。「ユメヒカリ」の出穂期は「レイホウ」より3~4日遅い。結実日数は年次変動があり「レイホウ」より短いこともあるが、成熟期は平均すれば2~3日遅い。3カ年を通じて倒伏はみられず耐倒伏性は「レイホウ」より強く安定している。穂いもちは朝倉町でみられたただけであったが、育成地が行った特性検定試験の結果では、葉いもち圃場抵抗性はやや弱、穂いもちには中とされている。白葉枯病は本試験期間中には発生しなかったが、特性検

定試験の結果では中とされている。縞葉枯病には抵抗性遺伝子をもたず罹病性である。

収量は年次変動があり、1989年のように出穂期が早く、成熟期も早いときには「レイホウ」より優れることもあるが、一般には「レイホウ」より劣り、1987年のように出穂期が遅い場合には「レイホウ」との収量差が大きくなった。現地試験の結果は1989年のみであるが一般平坦地、平坦肥沃地とも「レイホウ」よりやや多収であった。

3 食味

「ユメヒカリ」の食味を第4表に示した。農産研究所産について1987年は「レイホウ」に比較して明らかに優り、1988年と1989年は筑後分場産を含めて「コシヒカリ」と同程度であった。日本穀物検定協会九州支部で行った食味試験の結果でも、全国の基準品種である滋賀県産の「日本晴」に対して「ユメヒカリ」は農産研究所、筑後分場産とも食味が優り、「コシヒカリ」と同程度であった。生産年の11月から翌年の9月まで玄米を紙袋に入れて常温で貯蔵したときの食味試験結果は、「日本晴」に対して明らかに優り「コシヒカリ」と同程度であった。現地試験5カ所のうち3カ所は「コシヒカリ」と同程度であったが、2カ所は食味が劣った²⁾。

4 適地

「ユメヒカリ」は普通期栽培で出穂期が9月10日前後の晩生種であるため、移植期が遅れたり、出穂前の気象条件が日照不足や低温になった場合は出穂が遅れ、登熟が不良となり、品質、収量が低下する。福岡県は「ユメヒカリ」の適地とされる九州地域の北端にあるため県内での地域区分が必要となる。適

第2表 農業総合試験場における「ユメヒカリ」の生育、収量、品質及び障害

場所	品種名	出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	倒伏	穂		玄米重		検査等級	千粒重
								いもち	標肥	多肥	kg/10a		
農産 研究所	ユメヒカリ	9. 9	10.28	78	19.4	360	0.0	0.3	553	575	1下~2上	22.1	
	レイホウ	9. 6	10.26	83	19.5	384	0.1	0.0	591	—	2上~2中	23.6	
	ミナミニシキ	9. 8	10.29	74	19.8	386	0.0	0.0	597	586	2中	23.6	
筑後 分場	ユメヒカリ	9.11	10.29	79	18.3	401	0.0	0.0	567	591	1中	22.0	
	レイホウ	9. 7	10.26	86	18.9	435	0.1	0.0	618	—	2上~2中	24.0	
	ミナミニシキ	9.10	10.29	76	19.3	416	0.0	0.0	613	633	1下~2上	23.7	

注) ① 玄米重以外は標肥区のデータを示す。

標肥は1987~1989年の3カ年平均、多肥は農産が1989年、筑後が1988~1989年の2カ年平均。

② 倒伏、穂いもちは、無(0)、甚(5)で示す。

第3表 現地調査の生育、収量、品質

地域	場所	播種期	移植期	苗の種類	品種名	出穂期		玄米重 kg/10a	検査等級
		月日	月日			月日	月日		
一般平坦地	小郡市	5.19	6.22	中苗	ユメヒカリ	9.11	10.28	600	1中～1下
					レイホウ	9.7	10.23	579	2上
	朝倉町	5.23	6.23	中苗	ユメヒカリ	9.11	10.29	584	規格外
					レイホウ	9.7	10.30	603	〃
	吉井町	5.27	6.21	稚苗	ユメヒカリ	9.10	10.26	577	1下
					レイホウ	9.8	10.28	559	2下～3上
	久留米市	5.25	6.20	三葉苗	ユメヒカリ	9.9	10.27	654	1中
					レイホウ	9.6	10.26	660	1下～2上
平肥坦沃地	瀬高町	6.2	6.22	稚苗	ユメヒカリ	9.8	10.21	681	1下～2上
					レイホウ	9.5	10.24	625	2上
	大川市	5.27	6.24	成苗	ユメヒカリ	9.8	10.22	641	1下
					レイホウ	9.4	10.23	595	2上

注) ① 倒伏は各場所とも無、穂いもち朝倉町で無～微。
 ② 朝倉町の検査等級は発酵のため規格外。

地を決定するのは気象条件で、とくに温度と日射量の影響が大きい。

第5表の場所、年次ごとの生育時期別積算気温を比較すると、移植期から出穂期までの積算気温は場所により異なり、年次間変動があるが、変動範囲は2000～2200℃、平均は2100℃程度である。出穂期の遅れが品質、食味に及ぼす影響が大きいので、低温、日照不足の年次でも安全出穂限界内に出穂させる必

要があり、適地を考える場合には移植期から出穂期までの平年の積算気温が安全を見込んで2200℃程度確保できることが必要となる。

福岡県のメッシュ気候図によると、6月20日から9月10日までの積算気温が2200℃以上の地域は主として筑後川流域の平坦地であることから、「ユメヒカリ」の作付適地は、県南部の平坦地及び平坦肥沃地とした。しかし「ユメヒカリ」は晩生の良食味品

第4表 ユメヒカリの食味

年次	産地	品種名	総合評価	年次	産地	品種名	総合評価
1987	農産研究所	レイホウ	0	1989	農産研究所	コシヒカリ	0
		ユメヒカリ	0.67*			ユメヒカリ	0
1988	〃	コシヒカリ	0	小郡市	〃		-0.23
		ユメヒカリ	-0.18			吉井町	〃
	筑後分場 農産研究所	ユメヒカリ	0	久留米市	〃	-0.46	
		玄米貯蔵		瀬高町	〃	-0.54	
		日本晴	0	大川市	〃	0.15	
〃	ユメヒカリ	1.07*	(穀物 検定 協会)	滋賀県	日本晴	0	
〃	コシヒカリ	1.00	農産研究所	ユメヒカリ	0.40*		
1989	筑後分場	早期コシヒカリ	0	〃	コシヒカリ	0.10	
		ユメヒカリ	0.33	筑後分場	ユメヒカリ	0.10	

注) ① 玄米貯蔵は1988年産米を紙袋に入れ常温貯蔵し、1989年9月に食味試験を行った。
 ② (穀物検定協会)は日本穀物検定協会九州支部で実施した。
 ③ *印は95%水準で有意。

第5表 ユメヒカリの場所、年次ごとの出穂期、成熟期と気温、日照時間

場所	年次	移植期	出穂期	成熟期	玄米重 kg/10a	検査等級	日数		積算気温		日照時間	
							植-穂	穂-熟	植-穂	穂-熟	植-穂	穂-熟
	年	月日	月日	月日			日	日	℃	℃	時間	時間
農産 研究 所	1987	6.22	9.13	11.5	488	2上~2中	84	54	2091	1010	351	334
	1988	6.17	9.5	10.26	613	2上	84	52	2009	1043	346	312
	1989	6.22	9.9	10.22	557	1中~1下	80	44	1995	876	430	274
筑後 分場	1987	6.22	9.13	11.1	538	1中	84	50	2168	988	421	274
	1988	6.22	9.10	10.28	572	1中	81	49	2098	1000	479	305
	1989	6.22	9.11	10.28	592	1中	82	48	2122	950	508	299

注) 植…移植期 穂…出穂期 熟…成熟期を示す。

種として期待が大きいので、早植えや大苗の利用などによる適地の拡大を検討している。

5 栽培上の留意点

栽培法は基本的には「レイホウ」に準ずるが次の点に注意する。

- (1) 出穂期は早いほど収量、品質が安定するので、遅植を避けやや早植とする。
- (2) 生育期の葉色は「レイホウ」より淡いが、追肥の量が多くならないように注意する。
- (3) 刈り遅れると茶米や胴割れ米の発生による品質低下が懸念されるので、適期刈に留意する。

(4) いもち耐病性が不十分なので常習発生地での栽培は避ける。

引用文献

- 1) 西山寿・渡辺進二・本村弘美・井辺時雄・滝田正・山下浩・斉藤薫 (1990) : 水稻新品種「ユメヒカリ」について. 九農研52, (投稿中).
- 2) 水田一枝・松尾勇次・大賀康之 (1990) : 水稻西海186号の福岡県における食味について. 日作九支報57, (投稿中).

Characteristics of a Late-maturing and High-eating Quality Paddy Rice Cultivar "YUMEHIKARI" Newly Recommended in Fukuoka Prefecture

HARADA Kouji, Yuji MATSUE, Kazue MIZUTA, Hisako SATOU and Souichiro IMABAYASHI

Summary

The main characteristics of "YUMEHIKARI" compared with "REIHOU" were as follows

- (1) Plant type; Intermediate type with short culmed
- (2) Maturing date; Late maturing, 2-3 days later than "REIHOU"
- (3) Lodging resistance; Stronger than "REIHOU"
- (4) Grain quality; White belly rice and white core rice are less. Inspection grade is superior to "REIHOU"
- (5) Eating quality; Superior to "REIHOU" and as same as "KOSHIHIKARI".

This new cultivar is adapted to flat areas and fertile land of southern Fukuoka prefecture.

水稻品種ヒノヒカリの栽培法

真鍋尚義・田中浩平・福島裕助

(農産研究所栽培部)

宮崎県総合農業試験場で育成され、福岡県が1989年に奨励品種に採用した良食味の水稲中生品種ヒノヒカリの、圃場条件や施肥法・栽植密度が異なる場合の栽培特性や収量・品質・食味、並びに収穫時期と品質・食味の関係について1988年と1989年に検討した。

ヒノヒカリの栽培管理上の問題として、①浸種～催芽までの日数を日本晴より1～2日多くかける必要があり、②有効茎歩合が高く穎花数を取りやすい品種であるが倒伏しやすいので、穎花数は30,000～32,000/m²、収量は570～600kg/10aを目標にし、③10a当たりの窒素施肥量は、基肥は一般の水田では6.0kg、地力の高い水田では4.5～3.0kg、穂肥は1回目が2.0kgで2回目1.5kgとし、④作柄の安定向上のためには土づくりを基本に、栽植株数17～22株/m²、1回目の穂肥施用時期は一般には出穂前22～20日、葉色値は8月初めは4.2(17株植)～4.0(22株植)、1回目穂肥時4.0～3.8を目標にすることが有効であり、⑤うす茶米の発生による検査等級の低下を避けるために適期収穫に努めることなど、5点があげられた。

[Keywords: rice plant, HINOHIKARI, quality, growth diagnosis, harvesting time]

緒 言

ヒノヒカリは、旧系統名が「南海102号」で、宮崎県総合農業試験場水稲育種指定試験地で育成された⁵⁾中生のうるち種である。福岡県は1989年に奨励品種に採用した。西日本・九州の代表的品種として期待される理由は、これまでいくつかの報告^{1,2,4,5,7)}に紹介されているように、消費者ニーズに対応できる普通期栽培用の品種であることで、九州における作付面積は将来45,000haが見込まれている。福岡県では1989年には540haが作付され、1990年には9,000haを超えた。

ところで、1989年産米の九州各地域における品質評価では、食味については予想どおり高い水準の安定した評価が得られたものの、玄米の外観品質面で地域によってはうす茶米や未熟粒の発生が原因で1等級の比率が極端に低いことが大きな問題となった。

このようなことから、外観品質を低下させないで

安定した作柄を得るための栽培技術指針作成が急がれている⁴⁾。著者らは1988年と1989年に、筑紫野市の福岡県農業総合試験場の水田で、ヒノヒカリの高品質・低コスト生産のための栽培試験を行い、圃場条件や施肥法・栽植密度が異なる場合の栽培特性や、収量・品質・食味²⁾、及び収穫時期と品質・食味の関係を検討し、栽培管理上の問題点と改善策を明らかにしたので報告する。

材料及び方法

第1表 供試圃場の作土の理化学性と有効作土深

有機質資材	耕起深 cm	作 土		有効 作土深 cm	容積重 g
		T-N %	T-C %		
堆肥+稲わら	16～18	0.20	2.6	15.1	103
稲わらのみ	12～15	0.15	1.7	11.5	123
数年おきに堆肥	14～16	0.17	1.9	13.2	127

注) 1988年11月水稲収穫後に普通作物肥料研究室が調査。

第2表 移植時の苗形質及び茎数・穂数・穎花数の品種間差 (筑紫野市, 稚苗移植栽培)

品 種 名	苗長 cm	苗 齢 L	地上部 乾物重 mg/本	移植後日数別茎数			有効 穂数 本/m ²	m ² 当たり 穎花数 ×100
				+25日	+35日	+45日		
				本/m ²	本/m ²	本/m ²		
ヒノヒカリ	11.2	2.1	12.2	383	477	454	395	343
碧 風	12.3	2.4	14.8	385	538	521	395	314
日 本 晴	12.1	2.3	14.1	395	518	477	397	306

注) ①麦作後の標準的な栽培法(稚苗)で同一施肥。②m²当たりの栽植株数は22株。

③日本晴は平年値で、ヒノヒカリと碧風も共通2カ年のデータから平年値に換算した。

試験圃場は、福岡県農総試の小麦作後水田で、第1表に示すとおり作土の理化学性や有効作土深が異なる3筆の圃場を用いた。供試品種はヒノヒカリであるが、標準栽培では碧風と日本晴を比較品種として用いた。供試苗の種類は、三葉苗(うす播苗、乾糶150g/箱、20日苗)が主で、一部に稚苗(180g/箱、20日苗)と短期苗(250g/箱、10~11日苗)を用いた。

移植期は6月第4半旬で、栽植株数は、 m^2 当たり16~18株と22~24株の2水準とした。施肥法は全層施肥と側条施肥の2とおりで、基肥と穂肥の窒素施用量を変え、穂肥については回数と時期も検討した。側条施肥田植はY社の4条歩行型田植機で行い、側条施肥の肥料には機械施肥専用の粒状264号を用い、施肥位置は株からの距離と深さが4cmになるように調節した。

雑草と病害虫の防除は、福岡県の防除基準に基づいて実施し、問題となる点はみられなかった。

葉色診断は、カラースケールを用いて群落測定法で行った。立毛中の糶水分は、午後1~2時に1区8株刈り取り、被害穂と遅れ穂は除去し任意に20穂抽出して脱粒し、105℃24時間乾燥法とケットPB-2型の2方法で測定した。サンプリングした残りの穂は、架け干し後脱穀し玄米品質調査用とした。食味試験は、農産研究所で食糧庁の食味試験実施要領に準じてパネル数約15名で実施し、基準との相対評価値を用いた。

試験は、1区15 m^2 の2区制で実施した。

結果及び考察

1 試験結果考察上特記すべき事項

生育経過の特徴として、①1989年⁶⁾は7月下旬の茎数増加程度が大きく、気温と日射量からみた穎花数生産気象効果が高かった割に穎花数の水準が平年よりやや低く、その傾向は地力の低い圃場において顕著であり、②登熟期の前半が高温・多雨であったために平年より成熟期は5日程度早く、収量水準がやや低かったことなどがあげられた。

2 収量の成立経過と倒伏、目標収量

ヒノヒカリは、移植時の苗が日本晴や碧風に比べて小さい(第2表)。稚苗では葉齢が0.2少ないが、それは、休眠性が高いために発芽までの日数が日本晴より1~2日多く必要であることによるものと推察された。

移植後25日目頃の茎数は日本晴よりわずかに少なく、移植後35~45日にかけての茎数は日本晴や碧風

より8~10%少ないが、穂数は日本晴や碧風と同程度であり有効茎歩合が高い。目標収量は、第2・3表の生育・収量や第1図の穎花数・倒伏と収量の関係から、10a当たり570~600kgと推定できるが、その場合の移植後45日目頃の m^2 当たり茎数の目標値は、20~22株/ m^2 植えでは450本、16~17株植えでは360本程度と推察された(第4表、具体的データは省略)。

ヒノヒカリの穂の単粒率は日本晴よりやや高い程度であり、登熟歩合は同じ施肥法の場合には日本晴よりやや高いが、碧風に比べると明らかに低い。立毛中の稲の姿との関係では倒伏が少し目立つような場合にくず米歩合が高くなり、糶生産効率が低下し、玄米の千粒重も21.5g以下であった。

3 葉色と耐倒伏性

ヒノヒカリの生育中期における葉色は、移植後35日目、45日目頃及び第1回穂肥施用時とも碧風とあまり変わらない。そして、日本晴との比較では、35日目頃はわずかに濃い、穂肥施用時は逆にわずかに薄い。したがって葉色は普通といえる(第3表)。しかし、1穂穎花数を取りやすい品種であると同時に、耐倒伏性は碧風より明らかに劣り日本晴と同程度で十分でない、生育中期の葉色診断が作柄の安定向上に不可欠である。

第3表 生育中期の葉色・成熟期の稈長・倒伏程度及び収量

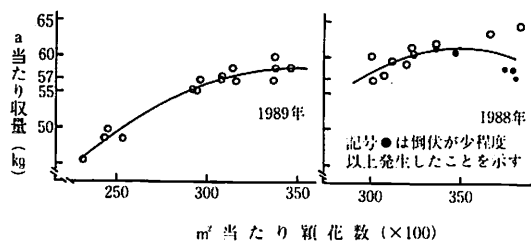
品 種 名	生育中期の葉色			稈長	倒伏程度	精玄米収量
	+35日	+45日	穂肥時			
ヒノヒカリ	4.3	4.0	3.7	88	微~少	57.4
碧 風	4.3	4.0	3.7	79	無~微	57.4
日 本 晴	4.2	-	3.8	82	微~少	53.6

注) ①栽培法は第2表と同じ。②葉色はカラースケールによる群落測定値。日本晴の+45日(移植後45日目)は穂肥時(第1回穂肥時)と同じ。

第4表 ヒノヒカリの目標とする収量構成(稚苗移植)

項 目	目 標 の 範 囲	
	標準栽植密度	m^2 当たり16~17株植
最高茎数(本/ m^2)	480~500	380~400
有効茎歩合(%)	78~80	84~86
8月初め茎数(本/ m^2)	450	360
穂 数(本/ m^2)	380~390	330~340
1穂穎花数	77~84	88~94
m^2 当たり穎花数	30,000~32,000	30,000~32,000
玄米千粒重(g)	22.5	22.5
登熟歩合(%)	78~88	78~88
収量(kg/10a)	570~600	570~600

注) 北部九州平坦地 6月第4・5半旬移植。条間30cm、株間16~20cm、1株平均4本植。



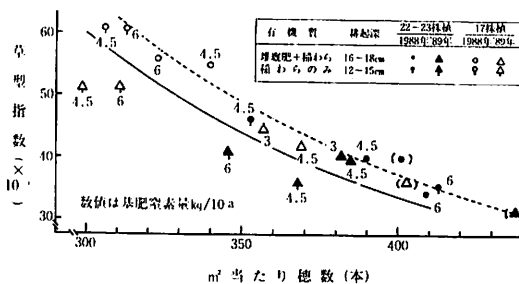
第1図 ヒノヒカリの穎花数と収量，倒伏との関係（筑紫野市，稚苗移植栽培）

注) 麦作跡の数筆の圃場において，基肥窒素施用法や栽植密度が異なる試験区のデータ（2区平均）を用いた。無窒素区は含めていない。

4 穎花数の目標値と施肥法，土づくり

倒さずに安定した高作柄を得るためには，穎花数の目標値を32,000~30,000程度²⁾におく必要がある（第1図，第4表）。これを安定して確保するためには，まず第一に圃場の地力に応じて基肥窒素施用量を決めることである。

ヒノヒカリの10a当たり基肥窒素量は一般の水田では6kg程度が適量であり，これは早生種日本晴の基準量と同じである。地力の高い水田では4.5~3.0kgが適量であり，6kgにすると倒伏が問題になり，くず米歩合が高くなってかえって減収することがある。そして外観品質も低下するだけでなく，玄米N濃度が1.4%以上になってせっかくの食味を低下させる危険性もでてくる（第5表）。



第2図 ヒノヒカリの圃場・栽植密度・基肥窒素施用量別穂数と草型指数と収量の関係（筑紫野市，麦作跡6月第4半旬稚苗移植栽培）

注) ①草型指数は10a当たり精玄米kg/(m²当たり穂数)²で示した。②()内は側条施肥区で，基肥窒素量は4.9~4.8kg。③図中の曲線は収量の等値線で，点線は10a当たり600kg，実線は540kgを示す。

作柄の安定確保で次に重要なことは，やはり土づくりである。8月における窒素吸収量が前年より少なかった1989年の水稲では，地力水準の異なる2筆で穎花数と収量が大きく異なった（第2図）。地力が中~やや低の水田では，基肥窒素量を6kg施用しても穎花数は24,500で，玄米収量は10a当たり500kgにとどまった。一方，土づくりを行った水田では，基肥窒素量が3.0kgでも穎花数は30,800を確保して玄米収量は570kgであった（第5表，第2図）。

作柄の安定確保のためにさらに重要なことは，穂

第5表 圃場条件別基肥窒素量と収量・食味及び玄米形質（筑紫野市）

圃場条件	年次	基肥窒素 kg/a	m ² 当り 穎花数 ×100	倒伏 程度	精玄米 収量 kg/a	検査等級	食味		
							2mm以上 比率 %	玄米 N %	食味 総合
地力高	1988	6.0	380	3.5	58.4	2上	43	1.43	+0.43
		4.5	366	1.8	63.5	1下	45	1.38	+0.75
	1989	4.5	337	0.5	56.6	1中~1下	70	1.30	+0.93
		3.0	308	0	56.7	1中~1下	72	1.30	+0.81
地力中 ~やや低	1988	6.0	311	0.1	59.5	1下	53	1.28	+0.68
		4.5	301	0	56.9	1下	49	1.30	+1.01
	1989	6.0	245	0	49.7	1下	69	1.25	+1.16
		4.5	231	0	45.4	1下	72	1.27	+1.23

注) ①うす播苗移植栽培。②基肥窒素0の区は，穂肥も無施用で，その他の試験区は2kg+1.5kg。③m²当り栽植株数は16~18株。④倒伏程度は，無~甚を0~5で示す。⑤食味総合評価は食糧庁の実施要領に準じて実施。基準は日本晴（標準栽培）。⑥2mm以上比率は，精玄米中2.0mm以上重量比率。⑦玄米のN成分は，農林水産省中国農試の堀野氏によるオートアナライザーでの分析値。

肥の窒素施用法 (第6表) であり、2回に分施することがやはり大切である。10a 当たりの施用量は、第1回目を2kg、第2回目を1.5kg程度とする。第2回目を1.5kg予定した場合の第1回目の量を3kgにすると、玄米のN濃度が高くなって食味が低下することも懸念される。

なお、耐肥性が小さいヒノヒカリは、短稈の中～晩生品種の側条施肥栽培で問題になる生育中期の葉色低下によるマイナスの影響が小さく、むしろ倒伏軽減の効果が有り、玄米の粒厚別分布からみても側条施肥栽培に適するものと推察された²⁾ (第3図、具体的データは省略)。

5 適正な栽植密度と穂数、収量、外観品質

1 茎当たり生育の向上を図ること³⁾は、ヒノヒカリの栽培においても重要な意義を持っている。そのためにも栽植密度については特に注意を払う必要がある。適正な栽植株数を判断するときには、 m^2 当たり穂数はどれくらいが良いかということの問題にする必要がある。第2図に地力水準が異なる2筆の圃場で2年間、基肥窒素施用量と m^2 当たり栽植株数を変えた場合の穂数と草型指数 (m^2 当たり穂数に対する1穂収量の比) と収量の関係を示した。

丸印の1988年は、穂数が310～410本という広い範

囲で収量が600kgの等値線に沿っている。しかし、三角印の1989年 (8月の窒素吸収量が前年より少なかった) は、地力の低い圃場では高い圃場より約100kgの減収になっており、その要因は穂数ではなく、地力の差によるものと解釈できる。そしてこの問題は基肥窒素量で解決することはできない。

減収の要因が穂数ではないということは、標準栽植密度 (第3図の黒印) に対して、 m^2 当たり穂数が50本も少ない17株移植 (白印) の方が草型指数が高く収産効率も高いことである。

m^2 当たり17株程度の疎植にした場合、穂の単粒率は低下するので、秋雨前線が停滞した場合における心白や乳白米の発生が心配されるが、1989年産では m^2 当たり穎花数が34,000までの範囲で外観品質に特に問題はなかった。また、標準密度の倒伏程度が中以上になるような場合にも、疎植では生育中期の葉色はやや濃くなっても「秋優り」的な生育になり茎は太くて倒伏の程度も軽い²⁾。

以上のことから、ヒノヒカリの栽植株数は17～22株の範囲が適切で、17株の方がコスト面で有利といえる。

6 目標となる生育中期の葉色

基肥窒素施用量のちがいによる葉色の差は8月上

第6表 ヒノヒカリの穂肥施用法と収量・食味・玄米形質 (筑紫野市)

圃場条件	年次	基肥窒素	穂肥窒素施用法	m^2 当たり穎花数	精玄米収量	検査等級	玄米N	食味総合
	年		2(-25日)+1.5	$\times 100$ 329	kg/a 56.0	1下	% -	-
地力高	1989	4.8	2(-20日)+1.5	320	57.9	1下	-	-
			2(-25日)+0	294	55.7	1下	-	-
			2(-24日)+1.5	284	57.3	1下	1.30	+0.68
地力中～高	1988	4.9	3(ヶ)+1.5	305	57.2	1下	1.34	+0.49
			2(-25日)+1.5	-	51.3	1下	1.26	+0.45
			2(ヶ)+0	-	48.2	1下	1.18	+0.60
		4.8	2(-22日)+1.5	284	52.9	1下	1.26	+1.01
地力中～やや低	1989	うす播	0 +0	224	44.0	1下	1.18	+1.31
			苗区	3(-20日)+0	296	52.5	1中	1.23
			2(-22日)+0	286	52.2	1下	1.26	+0.92
			2(-25日)+1.5	255	48.8	1中	1.25	+0.73
		4.8	0 +0	207	38.2	1中	1.18	+0.87
			3(-23日)+0	230	45.6	1中	1.23	+0.73
			2(-25日)+0	230	43.4	1中	1.17	+0.93
			3(-17日)+0	236	45.8	1中	1.25	+0.67

注) ①苗の種類は、一部の試験区を除き短期苗。② m^2 当たり栽植株数は16～18株。③基肥窒素の施用法はすべて側条施肥。④食味は総合評価で第5表と同じ方法で実施。但し、1989年は1回のみ。⑤玄米のN成分は、農林水産省中国農試の堀野氏によるオートアナライザーでの分析値。

旬にあらわれ、17株植は22株植より葉色値で0.2程度濃く推移する。そして22株植の標準栽植密度では、移植後45日目頃の葉色値が4.3以上あり、8月10日頃の1回目穂肥時が4.2以上の場合に中程度以上の倒伏が予想される（データ省略）。このような場合には、1回目の穂肥を基準の出穂前22日～前20日（幼穂長2～3mm）より遅らせたり減肥することや、翌年からは基肥を減肥する等の対策が必要である。なお、17株植の疎植栽培で中程度以上倒伏するときの葉色値は、標準密度のときよりそれぞれの時期で0.2濃い値であった。

一方、移植後35日目の m^2 当たり茎数が概ね500本以上で、葉色値が普通（4.3程度）にあっても、その後2週間における低下の程度が0.6を超えるような早期凋落の場合には、基肥窒素施用量の多少にかかわらず穎花数と収量の低下が著しい。このような現象は、土づくりを行っていない圃場で1989年に見られた。

葉色の目標値は、8月初めでは4.0（疎植では4.2）、1回目穂肥時は3.8（疎植では4.0）程度と推定された（第4表）。

7 穂肥の施用時期

収量の安定確保と玄米のN濃度への影響の面で、窒素の施用量や2回分施の必要性については先に述べた。問題は1回目穂肥の施用時期であるが、移植後45日目頃つまり8月初めの茎数が m^2 当たり500本以上で、葉色値が4.0以上あり、1茎当たり生育が

劣る場合には、出穂期の25日前より20日前の方が、明らかに粒の充実が良くなり作柄もやや向上する（第6表）。

1回目穂肥の適期については、生育中期までの前歴や圃場の特徴などを考慮して、ある程度勘に頼らなければならないが、一般には出穂前22～20日が適期と推察された⁴⁾。

8 登熟中後期の水管理

玄米の外観品質に影響する出穂期以降の問題としては、1つには水管理がある。ヒノヒカリは、多窒素条件下で倒伏した場合には、くず米だけでなく青未熟粒が多くなって検査等級は2等になる。しかし、倒伏程度が軽い場合には整粒としての心白米や乳白米がわずかにみられるものの、粒厚は比較的厚く品質概評が良い。

ところが、登熟中後期に乾燥条件にあった場合には外観品質が低下しやすい品種である。したがって、登熟の後期まで間断かんがいをを行い、予想成熟期前10日頃に落水することが大切である。²⁾

9 収穫適期

出穂期以降、もう1つ外観品質に大きな影響を持っているのは収穫時期である。ヒノヒカリは、年次によっては成熟期後7日にうす茶米が発生して検査等級が2等へ低下する（第7表）ので刈り遅れないように特に注意する必要がある。

第8表は、暫定的に作成した収穫適期の判定基準であるが、早限期の籾水分は早生種並に高く黄褐

第7表 ヒノヒカリの刈取時期と籾水分、黄褐色粒数歩合及び品質（筑紫野市，1989年）

出穂期 (苗の種類)	成熟期 との差	籾水分 %	黄褐色 粒数 歩合 %	2mm以 上比率 %	精玄米 千粒重 g	検査 品質		うす 茶米 %	濃茶 米 %
						等級	品質		
9月1日 (うす播苗)	-1	28.6	72	70.9	22.9	1中	上中	1.5	0
	+3	27.3	76	68.7	22.6	1下	上下	2	0
	+7	23.5	76	69.3	23.0	2上	中上	7	0
	+10	22.1	83	-	22.6	2中	中上	10	0.1
	+14	19.6	88	69.0	22.5	2下	中中	20	0.3
9月4日 (短期密播苗)	-2	29.2	70	74.9	23.0	1中	上中	1	0
	+2	27.6	75	74.4	22.7	1中	上中	1	0
	+6	25.3	-	75.5	22.7	1下	上下	3	0
	+9	24.8	84	76.0	22.8	2上	上下	4	0.1
	+13	23.1	87	75.8	22.5	2中	中上	5	0.1

注) ①成熟期は9月1日出穂区は10月16日、9月4日出穂区は10月17日で、刈取時期と成熟期との差で示した。②2mm以上比率は粒厚1.8mm以上玄米（精玄米）中の粒厚2.0mm以上比率。③うす茶米と濃茶米は粒数比率。

第8表 ヒノヒカリの収穫適期の判定基準

品 種 名	出穂期後積算気温		籾 水 分		早限期における黄褐色籾の粒数歩合
	早限期	晩限期	早限 期	晩限 期	
ヒノヒカリ	℃以上 900	℃ 1,050	%以下 28	% 22	%以上 70
日 本 晴	900	1,050~1,100	27	20	77
黄 金 晴	900	1,050~1,100	27	20	73

色籾の粒数歩合(全籾を対象としている)は日本晴より低い70%程度であり, 晩限期の籾水分も比較的高い。せっかくの良食味米であるから, 刈遅れによる外観品質の低下は避けなければならない。

なお, 成熟期より10日~2週間遅刈りした場合にも, 食味の低下傾向は認められなかった(データ省略)。

引 用 文 献

- 1) 原田皓二・松江勇次・吉野 稔・尾形武文・佐藤寿子・長尾學禧・今林惣一郎・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) 真鍋尚義・今林惣一郎・須藤新一郎(1989) : 良食味中生品種「南海102号」の圃場条件別栽培特性と品質。日作九支報 56, 39~42.
- 3) 真鍋尚義(1981) : 生育前期, 分けつ期=生育診断のポイント(暖地)。農業技術体系, 作物編2, イネ, 基本技術, 技231~技234.
- 4) 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.
- 5) 宮崎県総合農業試験場(1989) : 水稻奨励品種に関する参考成績書「南海102号」。
- 6) 田中浩平・真鍋尚義(1990) : 福岡県における平成元年水稻の移植時期・気象要素と生育, 収量, 品質。日作九支報56, (投稿中)。
- 7) 八木忠之(1989) : 水稻新品種「ヒゴノハナ」「ヒノヒカリ」。農業技術44, 420~421.

Cultivation Method of Paddy Rice Cultivar 'HINOHIKARI'

MANABE Hisayoshi, Kouhei TANAKA and Yusuke FUKUSHIMA

Summary

In order to clarify cultivation management technique of 'HINOHIKARI', growth characteristics, fertilizing method and harvesting time were investigated from 1988 to 1989.

- (1) Lodging resistance was as susceptible as 'NIPPONBARE' and more susceptible than 'AOKAZE'; under the high fertilizing condition in which the yield of 'AOKAZE' exceeded 620 kg/10a, 'HINOHIKARI' had lodging, resulting in that the yield was largely reduced and the quality was lowered comparing with 'AOKAZE'.
- (2) Target of yeild was reasonable between 570 and 600 kg/10a; optimum tiller number per m² was about 450 in case of 20 to 22 hills per m² and was about 360 in case of 16 to 17 hills. Optimum spikelet number 32,000 to 30,000; more than 35,000 of spikelets lowered the quality due to the occurrence of immature grain.
- (3) 17 to 22 of hill number per m² was adequate and 17 hills was more profitable in aspect of cost.
- (4) The amount of nitrogen application per 10a as basal dressing was 6 kg in common field and 4.5 to 3.0 kg in fertile field. Top dressing at panicle formation stage was required to applicate two times; 2 kg at first and 1.5 kg at second.
- (5) Optimum leaf color value (with Fuji color scale) was 4.0 (4.2 in case of sparse hill density) at early August and 3.8 (4.0) at the time of first top dressing.
- (6) It is especially required to harvest at optimum time in order to avoiding occurrence of rusty rice due to over-ripe.

筑後平坦地における中晩生水稲の籾生産効率向上技術

土居健一・大賀康之・今林惣一郎・真鍋尚義

(筑後分場)

筑後重粘土地帯は水稲の収量水準が県内で最も高い地域であるが、近年は単収増加傾向が停滞している。栽培技術面からみた収量停滞の主な要因として、「低い籾生産効率」があげられる。このため、著者らは1987年以降籾生産効率向上のための改善方策についての試験を行っており、1989年までの3カ年では、収量水準が600kg/10a台での籾生産効率向上を目標に検討した。①供試した品種・系統の中では、籾花数の確保は穂重型の「西海183号」が最も容易で、次に穂数型の「ツクシホマレ」であった。②稚苗に比べて、うす播苗は籾花数レベルの低い偏穂重型及び中間型品種では籾花数増大、籾花数レベルの高い穂重型品種では登熟向上により増収した。③深層追肥は、地力の高い水田では籾生産効率と収量の向上の可能性が高かったが、地力の低い水田では籾花数効果が向上したが、収量増には結び付かなかった。④疎植栽培は生育中期における葉色の低下が少なく、1茎当たりの生育の向上を図るうえで有効であることを確認した。⑤地力増強と深耕を図るとともに透水性を付与することは、収量の停滞を打破するための有力な手段であることが現地調査の例から推察された。

[Keywords : rice plant, grain production efficiency, character of seedling, top application to deeper soil layer, sparse planting]

緒 言

筑後重粘土地帯の水稲作では、近年、単収増加の低迷克服が基本的に重要な課題として位置づけられる。収量の動向は、農業をとりまく社会情勢の変化や気象の変動に起因するものもあるが、収量水準の停滞を栽培技術面からとらえると、北部九州平坦地における麦跡水稲の共通問題として、6月下旬～7月中旬の寡照・高温と7月中旬～9月上旬の高温及び9月中旬～9月下旬の寡照に起因する低い籾生産効率⁸⁾があげられる。さらに、稚苗機械移植水稲の生育特性である分けつ数の増加による1茎当たり生育形質の悪化²⁾、生育後期の凋落傾向等によりそのマイナス面が助長されている。これらの問題の栽培技術面での改善方策について、和田は中苗の有利性⁹⁾、生育中期の肥培管理技術の改善¹⁰⁾、真鍋らは草型の効果¹⁾、疎植の効果⁴⁾、有機質資材と耕起深度改善の効果⁵⁾について報告している。

本報では、収量水準が600kg/10a台における籾生産効率向上のための栽培技術面での改善方策として品種、苗質、暖地における深層追肥¹⁾及び疎植⁴⁾の効果について1987～1989年までの3カ年間検討したので、その結果の概要を報告する。

試 験 方 法

試験は福岡県三潁郡大木町の福岡県農業総合試験場筑後分場内の小麦跡水田で行った。また、1987年

には山門郡大和町及び三潁郡大木町の現地水田において補足調査を実施した。

供試圃場の土壌条件は、筑後川下流域の河海成堆積細粒灰色低地土に属し、場内水田及び大木町水田の地力は高いが、大和町水田はやや低い。場内水田はクリークに囲まれ稲作期間中の田面とクリーク水面との水位差が小さいため透水性はやや不良であるが、大木町水田では水位差が50～100cmと大きく透水性は良好であった。

供試品種は「ニシホマレ」、「ツクシホマレ」、「チクゴニシキ」、「ユメヒカリ」、「南海97号」、「西海183号」の4品種・2系統とした。苗の種類は稚苗(1箱当たり乾籾播種量180g)、うす播苗(140g)、ポット成苗(33～37g)の3水準とした。移植時の1本当たり地上部乾物重は、稚苗が12～16mg、うす播苗が12～17mg、ポット成苗が54～72mgであった。施肥法は標準区と深層追肥区の2水準で、場内水田における標準区の窒素施肥量(kg/10a)は7.0+3.5+2.5(基肥+穂肥Ⅰ+穂肥Ⅱ)、深層追肥区は5.0+4.1～4.8(基肥+出穂前28～38日)とした。また、大和町水田の標準区は8.0+2.7+2.5、深層追肥区は4.0+3.5(基肥+出穂前38日)とした。なお、深層追肥は粒状肥料深層追肥機を使用し、I B化成4号を深さ8～10cmの位置に隔条に施用した。栽植密度は標準植と疎植の2水準とした。標準植は条間が30cm、株間約16cm(19.2～22.8株/m²)、疎植では条間が30cm、株間約20cm(15.2～17.5株/m²)であった。

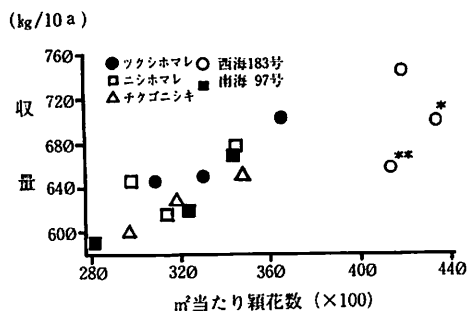
移植時期は6月16日～6月19日の範囲で試験の規模は1区20㎡～28㎡の2反復とした。また、大木町水田の栽培条件については第4表に付記した。

試験期間の気象条件は、1987年は生育中期の寡照のため㎡当たり穎花数が平年より少なく、登熟期間の気象条件は平年並であったが、収量水準は低かった。1988年は1987年と同様㎡当たり穎花数はやや少なかったが、登熟期間の気象条件が良好であったため、収量水準は平年並であった。1989年は生育中期が多照であったため、㎡当たり穎花数は平年よりやや多かったが、登熟期間の気象条件はやや不良で登熟が劣り収量水準はやや低かった。なお、穎花数生産期間(出穂前55日～出穂前5日)の穎花数生産気象効果³⁾は、1987年は平年の90～92%、1988年は95～97%、1989年は101～105%と年次によって異なるため、本試験の解析には、実測の穎花数に対して出穂期毎に穎花数生産気象効果で補正した数値を用いた。

結果及び考察

1 品種の効果

供試した品種・系統の中では、穎花数の確保は穂重型の「西海183号」が最も容易で、次に穂数型の「ツクシホマレ」であった。偏穂重型の「ニシホマレ」、「南海97号」及び偏穂数型の「チクゴニシキ」の穎花数レベルは相対的に低かった。また、㎡当たり穎花数と収量との間には穎花数が36,000レベルまでは正の相関関係が認められ、西海183号で41,000以上の穎花数レベルでは収量のばらつきが大きかった(第1図)。このことは圃場間差及び登熟適温の品種間差(1988年は10月1～3半旬が低温)によるもの



第1図 中晩生水稲における㎡当たり穎花数と収量との関係(1987～1988年)

注) *は'88年の肥よく度の高い、**は同じ'88年の肥よく度のやや高い圃場。

のと推察されるが、さらにこの問題点については検討が必要である。稚苗機械移植栽培では、穂数型品種で穎花数の確保をはかる場合には1茎当たり生育形質が悪化しやすく²⁾、短稈穂重型品種の有利性がすでに明らかにされている¹⁾。今後、籾生産効率の低さと収量の停滞を克服するためには耐倒伏性を兼ね備えた穂重型の良食味品種の育成が望まれる。

2 苗質の効果

稚苗に比べて、うす播苗は穎花数レベルの高い穂重型品種では、穎花数が減少したものの登熟が向上したことにより増収した。穎花数レベルの低い偏穂重型品種及び中間型品種(ユメヒカリ)では、穎花数が増大したことにより増収した。なお、穂重型品種でポット成苗を用い、1茎当たり生育形質²⁾の向上を試みたが、穂数の確保が困難(対稚苗比率82%)で、穎花数の減少程度が大きかった(第1表)。ポット成苗についてはむしろ穂数型品種での検討がさらに必要である。

3 深層追肥の効果

深層追肥は基肥が標準より少ないため、穂数は標準に比べて同程度ないしやや減少した。しかし、深層追肥の穎花数は標準に比べて7～20%増加し、さらに地力が高い場内水田では籾わら比が11～20%増大し籾生産効率が向上した。一方、大和町水田では穎花数が増加したにもかかわらず収量増には結び付かなかった。

収量を穎花数効果⁶⁾と登熟効果⁶⁾の要因別にみると、深層追肥によって穎花数効果が大きくなるのに対して、登熟効果は小さくなるか、同等であった。しかし、地力が高い条件では登熟効果のマイナス分は、穎花数効果のプラス分より小さいものであり、この傾向は穂重型品種及び偏穂重型品種で顕著であった。なお、深層追肥では、穎花数増による外観

第1表 苗質による品種別籾生産効率と収量
(対稚苗比率%, 1987～1989年)

品 種	穎花数	登熟度	籾わら比	収量
	×100/㎡			kg/10a
南海97号	101(318)	100	97	101(618)
ユメヒカリ	105(317)	98	102	103(622)
西海183号	97(401)	108	98	105(688)
西海183号*	88(363)	108	92	96(592)

注) ①苗質はうす播苗、但し西海183号*はポット成苗を用いた。②()内は実数を示す。③登熟度は登熟歩合(%)×千粒重(g)。

第2表 深層追肥による品種別籾生産効率と収量

(対表層比率 %, 1987~1989年, 但し, ツクシホマレは1987年)

品 種	穂 数	穎 花 数	籾 比	穎花数効果	登熟効果	収 量	外観品質
	本/m ²	×100/m ²					
ニシホマレ	91(283)	107(339)	120(0.99)	104(0.403)	98(1,576)	102(636)	0(1.0)
南海97号	93(314)	111(353)	111(0.86)	106(0.413)	99(1,574)	105(650)	0(2.0)
ユメヒカリ	99(391)	120(381)	112(0.92)	112(0.433)	91(1,454)	101(629)	-0.3(2.5)
西海183号	97(307)	107(438)	116(1.05)	104(0.467)	102(1,449)	106(676)	0(8.0)
ツクシホマレ	100(386)	107(290)	-	105(0.367)	90(1,496)	94(549)	-0.8(2.2)

注) ① () 内は実数を示す。②穎花数効果は、棟方ら⁶⁾の式 $Y_1/(Y_1+50,000)$ を用いて算出。但し、 Y_1 はm²当たり穎花数。③登熟効果は、棟方ら⁶⁾の穎花数補正収量指数(A)によった。但し、(A)はm²当たり粗玄米収量(g)を穎花数効果で除した値。④外観品質は1等上~3等下を1~9とし、表層追肥との差で示した。⑤ツクシホマレは地力が低い大和町水田、その他は地力が高い場内水田。

品質の低下はみられなかった(第2表)。これらのことから、深層追肥は地力が高い圃場では籾生産効率と収量の向上をはかるうえで有効な栽培法であると考えられる。今後、筑後平坦地で深層追肥を実用化するためには、基肥と追肥の割合、生育診断に基づく追肥の時期及び生育後期の生理機能の維持等の問題を解決する必要がある。

4 疎植の効果

疎植の植付株数は標準値の75~80%であり、Lag期の葉色が濃く推移した。疎植は標準値に比べて穂数が減少し、穎花数も同様にやや減少したが穎花数の減少程度は穂数の減少程度より小さく(南海97号を除く)、籾比は向上し収量差は認められなかった(第3表)。このことから、疎植栽培は、Lag期の葉色低下が問題になりやすい条件で有利な栽培法であると考えられ、疎植によって1茎当たり生育の向上がはかられ、籾生産効率が高まること⁴⁾を確認した。

5 地力増強及び深耕の効果

大木町水田の成苗疎植栽培による多収事例では、

穂数は場内水田の稚苗と大差ないものの、穎花数は確保しにくい年次であったにもかかわらず38,000、収量は764kg/10aが得られた(第4表)。多収の要因としては、土壌の透水性が良好な水田で、稲わら・麦わらを全量還元し地力増強が図られていること、ポット成苗で疎植栽培を行っていること、耕起時にIB化成を使用していることであり、これらの要因を組み合わせることによって生育中期の1茎当たり

第3表 疎植による品種別籾生産効率と収量

(対標準植比率 %, 1987~1989年)

品 種	穂 数	穎 花 数	籾 比	収 量
	本/m ²	×100/m ²		kg/10a
ニシホマレ	94(306)	99(316)	105(0.87)	99(630)
ツクシホマレ	98(399)	100(335)	103(0.94)	101(673)
チクゴニシキ	93(359)	95(306)	100(0.77)	98(614)
南海97号	102(361)	97(308)	102(0.81)	100(623)
西海183号	92(277)	97(394)	105(1.00)	102(669)

注) () 内は実数を示す。

第4表 成苗疎植栽培による多収事例

(1987年, ツクシホマレ)

苗 質	植付本数	穂 数	穎 花 数	登熟歩合	千 粒 重	収 量	外観品質
	本/m ²	本/m ²	×100/m ²	%	g	kg/10a	
ポット成苗	30	420	377	85.0	23.5	764	2.0
稚苗(参)	100	418	290	93.0	24.5	630	1.0

注) ①外観品質は第2表の④に同じ。②ポット成苗は大木町農家水田、稚苗は場内水田。③ポット成苗の栽植密度は15.9株/m²、稚苗は21.0株/m²。④稲わら・麦わらは1983年から全量還元。⑤施肥法は窒素(kg/10a)で8.3+2.8+2.8+4.2(基肥+分けつ肥+穂肥I+穂肥II)。なお、基肥8.3kgの内訳は耕起時に硫酸2.1kgとIB化成2kg、荒代時に化成4.2kg。⑥移植時期は6月18日。

生育の向上が図られたためと推察される。真鍋ら⁵⁾は有機質資材施用及び耕起深度改善の効果を検討し、籾生産効率と単収の向上が可能であること、村山⁷⁾は深耕と堆肥を併用し、さらに早植えと水管理を組み合わせることによって800kg/10a 台の収量を得たことを報告している。

以上のことから、稲わら・麦わらの還元による地力増強や作土深の拡大を行うこと、穎花数の確保については栄養生長期間の生育量を確保しつつ、1茎当たり生育の向上と1穂穎花数の増加に重点をおいた栽培を行い生育を後期まで低下させないことが重要である。さらに、高い穎花数レベルで登熟を低下させないためには、根の機能を生育後期まで高く維持する必要がある。今後、筑後平坦肥よく地において700kg/10a台の収量を安定して得るためには、上記の改善技術の導入と地下部の透水性の付与が不可欠であると推察される。

引用文献

- 1) 真鍋尚義・松藤憲一・山田俊雄 (1977) : 暖地における稚苗移植水稻の生産力向上に及ぼす草型の効果. 日作九支報44, 19~22.
- 2) 真鍋尚義 (1982) : 生育前期, 分けつ期=生育診断のポイント (暖地), 農業技術体系, 作物編 2, イネ, 基本技術, 技231~技234.
- 3) 真鍋尚義 (1987) : 気象要素からみた北部九州平坦地水稻の単収水準の低迷要因と対策. 九農研49, 10~12.
- 4) 真鍋尚義・原田皓二・土居健一・須藤新一郎 (1989) : 北部九州平坦地麦跡移植水稻の低コスト安定生産のための疎植の効果. 福岡農総試研報 A-9, 17~22.
- 5) 真鍋尚義・佐藤寿子・神屋勇雄 (1989) : 北部九州平坦肥よく地麦跡移植水稻の生産力向上に対する有機質資材と耕起深度改善の効果. 福岡農総試研報 A-9, 23~26.
- 6) 棟方研・川崎勇・仮谷桂 (1967) : 気象および稲体要因からみた水稻生産力の定量的研究. 中国農試報告 A-14, 59~96.
- 7) 村山登 (1966) : 水稻の収量水準向上に関する一考察. 農業技術21, 101~106.
- 8) 津野幸人 (1967) : 水稻の登熟に関する諸問題について. 農業技術22, 133~136.
- 9) 和田学 (1973) : 暖地機械植稲作の問題点と改善方向. 農及園48, 925~930.
- 10) 和田学 (1984) : 暖地水稻の生育相とその制御に関する作物学的研究——とくに窒素吸収パターンとの関連において——. 日作紀53 (別1), 238~243.

Cultivation Techniques of Rice Plant to Improve Grain Production Efficiency on Medium-Late Maturing Cultivars in Chikugo Plains

DOI Ken-ich, Yasuyuki OHGA, Souichiro IMABAYASHI and Hisayosi MANABE

Summary

Yield level of rice has not been necessarily increasing in late years, and it is attributed to low grain production efficiency. From 1987 to 1989, the improvements of rice cultivation were investigated. Results obtained are as follows:

- (1) High spikelet number was obtained easily for panicle weight type as "SAIKAI 183".
- (2) In case of partial panicle weight type and panicle medium type, the yield by the use of seedling (140g per raising box) in which seedling rate is less than the young seedling (180g per raising box), was increased owing to the high spikelet number.
- (3) In fertile paddy field, grain production efficiency and the yield were increased by the top application to deeper soil layer.
- (4) In sparse planting, in which method planting density was 16 hills per m², large growth increment was obtained.
- (5) High water permeability, increase of soil fertility and deep tillage were inferred useful means in order to break through the stagnation of yield.

鉱害復旧田での被覆尿素による水稻の施肥改善

豊田正友・城丸裕次

(鉱害試験地)

鉱害復旧田では復旧工事により地力が低下し、水稻の生育不良による収量低下をまねく場合が多い。地力の低下を補うため、緩効性能の高い被覆尿素を基肥に併用した基肥重点の施肥法を検討した。

その結果、鉱害復旧田に緩効性である被覆尿素を併用する基肥重点施肥法を行った場合、窒素の過剰吸収は見られなかった。また、中間追肥や穂肥の2回目を省くことができるため省力的であった。

この施肥法は肥効が高く、窒素吸収量、乾物重ともに大きく、また施肥窒素の利用率及び玄米生産効率が、地力代替効果が大きいことが明らかになった。さらに、復旧田作土の可給態窒素の発現量を測定することにより被覆尿素の施肥量を決定することができた。

[Keywords: coal mine damage, coated urea fertilizer, method of fertilizer application]

緒言

福岡県には明治以前から炭坑が始まっており、大小300有余の鉱山が存在した。それらの鉱山の石炭採掘に伴う水田の地盤沈下面積は約10,000haに達した。このような水田を原形に戻すため、鉱害復旧工事が行われている。工事では表土扱いを行うが、肥沃度の低い下層土が作土に混入するのは避けられない。

また、地盤沈下による水没地では代替作土として水田の下層土やせき薄未耕土を使用するため地力が低下して、水稻の生育不良や収量の低下をまねく。この間、施肥効率を高めるため基肥を中心に数回に分けて増肥することになっている。しかし、鉱害地帯では兼業農家が多く、適切な肥培管理ができず生育、収量が著しく低下している。

そこで、著者らは水稻の生育、収量の改善策として、地力代替効果を高める緩効性能の高い被覆尿素を基肥に併用して地力の低下を補う基肥重点の施用法について検討し、実用的な成果を得たのでその概要を報告する。

試験方法

鉱害試験地内の1㎡の有底コンクリート枠に心土

(花こう岩質に由来する未耕土)を30cmの厚さに充填し、その上に第1表の表土に下層土を0, 20, 50, 100%の比率で混合した作土を15cm厚さ(180kg, 土壤水分約15%)に充填した(鉱害復旧3号A工法)。

施肥法及び施肥量を第2表に示した。対照区は慣行の施肥法を用い他は被覆尿素、無窒素を設けた。

なお、水稻-麦作を継続したが、稲わら、麦稈は還元しなかった。品種は黄金晴を供試し、1984~1988年の5カ年間、2反復で試験を実施した。

結果及び考察

1 作土の化学性

表土への下層土混入率が高い場合(50~100%)は施肥量を増加しても生育初期の作土中の無機態NH₄-Nはやや少なかったが、被覆尿素区も対照区と同様の傾向であった。しかし、中期以降は増加してきた(第3表)。また、土壤中の無機態NH₄-Nの変動と乾物重の増加傾向が一致した(第1図, 第3表)。

全炭素は稲株や麦稈残渣の影響で復旧後徐々に上昇したが、全窒素は稲わら等を還元しないことも影響して復旧時より低下~同程度であった(第3表)。可給態窒素については復旧後、一旦低下したが4~5年経過後、元に近い程度まで回復した。可給態窒

第1表 供試土壤の化学性

	pH (H ₂ O)	粘 度 %	シルト %	T-N %	T-C %	有効態 P ₂ O ₅ %	有効態 SiO ₂ %	交換性陽イオン(me)				CEC me
								Ca	Mg	K	Na	
表 土	6.8	42.4	32.1	0.25	2.89	49.0	70	16.1	3.9	0.33	0.71	23.1
下層土	7.6	40.6	35.9	0.06	0.34	3.5	47	12.6	4.3	0.13	0.60	18.1

注) 供試土壤は福岡県鞍手郡宮田町鶴田の水田土壤

第2表 試験区の構成と窒素施用量及び時期

区	下層土 混入率	基 肥		中間追肥		早期 穂 肥	実肥		施肥量の合計(kg/a)			
		全層施肥	1 追	2 追	穂肥		1	2	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
対 照 (慣行)	0%	0.6	—	0.2	—	0.1	0.2	0.1	—	1.2	0.6	1.0
	20	0.6	—	0.2	—	0.1	0.2	0.2	0.1	1.4	0.6	1.1
	50	0.6	—	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	1.7	0.6	1.2
	100	0.6	—	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	2.0	0.6	1.3
被 覆 尿 素	0	0.4	0.4	—	—	—	0.2	—	—	1.0	0.4	0.6
	20	0.4	0.6	—	—	—	0.2	—	—	1.2	0.4	0.6
	50	0.4	0.8	—	—	—	0.3	—	—	1.5	0.4	0.7
	100	0.4	1.1	—	—	—	0.3	—	—	1.8	0.4	0.7
肥 料 名		硫磷安	被覆尿 素(100日)	硫安	硫安	NK 2号	NK 2号	NK 2号	硫安			
施用期日(月/日)		6/20	6/20	6/30	7/8	7/30	8/4	8/11	9/1			

注) ①対照区と被覆尿素区の硫磷安は尿素入り硫加磷安 (16, 16, 16) を用いた。
 ②被覆尿素は140日タイプ (1984~1986年), 100日タイプ (1987~1988年) を用いた。なお表中の被覆尿素区の数字は100日タイプである。140日タイプは基肥の硫磷安を0.6kg/aとした。
 ③無窒素区は P₂O₅ と K₂O を0.6kg/a 基肥に施用した。

素や全窒素を向上させるには有機物の施用が必要であるが、鉾害地域では有機質資材が不足しているため、当面地力を代替できる施肥資材が必要と考えられる。

復旧現場では、復旧後全窒素や全炭素の作土中の含量が元の程度に回復しても、可給態窒素の発現量が少ないため、施肥が標準量で栽培されると窒素不足で水稻の生育、収量が劣る場合がみられる。この

ように全窒素と可給態窒素の変動が結びつかない。これらのことから、施肥の指標には可給態窒素を利用することが望ましいことが明らかになった。

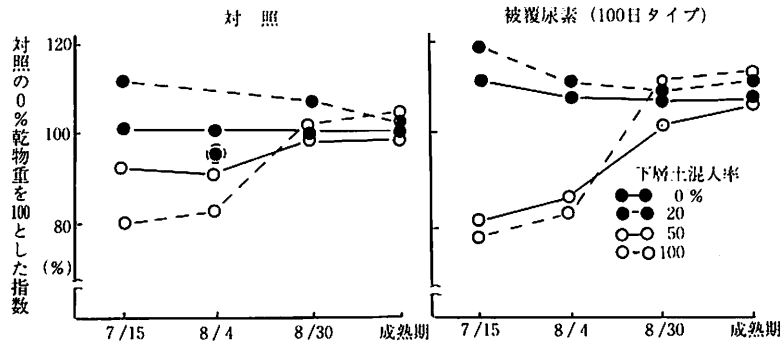
2 被覆尿素のタイプと肥効

140日タイプは溶出期間が長く、水稻の生育初期の窒素量が不足するため、基肥の速効性肥料の量を100日タイプに比べてN-0.2kg/a 多く施用したが、分けつが少なく収量がやや少なかった (第4表)。

第3表 作土の化学性

区	下層土 の 混入率	生土の NH ₄ -N (乾土mg/100g)				T-N (%)			T-C (%)			可給態-N (mg/100g)		
		7月/8日	7/15	8/4	8/30	1984年	1985	1988	1984	1985	1988	1986	1987	1988
対 照 (慣行)	0%	5.93	5.33	0.53	0.18	0.24	0.24	0.20	3.21	3.09	3.23	9.67	12.51	13.69
	20	5.31	5.09	0.60	0.19	0.21	0.22	0.18	2.64	2.60	2.93	7.57	10.22	11.81
	50	3.95	5.12	0.46	0.22	0.14	0.17	0.13	1.45	2.00	1.96	6.32	7.05	8.15
	100	1.57	3.29	0.36	0.19	0.07	0.08	0.07	0.45	0.75	0.93	1.63	1.31	2.14
被 覆 尿 素	0	5.47	5.27	0.70	0.21	0.25	0.24	0.20	3.14	3.17	3.35	11.07	13.14	14.93
	20	5.34	5.46	0.88	0.23	0.22	0.22	0.18	2.67	2.62	2.80	8.65	10.79	11.45
	50	5.27	4.52	0.79	0.21	0.17	0.17	0.14	1.72	2.00	2.08	6.15	7.11	8.04
	100	1.50	4.43	0.65	0.20	0.07	0.08	0.08	0.49	0.70	0.94	1.81	1.21	3.57
無窒素	0	2.09	1.74	0.42	0.20	0.23	0.24	0.19	3.13	3.15	2.95	9.34	13.35	13.60
	20	1.63	1.30	0.39	0.19	0.21	0.22	0.17	2.62	2.69	2.71	6.52	9.89	10.76
	50	1.12	0.98	0.35	0.15	0.17	0.16	0.13	1.87	2.07	1.88	4.50	6.09	7.35
	100	1.39	0.27	0.24	0.12	0.07	0.08	0.06	0.37	0.62	0.74	0.53	0.34	0.71

注) 生土の NH₄-N は1988年



第1図 乾物重の増加率の推移 (1987年)

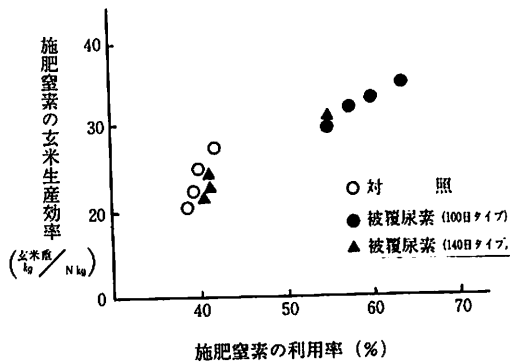
100日タイプは140日タイプや速効性肥料に比べて施肥窒素の利用率が20%前後高く、玄米生産効率も高く有効であった(第2図)。

3 施肥法と水稻の生育・収量

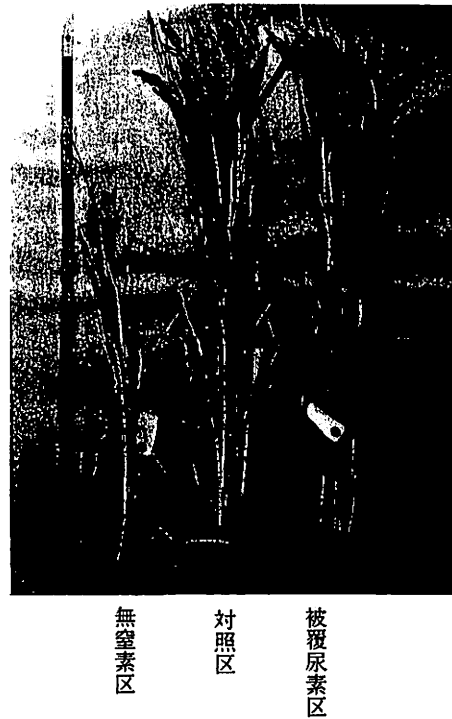
鉾害復旧田では地力が低い場合が多いので、水稻の生育・収量に影響がみられる^{1,2)}。このような圃場に被覆尿素を併用することにより施肥回数削減できるとともに、緩効性能が高いので乾物重や収量を高めることができた(第1図, 第4表)。被覆尿素区は対照区に比べて、窒素の吸収量が多いため葉色がやや濃く(データ省略)、乾物生産量は多いが地力の低い区では初期の乾物重の増加は緩やかで、幼穂形成期頃からは増加が著しく、秋まさり的な生育を示した(第1図)。被覆尿素区では対照区より速効性の窒素がN-0.2kg/a少ないが、有効茎歩合が高く、収量では対照区に比べて5~10%多かった(第3図, 第4表)。

4 被覆尿素を基肥に併用する場合の目安

下層土混入率に応じた施肥量の対標準収量指数が対照区で100%前後、被覆尿素区では105~110%であることからみて、可給態窒素の発現量に対応した妥当な施肥量と考えられる。したがって、鉾害復旧田で基肥に被覆尿素の100日タイプを併用する場合は、第5表に示すように圃場の可給態窒素の発現量を測定し、地力の低下程度(第3表)に応じて被覆尿素をN-0.2~0.8kg/aを併用し、基肥の速効性肥料を2~3割減肥する²⁾。



第2図 施肥窒素の利用率と玄米生産効率 (1985~1988年)



第3図 下層土混入率100%区的水稻

第4表 収量指数

区 (下層土の) 混入率	対標準精玄米重指数(%)		
	1986年	1987年	1988年
対照 0%	100 (59.4kg/a)	100 (66.3)	100 (65.1)
慣行 20	101	92	102
50	104	99	103
100	108	106	103
	(140日タイプ)	(100日タイプ)	
被覆 0	102	105	117
20	104	109	107
尿 50	103	105	110
素 100	123	108	105
無窒 0	56	55	65
素 20	48	50	65
50	40	34	44
100	24	19	25

注) 1984~1985年はデータ省略

第5表 施肥の目安

下層土の 混入率	基 化成	肥 被覆尿素 (100日タイプ)	穂肥 NK 化成	圃場の地力 目安とする 可給態窒素
%	kg/a	kg/a	kg/a	mg/100g
0	0.4	0.2	0.2	13
20	0.4	0.3	0.2	11
50	0.4	0.5~0.6	0.3	7
100	0.4	0.7~0.8	0.3	2

注) ①第三紀けつ岩質土壌の場合は被覆尿素有を2割程度減ずる。

②花こう岩質(特に砂質)の場合は葉色をみて穂肥を加減する。

③アルカリ土壌の場合は化成を少なく、被覆尿素有をや多くする。

引用文献

- 1) 佐野正人・長尾友春・田中昇一・園田満(1963) : 各種造田工法別の熟田過程の作物学的研究。福岡農試研報 1, 24~29.
- 2) 豊田正友(1990) : 鉱害復旧田に被覆尿素有を用いた水稻の施肥改善。農業と科学 2, 1~4.

Fertilizer Application Improvement Using Coated Urea Fertilizer on Planting of Rice Paddy Field on Restored Lands from Coal Mine Damage

TOYODA Masatomo and Yuji SIROMARU

Summary

Soil fertility of restored lands from coal mine damage is generally low, which brings about the poor growth and yield in rice plant. To improve the low yield of rice plant, a new method of fertilizer application using coated urea fertilizer as basal dressing was investigated. Since the coated fertilizer had high controlled release properties, rice plant didn't absorb excessive nitrogen. It was laborsaving that topdressing at vegetable stage or at ear formation stage was needless in this method of fertilizer application. In this method, amount of absorbed nitrogen by rice was high and dry weight of rice plant was heavy. Further it was confirmed that the recovery rate of applied nitrogen and the production efficiency of brown rice were higher than those by the single use of compound fertilizer. An amount of the applied coated urea fertilizer could be determine by measuring the developmental amount of inorganic nitrogen in the cultivated soil of the paddy field on restored lands from coal mine damage.

鉱害復旧田の地力増強法

第1報 心土が混入した作土の地力増強

北原郁文・井上恵子・中嶋靖之・庄籠徹也

(生産環境研究所化学部)

鉱害復旧田の減収防止対策として、心土混入した作土が稲、麦の収量に及ぼす影響並びに地力増強法について検討した。

標準施肥では、作付1~2年目は心土混入率が高いほど収量は低下したが、作付け年次を増すごとに増収し、心土混入率40%までは、作付3~4年目で心土混入が無いものと同等の収量になった。しかし、収量のばらつきは大きく、地力の回復は認められなかった。増肥すると、作付2年目から安定した増収傾向を示したが、陽イオン交換容量及び全炭素は増加せず、アンモニア化成量が減少して地力が低下する傾向が認められた。

稲わら、牛ふん堆肥を連用すると土壌は膨軟になり、心土混入率40%までは作付3~4年目から心土混入がないものと同等かそれ以上の収量を示した。特に、稲わらを連用すると土壌の物理性の改善効果が著しく、牛ふん堆肥を連用すると陽イオン交換容量及び全炭素の増加が著しく、地力は4~5年で回復した。

[Keywords: coal mine damage, fertility, cattle manure, topsoil mixed with subsoil]

緒 言

鉱害田の復旧は全体の約9割が作土扱い工事であり、規定の作土厚(15cm)を確保するため作土層の浅い圃場では心土を同時にはぎ取り作土とする場合が多い。したがって、復旧後の作土は地力が低下し、作物の生育後期に凋落がみられる。特に最近は工事作業機が大型化し、作土への心土混入率は高くなってきており、全体としては規制値(心土混入率20%)以下であっても、部分的には超えている恐れもあり、農作物に対する影響が懸念されている。これまで、肥培管理を主にした対策は研究されている^{4,5,6)}が、

地力増強に関する研究はない。そこで、心土が混入した作土が稲、麦の収量に及ぼす影響と地力増強法について検討したのでその概要を報告する。

試 験 方 法

1984~1988年まで、犬鳴川による河成堆積土地帯の鉱害水田土壌を用い、1/2000aワグネルポットの2連で、水稻(ニシホマレ)、小麦(チクシコムギ)を栽培した。

作土と心土の土性は共にCLで、心土が作土に混入する割合を、0, 20, 40, 60, 100%とし、心土混入に伴う減収の防止対策として、増肥(標準の5

第1表 試験区の構成

区	1	2	3	4	5	6	7	8	9・10	11	12	13	14	15	
心土混入率(%)	0	20	40	60	100	0	20	40	0	20	40	0	20	40	100
資 材	無 施 用								稲 わ ら		牛 ふ ん 堆 肥				
施 肥	標準施肥 (県施肥基準量)					標準施肥の 50%増			標準施肥 (県施肥基準量)						

第2表 供試土壌の化学性

項目	pH (H ₂ O)	EC <small>μS/cm</small>	T-N %	T-C %	CEC <small>me/100g</small>	交換性陽イオン(<small>me/100g</small>)				有効態 りん酸 <small>mg/100g</small>
						Ca	Mg	K	Na	
作 土	7.4	181	0.21	2.50	23.2	20.2	3.2	0.1	0.6	61.9
心 土	7.7	84	0.04	0.26	15.0	11.3	5.2	0.05	0.5	4.2

割増し)並びに稲わら又はおがくず入り牛ふん堆肥(水分65~71%, 全窒素0.36~0.43%)を施用した。稲わらは90g/ポット, おがくず入り牛ふん堆肥は200g/ポットを水稲作付前に毎年施用した。但し, 麦わら施用区は1984年の稲の成育初期に窒素飢餓がみられたので, 基肥を1985年は5割, 1986~1988年は3割増加した。試験区の構成を第1表に, 供試土壌の化学的性質を第2表に示した。

なお, 分析値のうち圧碎抵抗値は一軸圧縮試験器(丸井製作所製)に, その他はすべて常法³⁾によった。

結果及び考察

1 収量の経年変化

標準施肥では心土の混入率が高くなるにつれて収量は減少し, 収量のばらつきが大きくなった。しかし, 作付年次の経過とともに増収し, 心土混入率の40%までは稲・麦とも作付3~4年目で対照(標準施肥, 混入率0%)とほぼ同程度まで回復したが, 作付5年目は5%減収するなど生産性は不安定であった。

増肥すると稲, 麦とも増収したが, 稲における収量のばらつきが大きかった。

稲わら, 牛ふん堆肥を連用すると, 心土混入率40%までは作付3~4年目から対照区と同等かそれを上回る収量を示した(第3表)。

1984年の収量が全区とも多いのは, 土壌のアンモニア化成量も1984年度だけ多いことと, 復旧後初年目は窒素の発現がみられること⁶⁾を, 併せて考えると土をポットに充填した際の乾土効果によるものと考えられる。

2 土壌の物理性

稲5作後の跡地土壌の物理性は, 心土混入率が高くなるにつれ孔隙率は低くなり, 混入率40%以上でその傾向は顕著となった。透水係数は, 増肥しても標準施肥と大差ないが, 牛ふん堆肥, 麦わら施用で増加が著しかった(第4表)。このことより, 心土混入により排水が不良となった圃場には, 有機物の施用は特に効果が大きいと思われる。

なかでも稲わらを施用すると, 心土混入率が40%でも圧碎抵抗値が有機物を施用しないものよりも約1/4以下になるなど, 物理性の改善効果は高かった。但し, この場合稲わら施用量は10a当たり1.8t相当量なので, 稲わら, 麦わらを全量還元した場合の効果等, 実際の営農場面での有機物の施用量と心土混入土壌の物理性の改善効果については, 今後

第3表 精玄米重及び小麦子実重の経年変化

区	資材	施肥	心土混入率(%)	精玄米指数						小麦子実重指数							
				1984年	85年	86年	87年	88年	5ヵ年平均	C V	1984年	85年	86年	87年	88年	5ヵ年平均	C V
1 (対照)	無	標準	0	100 (97)	100 (48)	100 (57)	100 (50)	100 (51)	100 (61)	100 (30)	100 (33)	100 (45)	100 (55)	100 (34)	100 (54)	100 (44)	100 (21)
2	施	肥	20	88	96	96	102	95	95	5	97	87	89	98	93	93	5
3			40	72	97	99	99	95	92	11	87	70	89	98	93	87	11
4			60	71	95	96	97	90	90	11	79	67	87	93	78	81	11
5			100	40	47	81	74	68	62	26	70	43	73	74	69	66	18
6	用	増	0	94	121	120	132	126	119	11	120	109	109	121	98	111	8
7			20	80	119	113	115	105	106	13	114	90	98	110	95	101	9
8			40	77	120	109	121	108	107	15	115	84	89	101	90	96	12
9	稲	わ	0	95	106	116	115	105	107	7	110	103	100	105	100	104	4
10			20	84	100	121	120	107	106	13	103	89	89	102	93	95	6
11			40	73	94	98	103	113	96	14	100	83	91	97	86	91	7
12	牛	ふ	0	108	98	101	113	106	105	5	110	101	99	111	90	102	8
13			20	100	97	96	112	105	102	6	112	91	92	113	86	99	12
14			40	72	88	99	103	100	92	12	107	70	89	100	78	89	15
15			100	24	37	77	80	80	60	40	74	62	-	-	83	73	12

注) ()は実数g/m²

第4表 土壌の物理性

区	孔隙率	透水係数	圧砕抵抗
	%	cm/秒	kg/cm ²
1	52.5	5.8×10 ⁻⁶	26.4
2	51.5	3.1×10 ⁻⁶	32.8
3	48.8	2.9×10 ⁻⁶	34.8
4	48.1	1.5×10 ⁻⁶	34.7
5	48.0	7.7×10 ⁻⁷	34.2
6	52.6	4.7×10 ⁻⁶	18.3
7	49.1	7.2×10 ⁻⁶	32.4
8	49.7	1.2×10 ⁻⁶	33.3
9	62.1	4.6×10 ⁻⁴	6.9
10	62.3	2.3×10 ⁻⁴	3.5
11	60.5	6.9×10 ⁻⁵	5.2
12	56.4	3.7×10 ⁻⁵	16.7
13	57.3	3.8×10 ⁻⁵	13.7
14	55.0	3.8×10 ⁻⁵	20.9
15	52.5	3.6×10 ⁻⁶	24.7

注) 試料は1988年稲収穫跡地土壌

検討する必要がある。

3 土壌の化学性

稲跡地土壌の化学性のうち、全窒素、全炭素、アンモニア化成量、陽イオン交換容量（CEC）及び有効態りん酸は、心土混入率が高くなるにつれて減少した（第5表）。これは、心土が作土に混入したため地力が低下したためである。標準施肥では作付年次が経過しても、全窒素は増加せず、全炭素、CEC、アンモニア化成量は微増、有効態りん酸はわずかに減少した。したがって、標準施肥では、収量は復旧後3～4年で回復するが、地力は依然として低下したままであることが明らかとなった。また、生産性が不安定なのは低下したままの地力が一因と思われる。

増肥の場合でも全窒素は増加せず、全炭素、CECは微増、有効態りん酸はわずかに減少したが、いずれも標準施肥と大差なかった。したがって、増肥しても低下した地力は依然として低いままであることが認められた。また、アンモニア化成量は作付年次が経過するにつれ標準施肥で微増したが、増肥するとわずかに減少し、心土混入率が高くなるにつれて標準施肥との差が大きくなった。これは増肥により窒素吸収率が大きくなる（データ略）ので、相対的に心土混入率が高いほど地力の消耗が著しい

第5表 土壌の化学性の経年変化

区	T-N (%)			T-C (%)			CEC (me/100g)			NH ₄ -N 化成量 (mg/100g)			有効態りん酸 (mg/100g)		
	1984年	86年	88年	1984年	86年	88年	1984年	86年	88年	1984年	86年	88年	1984年	86年	88年
1	0.22	0.20	0.21	2.5	2.7	2.7	22.8	21.0	23.9	10.6	6.3	6.4	61.9	62.7	53.1
2	0.18	0.17	0.19	2.0	2.4	2.4	22.3	20.7	22.7	7.7	5.5	5.7	54.6	46.2	43.1
3	0.14	0.14	0.17	1.6	1.9	2.0	21.0	18.6	20.5	5.7	5.1	5.1	33.6	39.6	31.0
4	0.12	0.12	0.11	1.3	1.5	1.5	20.4	17.4	19.0	5.8	3.5	4.1	30.6	34.9	21.5
5	0.04	0.05	0.05	0.3	0.5	0.6	14.0	13.4	15.0	1.0	1.2	1.6	4.2	6.2	5.7
6	0.22	0.20	0.23	2.5	2.8	2.7	22.3	21.0	24.1	9.5	6.2	6.0	56.1	67.9	54.3
7	0.19	0.18	0.19	2.0	2.4	2.3	21.6	20.6	22.7	7.6	5.5	5.0	48.1	46.1	47.6
8	0.14	0.16	0.16	1.5	1.9	1.9	20.6	19.3	21.0	6.3	4.1	3.8	41.7	37.8	33.8
9	0.23	0.23	0.26	2.5	3.0	3.1	22.0	22.4	25.2	11.8	7.8	9.5	46.6	42.3	44.8
10	0.20	0.20	0.22	2.1	2.6	2.6	21.6	20.4	23.4	10.7	5.7	7.7	31.2	27.0	32.0
11	0.15	0.17	0.20	1.6	2.2	2.3	21.0	19.9	21.8	6.5	6.5	6.7	34.6	20.5	20.3
12	0.24	0.24	0.27	2.9	3.4	3.6	24.4	22.0	24.9	10.3	8.2	11.5	43.7	57.7	66.0
13	0.21	0.18	0.22	2.4	2.8	3.2	23.4	19.9	24.1	9.4	7.0	8.8	39.9	43.5	42.4
14	0.17	0.17	0.22	2.1	2.4	2.9	22.3	19.5	22.8	7.8	5.9	9.0	30.1	34.1	36.7
15	0.17	0.09	0.12	0.6	1.1	1.5	16.5	14.7	17.3	1.1	3.6	6.0	2.0	4.1	8.5

ことによるものと推察される。したがって、5割増肥により増収しても、地力は僅かずつではあるが低下しているといえよう。また、これは鉍害復旧田において、省令補償基準により増肥すると、作付4～5年目から稲の育成、収量が低下する¹⁾ことと一致している。このことは、単に増肥のみでは心土混入に伴う減収防止策とはなりにくく、肥料のみで減収防止を考えるならば、分施や緩効性肥料の施用等施肥方法を改善する必要があることを示唆している。

稲わらまたは牛ふん堆肥を連用すると、全窒素、全炭素、CEC及びアンモニア化成量は作付年次が経過するにつれて増加し、心土混入率40%区の稲5作目では対照と同等もしくはそれ以上であった。有効態りん酸は対照以下であったが、作物の生育に必要量とされる10mg以上の値²⁾であることと、作付年次が経過するにつれて蓄積傾向であることから、作物に対する影響は少ないと考えられる。

したがって、麦わらまたは牛ふん堆肥の連用により混入率40%までは、作付4～5年目で地力は回復できると考えられる。

以上のことより、鉍害復旧田において心土が作土に混入した場合、麦わらあるいは牛ふん堆肥を連用して地力を増強し、生育診断に応じて増肥することにより心土混入に伴う減収を防止できると考えられ

るが、現地圃場における営農面からの有機物の施用量については、今後検討する必要がある。

引用文献

- 1) 長尾友春・田中昇一・豊田正友・西木伸一・岩野勇雄 (1969) : 鉍害復旧田の施肥条件と収量の経年変化と熟田化の傾向. 九農研32, 77～79.
- 2) 農林水産省九州農政局 (1983) : 九州地域における塩基及びりん酸蓄積の実態と作物の養分吸収 (土壤保全特殊調査成績).
- 3) 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.
- 4) 佐野正人・長尾友春・田中昇一・園田 満 (1963) : 各種造田工法別の熟田化過程の作物学的研究 I -特に2号・4号工法田の熟田化過程について-. 福岡農試研報1, 24～29.
- 5) 下川博道・阿部和雄 (1964) : 水田における下層土の耕土化に関する研究 第1報 大型機械化裏作実験農場における黄褐色下層土の理化学的性質と作物生育について. 福岡農試研報2, 36～41.
- 6) 豊田正友 (1990) : 鉍害復旧田に被覆尿素を用いた水稻の施肥改善. 農業と科学2, 1～4.

Increasing the Fertility of the Restored Paddy Field from Coal Mind Damage

1) Increasing the Fertility of the Topsoil Mixed with Subsoil

KITAHARA Ikufumi, Keiko INOUE, Yasuyuki NAKASIMA and Tetuya SHOUGOMORI

Summary

To prevent the lowering of yields in the restored paddy field from the Coal Mind Damage, the influence of mixing topsoil with subsoil on crop yield and the methods of the increase of the Fertility were investigated.

The results obtained were as follows,

- (1) By normal Fertilizing, the yields were low with increase of the rate of subsoil-mixing to topsoil during 1～2 years after restoring from the Coal Mind Damage. Yields obtained by the soil that consisted of 40% of subsoil and 60% of topsoil were increased year and year, and became equal to yields of non-mixed soil after 3～4 years from restoration.
- (2) By heavy fertilizing, high yields was obtained constantly after 2 years from restoration. But fertility seemed to become lowering because CEC and T-C were not increased and ammonification was decreased.
- (3) Soil structure was much improved with successive application of rice straw and fertility was improved with increasing of CEC and T-C by application of cattle manure. The yield obtained by the topsoil mixed with less than 40% of the subsoil became equal to or over the yield of non-mixed-soil after 3～4 years from restoration.

重粘土圃場整備水田土壌の理化学性の経年変化

中村 駿・馬場紀子・下川博通*

(生産環境研究所化学部)

筑後クリーク地帯の重粘土圃場整備水田において、整備後の土壌理化学性の経年変化を明らかにするため土壌の透水性、地耐力などの物理性及び作土の化学性を経年的に調査し、次の結果を得た。

1 物理性：深さ20cm付近の土層の透水係数は、圃場整備前の $10^{-5.5}$ cm/secから整備直後に 10^{-7} まで低下した。しかし、その後の回復の速度は遅く、6年経過後も 10^{-6} 程度であり、整備前の水準までには回復しなかった。また、土壌硬度の変化は、同一圃場内でもクリーク埋立て跡と一般整備田（クリーク埋立て跡以外の場所）では異なり、クリーク跡においては、整備直後の軟弱な土層は次第に硬化し、地耐力も整備前の水準近くまで回復した。しかし、一般整備田の場合は、整備により一旦、硬化した土層の回復軟化は極めて困難で、6年後においても硬い状態のままであった。

2 作土の化学性：作土の全炭素と土壌窒素供給量の目安となるアンモニア化量は整備直後、大幅に減少したが、経年的に増加し、5～6年後には整備前の水準近くまで回復した。しかし、有効りん酸濃度は低下後における回復速度が全炭素やアンモニア化量よりも緩慢であった。

[Keywords : Chikugo Region, heavy soil paddy field after land improvement, change of soil properties]

緒 言

福岡県南部に広がる筑後川下流域は三角洲性の低地で傾斜が極めて緩く、縦横にクリークが発達し、農業生産力の高い肥沃な地帯を形成している。この地域の圃場整備は水田面積の10～20%を占めるクリークを統廃合しながら進められ、1989年現在の実施面積は7,600ha（実施率59%）の進捗状況である。

しかしながら、土性が重粘質であるため、整備後における極度の土壌透水性の悪化やクリーク埋立て跡の軟弱土層による地耐力の低下などの諸問題も抱えている。

そこで、当地域における圃場整備水田の土壌管理対策に資するため、整備後の水田土壌の理化学性を経年的に調査し、若干の知見を得たので報告する。

試 験 方 法

1 調査地域及び土壌条件

調査地域：三潞郡大木町吉祥 大莞地区
土壌条件、土性：河海成堆積、細粒灰色低地土・灰色系、LiC/LiC~HC

2 整備圃場の概要

1980年施工、表土扱いなし、一筆面積30a、用排水分離、1986年まで本暗渠未施工
調査圃場の栽培作物：水稻-小麦または水稻-休閑

3 調査点数及び調査内容

調査点数：クリーク埋立て跡、及び一般整備田（クリーク埋立て跡以外の場所）の各2圃場の計4圃場

調査内容：毎年同一地点の水稻跡地において、深さ20cm付近の土壌の物理性、深さ40cmまでの地耐力及び作土の肥沃性について経年的に調査した。

結果及び考察

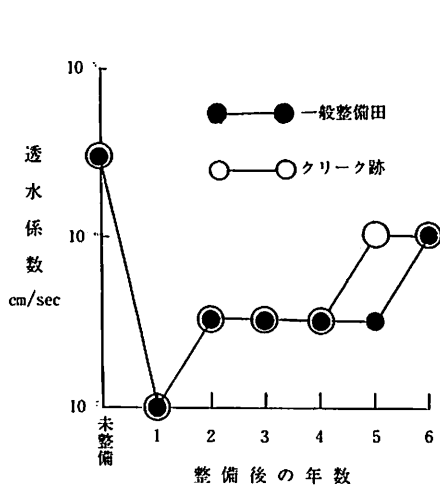
1 土壌の物理性

調査圃場は筑後川下流域クリーク地帯の水田で、1980年着工の整備田である。

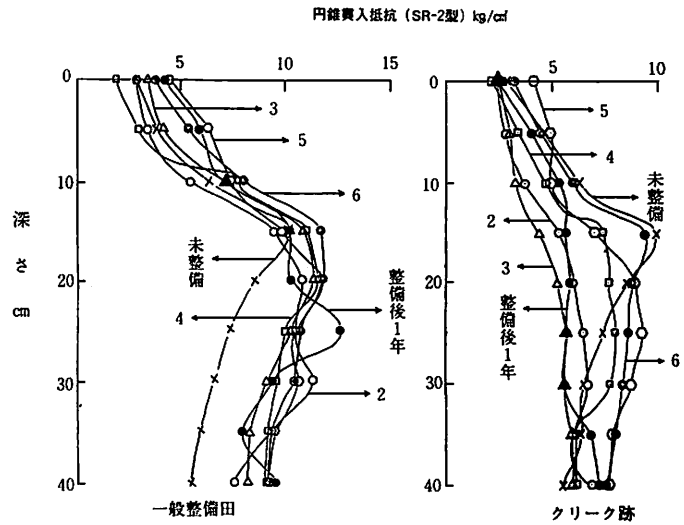
土性は細粒質から微粒質の重粘質土壌であるため元来、透水性は良好ではないが、圃場整備後はさらに悪化した。第1図は整備後に低下した透水性の回復過程を示したものである。クリーク埋立て跡及び一般整備田とも一旦、悪化した透水性の回復は極めて緩慢であった。

即ち、深さ約20～25cm（ギチ土層を除いて概ね最小透水係数の土層に相当する）付近の土層の透水係数は、整備前のオーダ平均で $10^{-5.5}$ (10^{-5} ～ 10^{-6}) cm/secであったが、整備後は 10^{-7} オーダと、ほぼ不透水層に近い状態まで低下した。その後の回復過程は1～2年後に $10^{-6.5}$ (10^{-6} ～ 10^{-7})、6年後には 10^{-6} へと多少向上したが、整備前の水準には達し

*元生産環境研究所



第1図 透水係数の経年変化(深さ20~25cm)



第2図 円錐貫入抵抗の経年変化

なかった。このような、圃場整備後における透水性の低下は、重機械による転圧や、ねり返しによる土層の構造破壊や緻密化に起因するものと考えられる。

第2図は円錐貫入抵抗の経年変化である。これによると、一般整備田では、整備後に円錐貫入抵抗値(コーン指数)が大きく増加し、土壌の緻密化(土壌硬化)が著しいことを示している。この傾向を深さ20cm付近のコーン指数でみると、整備前の8.5kg/cm²から整備1年後には10.2kg/cm²に増加し、6年経過後も土壌硬度はほとんど低下しないばかりか、僅かに増加の傾向さえみられる。一方、腐植質火山灰土のように圃場整備により硬化した土層が自然に軟化

し³⁾、整備前の水準まで回復する場合もみうけられるが、鈳質土の灰色低地土については、多くの場合一旦、硬化した土層の自然軟化は困難な場合が多い。

これに対して、クリーク埋立て跡の土層は極めて軟弱で、地耐力の低下が目立つが、これは旧クリークの埋立て用土として、新設クリークの掘削土を使用することに起因している。つまり、標高2~4mの海岸平野であるクリーク地帯の下層には深さ100~120cmを下限として、水分及び粘土含量の高い「ギチ土層」があり(第1表)、さらに、その下層には水分過多で泥状の還元層が存在するが²⁾、このような高水分で軟弱な土壌を乾燥不十分のまま、埋立て

第1表 圃場整備前後の土壌の物理性とその経年変化

圃場別	整備後年数	層位名	深さ cm	土性 (国際法)	現地含水比	容積重 g	孔隙率 %	三相分布			透水係数 cm/sec
								気相 %	液相 %	固相 %	
一般整備田	整備前	作土	0~9	LiC	40.8	119.4	54.9	2.6	52.3	45.1	—
		すき床	9~14	〃	41.9	120.0	54.7	4.4	50.3	45.3	10 ^{-5.1}
		中間	14~26	〃	36.4	130.0	50.8	3.4	47.4	49.2	10 ^{-5.5}
		暗色 ギチ土	26~35 30~(70)	HC 〃	40.3 71.5	123.1 88.7	53.5 66.5	3.9 3.1	49.6 63.4	46.5 33.5	10 ^{-5.3} 10 ^{-6.2}
同上	1年後	中間	20	LiC	39.0	128.4	51.5	1.4	50.1	48.5	10 ^{-7.0}
	6年後	〃	〃	〃	38.7	121.8	54.0	6.9	47.1	46.0	10 ^{-6.0}
クリーク跡	1年後	中間	20	LiC	52.9	104.4	60.6	5.4	55.2	39.4	10 ^{-7.0}
	6年後	〃	〃	〃	41.6	120.9	54.4	4.1	50.3	45.6	10 ^{-6.0}

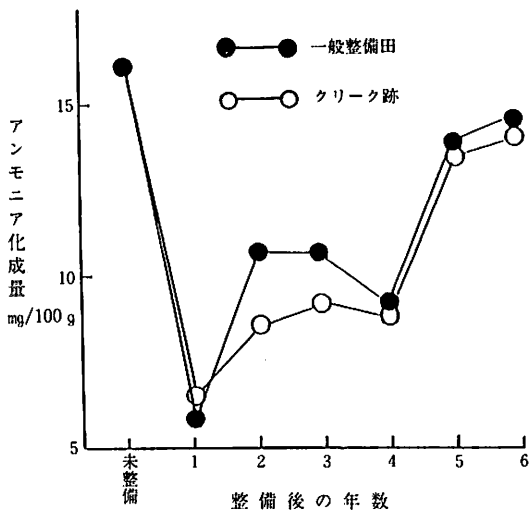
注) ①数値は各圃場別に2~4地点の平均値。

②粗孔隙、三相分布の平均値は現地含水比、容積重の平均値より算出した。

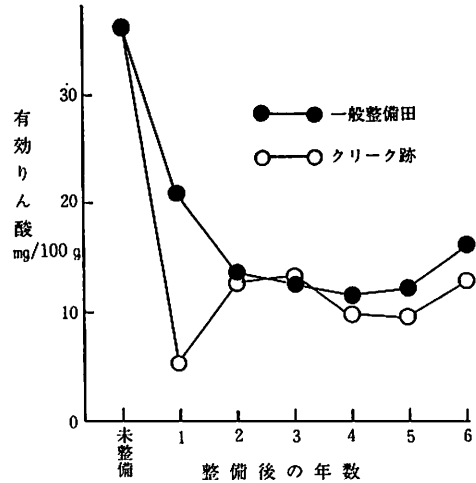
るためである。以上のように、軟弱なクレーク埋立て跡の土層も、経年的に硬化の傾向をたどり、5～6年後には整備前の土壌硬度の水準近くまで回復した。しかしながら、この過程で土層中の高水分の土壌は、脱水・収縮して土層沈下を起し、埋設した暗渠管を屈曲させて排水機能を著しく低下させる。このため、整備圃場の中にクレークの埋立て跡がある場合は、土壌硬度が回復し、土層が落ち着いた後に暗渠の施工を行う必要がある。

2 作土の化学性

整備1年後の作土の全炭素量は、圃場整備時に地力の低い下層土が混入したため、約1%程度低下した。第2表に調査地区における整備前後の水田土壌の化学性を示した。整備前では、作土の全炭素量の水準に比較して、すき床層以下の土層の全炭素量は極めて低水準であった。



第3図 アンモニア化成量の経年変化



第4図 有効りん酸濃度の経年変化

このため、整備前の作土の全炭素量2.85%に対して、整備1年後は2%以下に急減し、その後は稲わらなど有機物の施用により増加傾向が認められたが、全炭素含量の低い下層土が多く混入したクレーク跡の場合は増加が緩慢であった。圃場整備6年後における全炭素量の水準は、一般整備田で2.64%、クレーク跡で2.43%であり、クレーク跡が多少低いものの、ほぼ整備前の水準近くまで回復した。

次に、水田土壌の窒素供給量の目安となる作土のアンモニア化成量の経年変化を第3図に示した。

全炭素と同様の傾向を示し、圃場整備後は下層土の混入により、整備前の1/3程度まで低下した。しかし、2～4年目で10mg/100g前後になり、さらに5～6年後には14mg程度まで増加し、整備前の16mgに近づいた。また、有効りん酸及び交換性加里の濃度も、整備後は各々10mg, 0.5me程度まで低下したが、有効りん酸については全炭素などに比べて回復傾

第2表 圃場整備前後の土壌の化学性とその経年変化

圃場別	整備後年数	層位名	深さ (cm)	土性 (国際法)	pH (H ₂ O)	全炭素 (%)	NH ₄ -N 化成量		交換性		塩基飽和度 (%)	有効りん酸 (mg)	
							mg	me	Ca	Mg			
一般整備前田		作土	0～9	LiC	5.5	2.85	16.2	3.0	13.2	3.0	0.67	72	36.2
		すき床	9～14	〃	5.7	1.89	7.7	3.7	17.2	3.7	0.20	82	38.9
		中間	14～26	〃	6.3	0.52	0.9	4.8	18.5	4.8	0.16	100	3.9
		暗色	26～35	HC	6.5	0.59	1.2	4.3	21.5	4.3	0.16	100	0.5
		ギチ土	35～(70)	〃	6.5	0.35	0.3	27.9	9.4	0.31	99	tr	
同上	1年後	作土	0～9	LiC	5.5	1.64	5.8	4.4	14.6	4.4	0.54	89	20.8
	6年後	〃	〃	〃	5.2	2.64	14.6	3.4	9.9	3.4	0.52	56	16.2
クレーク跡	1年後	作土	0～9	LiC	4.8	1.92	6.6	6.4	13.6	6.4	0.53	91	5.6
	6年後	〃	〃	〃	5.0	2.43	14.4	4.2	9.8	4.2	0.58	58	12.8

向が緩慢であった。

しかしながら、当調査地域の圃場では整備前の有効りん酸濃度が比較的高かったため、整備後の濃度水準は水田土壌の改良目標値の範囲内であった。(第2表, 第4図)。

3 重粘土圃場整備田の土壌管理

筑後クリーク地帯の重粘土水田は元来、透水性が良好ではないが、圃場整備後は一層悪化し、調査結果では一旦、低下した透水性の自然回復は困難であった。一方、水稻の良好な生育のための適性透水量は多収穫田の調査から10~20mm/日(蒸散量を10mmと仮定)としている¹⁾。

そのため、透水性が低下した圃場では暗渠を施工し、改善を図る必要がある。さらに、整備後は土層の硬化も顕著であるが、その回復軟化はほとんど期待できず、透水性悪化の一因となるため、弾丸付サブソイラなどによって心土破碎を行う必要がある。

これとは逆にクリーク埋立て跡の場合は土層が軟弱で、地耐力が極めて小さい。このような軟弱な土層が経年的に硬化して、安定化するには5~6年を要するため、クリーク埋立て跡が圃場内にある場合

は、土層の安定後に暗渠の施工を行う必要がある。

また、地力窒素も、圃場整備後は下層土の混入によって低下するが、その回復には5~6年を要する。

このため、稲わらや堆きゅう肥などを連年、継続施用し、地力の増強に努める必要がある。

さらに、圃場整備地区によっては、整備後の有効りん酸濃度が地力増進法による改良目標値(水田土壌では10mg以上)以下に低下する場合も考えられるが、この場合は、土壌診断の結果に基づいて増肥などの対策を講ずることが重要である。

引用文献

- 1) 五十崎恒一(1956): 適性浸透量について. 農土研24, 311.
- 2) 下川博通・松井正徳・久保田忠一・村上康則(1978): 筑後クリーク地帯における酸性硫酸塩土壌の分布とその改良対策について. 福岡県農試研報16, 10~11.
- 3) 三好洋・丹原一寛(1977): 土の物理性と土壌診断. 139~140.

Changes of Physical and Chemical Soil Properties of Consolidated Heavy Soil Paddy Field

NAKAMURA Hiroshi, Noriko BABA and Hiromichi SIMOKAWA

Summary

Changes of physical and chemical soil properties after consolidation were surveyed in the consolidated farm land of Chikugo heavy clay region for six years. The results were summarized as follows.

- (1) Physical properties of soil: The coefficient of water permeability at soil depth 20 cm decreased from $10^{-5.5}$ cm/sec before consolidation to 10^{-7} cm/sec just after consolidation. After six years, the coefficient of water permeability increased only slightly to 10^{-6} cm/sec but didn't improved to the level before consolidation. Soil hardness differed according to places in the consolidated farm land. The weak stratum in places reclaimed from Creeks became gradually hard as years passed and soil hardness approached to the level before consolidation. But the stratum other than the places reclaimed from Creeks became hard after consolidation and remained in the state for six years.
- (2) Chemical properties of topsoil: Total carbon and ammonification quantity of topsoil decreased sharply just after consolidation but after five or six years, they approached to the level before consolidation. The speed of recovery of available phosphoric acid concentration after consolidation was much slower than those of the total carbon and ammonification.

福岡県における土壌の実態と変化

第2報 水田土壌の理化学性の実態と経年変化

三井寿一・中嶋靖之・北原郁文

(生産環境研究所化学部)

福岡県下の水田の地力の実態と変化を把握するために、1979～1982年及びその5年後の1984～1987年に6土壌群、259地点の同一地点で土壌調査を行い、作土の理化学性について検討した。

地力の重要な指標である可給態窒素は各種土壌群で低下し、特に、県内水田土壌の80%を占める灰色低地土、グライ土で大幅に減少した。可給態窒素、全炭素、全窒素は相互に正の相関関係にあり、地力を増強するための有機物施用の重要性が推察された。

石灰飽和度、苦土飽和度が低下し、カリ飽和度が上昇する傾向が認められ、土壌群別では黒ボク土、灰色低地土でその傾向が強かった。

可給態りん酸含量はグライ土が最も少なく、黄色土が最も多く、経年的に増加する傾向がみられたが、畑土壌でみられる多量の蓄積ではなかった。

作土深はグライ土では比較的深い地点が多くなったが、灰色低地土では、浅い地点が多くなった。

[Keywords : paddy soil, chemical and physical properties, soil groups]

緒 言

農業従事者の減少や化学肥料偏重などの農業情勢の変化は作物の肥培管理、土壌管理などに少なからぬ影響を与えてきた。その結果、土壌環境の悪化が懸念され、有機物の施用が見直されるなど、土作りに対する関心が高まってきた。

土壌の生産力を向上させるためには、土壌の実態を明らかにし、適切な土壌管理を行う必要がある。

第1表 調査対象土壌及び調査地点数

土 壌 群	土 壌 統 群	地点数
黒ボク土	表層腐植質黒ボク土	5
多湿ボク土	表層腐植質多湿黒ボク土	5
黄色土	細粒黄色土	8
	礫質黄色土	10
褐色低地土	細粒褐色低地土	16
	中粗粒褐色低地土	13
	礫質褐色低地土	11
灰色低地土	細粒灰色低地土(灰色, 灰褐色)	36
	中粗粒灰色低地土(灰色, 灰褐色)	34
	礫質灰色低地土(灰色, 灰褐色)	47
グライ土	細粒グライ土, 強グライ土	53
	中粗粒グライ土, 強グライ土	21

本県では、1959～1974年に地力保全基本調査、1979～1982年に土壌環境基礎調査に基づく土壌調査(1巡目)を行い、土壌実態を明らかにしてきた^{1,2,3)}。さらに引続き1984～1987年に土壌環境基礎調査に基づく2巡目の調査を実施し、水田作土の理化学性についての結果を1巡目と比較してとりまとめたので報告する。

試 験 方 法

1 調査方法

県内水田の主要な土壌群を対象に調査ほ場を選定し、1979～1982年(1巡目)と1984～1987年(2巡目)に同一のほ場を調査した。各々のほ場の1巡目と2巡目の調査は5年間隔で実施した。土壌断面調査及び土壌化学性の分析は土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法にしたがった。

2 土壌の分類

土壌調査を行った土壌のうち、県内の主要な6土壌群、259地点について、土壌群別及び土性別に理化学性を検討した。ただし、黒ボク土と多湿黒ボク土は調査点数が少ないため黒ボク土として一括して検討した。

第1表に調査対象土壌と調査地点数を示した。

結果及び考察

1 土壤群別の化学性

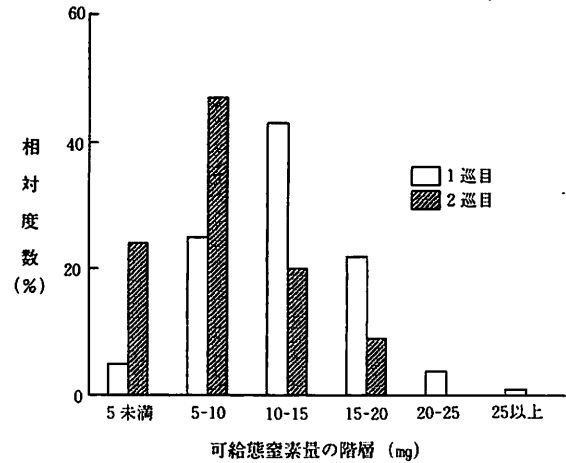
第2表に土壤群別に土壤の化学性について1巡目と2巡目の平均値及び平均値の差の検定結果を示した。

全炭素含量は黒ボク土が最も高く、次いで黄色土、グライ土、灰色低地土、褐色低地土の順であった。これを1巡目と2巡目で比較すると、褐色低地土を除くほとんどの土壤で2巡目でわずかに増加する傾向がみられたが、各土壤とも1巡目と2巡目の平均値に有意の差は認められなかった。

全炭素とともに地力の重要な指標である可給態窒素は各土壤とも2巡目で低下し、特に県内の主要水田土壤である灰色低地土、グライ土では約30%の減少を示した。特に灰色低地土においては、第1図に示すように、1巡目では70%以上の地点が10mg/100gを超えていたが、2巡目では10mg/100gを超えた地点の割合は30%未満となり、地力増進法に示された改善目標値(以後、改善目標値)8~20mg/100gを満たしていない地点が増加した。土壤環境基礎調査の全国的取りまとめ⁶⁾をみても、1巡目と2巡目を比べると全炭素含量はわずかに増加しているが、

可給態窒素は減少しており、地力窒素の低下は全国的傾向と思われる。全炭素含量が増加傾向であったにもかかわらず可給態窒素が減少したことは、近年、堆きゅう肥等分解の進んだ有機物の施用が減少し、相対的に稲わらの施用が増加したことなど、施用する有機物の質が関係していると考えられる。

2巡目の塩基飽和度は各土壤とも60~65%で、土壤群による差は小さかった。1巡目と2巡目を比較すると褐色低地土、グライ土は2巡目で低下したが、低下の原因は塩基含量の低下によるものではなく、



第1図 可給態窒素量の相対度数分布 (灰色低地土)

第2表 土壤群別水田作土の化学性及び作土深の変化

土壤群	巡別	pH (H ₂ O)	全炭素 (%)	可給態窒素		石灰飽和度 (%)	苦土飽和度 (%)	カリ飽和度 (%)	塩基飽和度 (%)	Mg/K	可給態りん酸 (mg/100g)	作土深 (cm)
				mg/100g	me/100g							
黒ボク土	1	6.0	4.43	11.7	25.1	61.4	9.1	2.8	73.3	3.8	21.9	13.0
	2	6.1	4.79	9.1	27.1	52.2	6.9	5.8	64.9	1.4	38.7	8.1
	有意差	NS	NS	NS	NS	NS	*	**	NS	NS	*	**
黄色土	1	5.9	2.56	11.3	16.4	48.0	9.2	2.9	60.1	3.9	24.3	12.2
	2	5.9	2.72	8.3	19.4	45.4	8.4	6.5	60.3	2.3	41.2	11.8
	有意差	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	NS	**	NS	NS
褐色低地土	1	6.1	1.92	13.2	14.7	54.5	10.9	3.6	69.0	4.1	25.7	12.8
	2	5.8	1.92	8.1	16.9	49.1	8.8	2.9	60.9	3.6	30.3	13.9
	有意差	NS	NS	NS	**	NS	**	NS	*	NS	*	NS
灰色低地土	1	6.0	2.15	12.3	14.5	51.5	10.0	2.8	64.3	4.5	27.9	12.3
	2	6.0	2.29	8.1	15.6	51.2	9.0	5.3	65.6	3.0	33.7	10.8
	有意差	NS	NS	*	*	NS	*	**	NS	**	NS	**
グライ土	1	6.1	2.16	10.2	14.9	55.5	13.7	3.6	72.7	5.6	16.1	12.4
	2	5.9	2.36	7.2	17.6	46.0	10.1	3.3	59.5	4.0	18.1	13.3
	有意差	*	NS	**	**	**	**	NS	**	**	NS	NS

注) **: 1%の危険率で有意 * : 5%の危険率で有意 NS: 有意差なし

陽イオン交換容量の増加によるものと考えられる。このうち石灰及び苦土飽和度は多くの土壌群で低下したが、カリ飽和度は増加した土壌群が多く、しかもそれらの土壌群の飽和度は比較的高水準の地点が多くなった。特に黒ボク土では交換性カリ含量及びカリ飽和度の増加が大きく、苦土/カリ比(Mg/K)が低下し、塩基バランスが悪化した。交換性カリの増加は資材や肥料の過剰施用によるところが大きい。わらの施用によって交換性カルシウム、マグネシウムが減少し、交換性カリが増加するとの報告^{4,5)}もあり、近年、稲わらの鋤込みが増加していることも関係していると推測される。

可給態りん酸含量は土壌群による差が大きく、2巡目ではグライ土は18mg/100gと最も少なく、黄色土は41mg/100gと最も多かった。地力保全基本調査を全国的に取りまとめた結果⁷⁾によると、黄色土、褐色低地土、灰色低地土では可給態りん酸含量10mg/100g以上の土壌の面積割合が高いが、グライ土では2~10mg/100gの面積割合が高く、全国的にも同様の傾向が認められている。1巡目と2巡目を比較すると、平均値に有意の差が認められたものは褐色低地土だけであったが、全体に増加の傾向がみられ、可給態りん酸が不足しがちな黒ボク土においても改善目標値(10mg/100g)未満の地点はみられなくなった。

2 土性別の化学性

第3表に土性別の土壌の化学性について1巡目と2巡目の平均値及び平均値の差の検定結果を示した。全炭素含量は細粒質土壌ではわずかに増加したが、中粗粒質土壌ではほとんど変化がなかった。

可給態窒素は細粒質土壌が中粗粒質土壌に比べて高かったが、両土壌とも1巡目に比べて2巡目で低下し、細粒質土壌においても30%の地点が改善目標

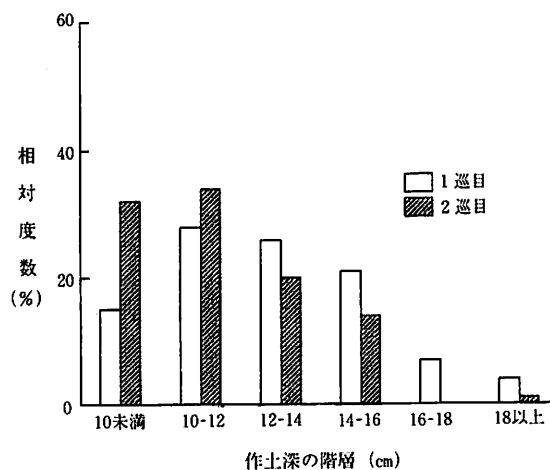
値(8mg/100g)未満であった。

第4表に可給態窒素と全炭素、全窒素との相関を示した。全炭素、全窒素ともに1%の危険率で正の相関が認められ、地力を増強するための有機物施用の重要性が推察される。しかし、前述したように全炭素の増加、可給態窒素の減少という傾向がみられたことから、施用する有機物の質を考慮し、完全した堆肥の施用をすすめる必要がある。

第4表 可給態窒素と全炭素及び全窒素との相関係数(細粒質土壌, 2巡目, n=114)

要因	可給態窒素	全炭素	全窒素
可給態窒素	—	0.532**	0.418**
全炭素	0.532**	—	0.802**
全窒素	0.418**	0.802**	—

注) **: 1%の危険率で有意

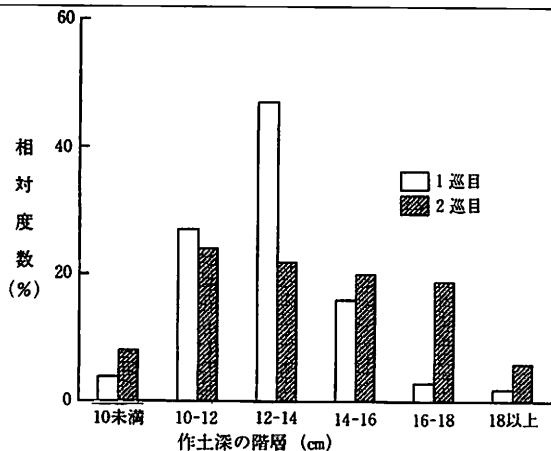


第2図 作土深の相対度数分布(灰色低地土)

第3表 土性別水田作土の化学性及び作土深の変化

土性	巡別	pH	全炭素	可給態窒素	CEC	石灰飽和度	苦土飽和度	カリ飽和度	塩基飽和度	Mg/K	可給態りん酸	作土深
細粒質	1	6.0	2.17	13.4	16.6	51.5	12.9	3.1	67.5	5.7	20.9	12.0
	2	5.8	2.38	10.1	18.7	45.6	10.3	3.5	59.4	4.3	24.4	12.2
	有意差	**	*	**	**	**	**	*	NS	**	**	NS
中粗粒質	1	6.0	2.07	11.8	13.3	53.5	10.7	3.5	67.8	4.2	23.3	13.1
	2	5.9	2.08	8.1	15.2	47.8	8.5	5.2	61.5	2.6	27.8	12.5
	有意差	NS	NS	**	**	NS	**	*	NS	**	NS	NS

注) **: 1%の危険率で有意 *: 5%の危険率で有意 NS: 有意差なし



第3図 作土深の相対度数分布(グライ土)

石灰飽和度及び苦土飽和度は細粒質土壤、中粗粒質土壤ともに2巡目で低下したが、カリ飽和度は増加する傾向がみられた。カリ飽和度は細粒質土壤よりも中粗粒質土壤で増加割合が大きかった。

可給態りん酸含量は土性による差は小さかったが、2巡目で増加する傾向が認められた。

3 作土深

第2表及び第3表に作土深の変化を示した。作土深の変化を全国的にみると浅耕化の傾向が指摘されているが⁸⁾、土壤群別にみると、本県では黒ボク土、灰色低地土でその傾向が強く、褐色低地土、グライ土では深くなった。第2図に灰色低地土における作土深の度数分布を示した。1巡目では14cm以上の地点が約30%であったが、2巡目では15%に減少し、改善目標値(15cm)未満の地点が増加した。しかし、第3図に示したようにグライ土は1巡目に14cm以上

の地点が約30%であったが、2巡目には45%に増加し、1巡目よりも深くなった土壤群も認められた。これらの土壤群の第2層のち密度(山中式)を2巡目でみると、黒ボク土が19.9mm、灰色低地土が20.4mmに対して、褐色低利土が19.2mm、グライ土が18.0mmとなっており、耕耘の難易も浅耕化の一因と考えられる。

引用文献

- 1) 福岡県立農業試験場(1978): 地力保全基本調査総合成績書(I)。
- 2) 神屋勇雄・藤田 彰・三井寿一(1984): 福岡県における水田土壤の物理的性質について。福岡農総試研報A-4, 77-82。
- 3) 三井寿一・神屋勇雄・白石嘉男・藤田 彰(1987): 県内水田土壤の化学性。福岡農総試研報A-6, 93-96。
- 4) 諸遊英行・長野間宏・神田健一(1981): 麦わら施用が水稻の育成と土壤中の化学変化に及ぼす影響(1)。農事試験場研究報告35, 179-205。
- 5) 高橋和夫・千葉 智(1979): 水田麦作と麦わらの鋤込。農業技術34, 447-450。
- 6) 農水省農蚕園芸局(1990): 平成元年度土壤保全対策事業全国会議資料
- 7) 吉池昭夫(1983): 農耕地における施用リン酸の蓄積について。土肥学会誌54, 255-261。
- 8) 吉池昭夫(1982): わが国耕地の地力の実態と変化・農業および園芸57, 110-116。

Soil Properties of Cultivated Land in Fukuoka Prefecture 2) Changes of Chemical and Physical Properties on Paddy Fields

MITSUI Hisakazu, Yasuyuki NAKASIMA and Ikufumi KITAHARA

Summary

Chemical and physical properties of soil on 259 paddy fields were investigated every five years. The paddy fields were sampled from five main soil groups in Fukuoka prefecture.

Formation of available nitrogen decreased considerably in Gray Lowland soil and Gley soil in five years. Available nitrogen was positively correlated with total carbon and with total nitrogen. The fact indicates that application of organic matters to soil plays an important role in soil management.

Calcium and magnesium saturation percentage decreased in general. And content of exchangeable potassium and potassium saturation percentage increased in five years, respectively.

Generally available phosphorus accumulated in five years but the accumulation was not so much as in upland soil.

Plowed depth became shallow in Gray lowland soil, while it became deep in Gley soil.

イネミズゾウムシ越冬成虫の本田侵入時期の推定

— 飛翔筋発達に要する有効積算温度を利用して —

嶽本弘之・山中正博

(生産環境研究所病害虫部)

本田におけるイネミズゾウムシ成虫密度及び予察灯の誘殺データにより越冬成虫の本田侵入盛期を推定し、飛翔筋発達に要する有効積算温度の本田侵入盛期推定への適用を試みた。

越冬成虫の本田における発生パターンは予察灯の誘殺パターンとよく一致したことから、予察灯の誘殺パターンに認められた3誘殺盛期は、それぞれが越冬成虫の本田への侵入盛期であると考えられた。予察灯の累積誘殺率と飛翔筋発達に要する有効積算温度との間には密接な関係が認められた。したがって、越冬成虫の本田への侵入は有効積算温度に依存的であると考えられた。そこで、3侵入盛期における有効積算温度を求めると、それぞれは年次間の変動は小さく一定していた。したがって、これらの有効積算温度は越冬成虫の発生時期の推定や予測に関して有効であると考えられた。

[Keywords : rice water weevil, rice plant, immigration time, heat unit, flight muscle]

緒 言

1983年に福岡県に侵入したイネミズゾウムシ, *Lissorhoptus oryzophilus* Kuschel, はほぼ全県下に分布を拡大し、本田初期重要害虫として定着している。本種は年1回の発生で、成虫態で越冬する。越冬成虫は衰退した飛翔筋が再生し、飛翔により水田へ移動する。本種の水田・越冬地間の移動には飛翔が主要な手段であり、その行動は飛翔筋の発達—衰退—再生の制御下にある^{5,7)}。越冬成虫の飛翔筋の発達は温度依存的であり^{3,6)}、飛翔筋発達に要する有効積算温度を利用した越冬成虫の本田侵入時期の予測は、東日本地域^{2,4,10)}及び中国地域⁸⁾でおこなわれ、その有効性が示唆されている。越冬成虫の本田侵入時期予測・推定は、発生予察・防除対策上重要であるが、九州地域においてはそのような試みはない。本研究では1987~1989年の3ヵ年の調査結果をもとに、越冬成虫の本田侵入時期の推定への飛翔筋発達に要する有効積算温度の適用を試みた。

調 査 方 法

1 本田における越冬成虫密度

1987年及び1988年は5月20日移植、1989年は4月20日及び5月19日移植水稻について、約7日間隔で100~300株を見取り調査した。なお、密度を正確に把握するために、水面下の成虫も調査対象とした。

1987年は本圃に、1988年及び1989年は3 m²のコンクリート框に移植し、本種に対しては無防除とし、施肥その他の管理は場内慣行に準じた。

2 予察灯への越冬成虫の誘殺状況

農総試場内に水田に隣接して設置した予察灯(60 W全艶消電球)への日毎の誘殺数を計数した。

3 有効積算温度の算出方法

松井³⁾が報告した、越冬成虫の50%の個体が直接飛翔筋を発達させるに必要な有効積算温度(以下、本文では有効積算温度と略す)は発育零点13.8℃で91日度、をもとに算出した。

農総試場内で観測した、毎正時の気温、日平均気温、日最高気温、日最低気温を用い、3月1日を起点として、以下の方法で算出した。①毎正時気温法：毎正時の気温、②平均気温法：日平均気温、③法橋の方法¹⁾：日最高気温・日最低気温、④三角法⁹⁾：日最高気温・日最低気温

結 果

1 本田における越冬成虫密度と予察灯誘殺消長との関係

3ヵ年の本田における越冬成虫密度推移と予察灯誘殺消長を第1図に示した。予察灯への誘殺は3ヵ年とも同様のパターンが認められた。すなわち、5月1~2半旬に初誘殺があり(1987年では認めず)、

次いで5月4～5半旬に最初の誘殺ピークを中心とした誘殺時期があり、最後に5月6半旬～6月1半旬を起点としたピークがあり、6月3半旬に終息する連続誘殺時期が認められた。このように予察灯への誘殺には3時期が認められたため、それぞれを誘殺開始期、第1誘殺盛期、第2誘殺盛期とした。また、予察灯への誘殺には夕方18時の気温が関与しており、1988年の初誘殺と最初の誘殺ピークを除くと、誘殺は18時の気温が20℃以上の場合に認められ、特にその条件が2～3日連続して満たされるときに、誘殺が多くなる傾向があった。

本田における越冬成虫密度の推移は予察灯の誘殺状況とよく一致した。4月20日移植水稻の場合、移植当初は低密度で推移したが、予察灯への初誘殺直後に最初の密度上昇が起こり、5月20日を中心とした第1誘殺盛期に、顕著な密度上昇が認められた。また、5月20日移植水稻の場合、3ヵ年も第1誘殺盛期の移植であったため、移植直後から成虫密度が高く、第2誘殺盛期にあたる移植15～20日後に密度最盛期となった。本田での越冬成虫密度の増加は時期的に予察灯への誘殺盛期と一致していたことから、3誘殺盛期は侵入開始時期、第1侵入盛期、第2侵入盛期と置き換えることができると考えられた。

2 予察灯誘殺と有効積算温度との関係

予察灯累積誘殺率と有効積算温度との関係を第2図に示した。縦軸は年次毎の累積誘殺率、横軸は毎正時の気温から算出した有効積算温度を示している。Morgan et al⁶⁾は粘着トラップの累積捕獲率と飛翔筋発達に要する有効積算温度との関係をロジスティック式を用いて表している。そこで、 $Y=100/[1+\exp(Ax+B)]$ において、最小二乗法により求めたところ、 $Y=100/[1+\exp(6.0439-0.0316X)]$ ($r^2=0.8662$) となった。また、三角法・平均気温法・法橋の方法で算出した有効積算温度についても同様にして求めたところ順に、

$$Y=100/[1+\exp(5.7341-0.0270X)] \quad (r^2=0.8808)$$

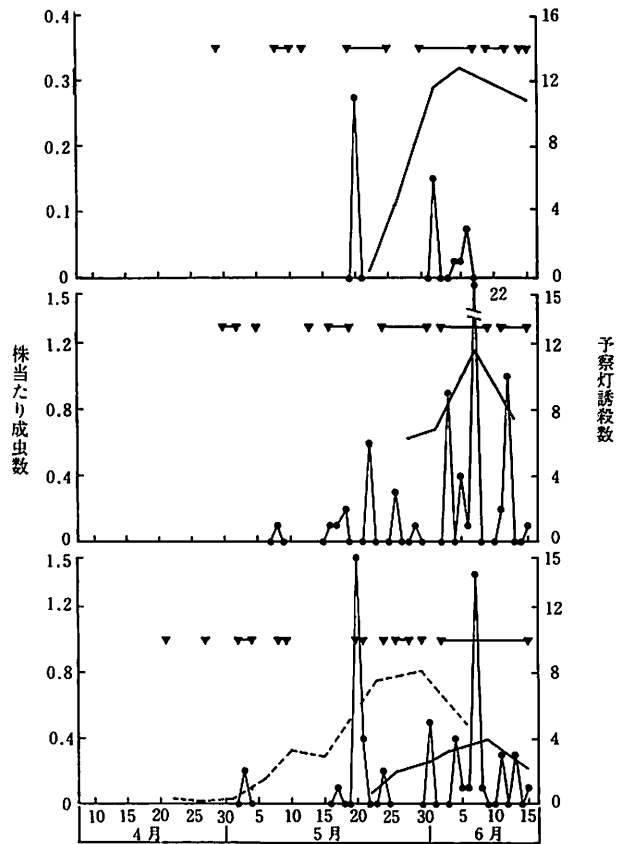
$$Y=100/[1+\exp(5.0958-0.0319X)] \quad (r^2=0.8463)$$

$$Y=100/[1+\exp(5.9803-0.0483X)] \quad (r^2=0.8525)$$

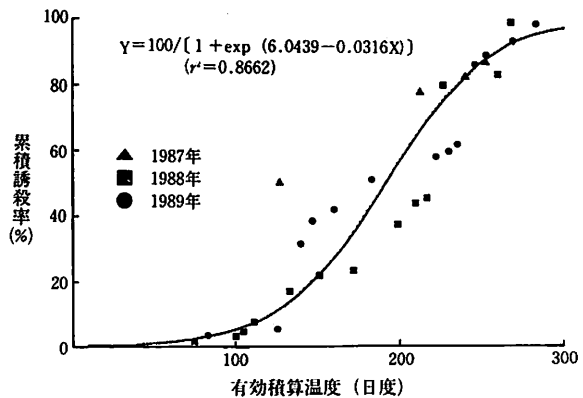
となり、いずれの方法でも累積誘殺率と有効積算温度との間に強い相関が認められ、予察灯への誘殺は有効積算温度に依存的な行動であると考えられた。

3 越冬成虫の侵入盛期と有効積算温度との関係

予察灯への誘殺は有効積算温度に依存的であることから、各誘殺盛期における有効積算温度を求め、それを越冬成虫の本田侵入盛期における有効積算温度とした(第1表)。ここで、侵入開始期の有効積



第1図 越冬成虫の予察灯誘殺状況と本田における越冬成虫密度との関係
(---:株当たり成虫数(4.20移植)、
—:株当たり成虫数(5.20移植)、
—●:予察灯誘殺数、▼18時の気温が20℃以上の日)



第2図 越冬成虫の予察灯累積誘殺率と有効積算温度との関係

算温度は初誘殺日における有効積算温度、第1侵入盛期の有効積算温度は最初の誘殺ピーク日における有効積算温度、第2誘殺盛期の有効積算温度は連続誘殺の起点日における有効積算温度で示している。例えば、法橋の方法における第1侵入盛期は82~95日度となり、それぞれの侵入盛期における有効積算温度は、いずれの算出方法でも、年次による変動は小さく一定していた。したがって、越冬成虫の侵入盛期は有効積算温度によって表すことができると考えられた。そこで、3ヵ年の各侵入盛期における有効積算温度の平均値と福岡管区気象台の気温の平年値から侵入盛期を推定すると、侵入開始期は5月10日前後、第1侵入盛期は5月22日前後、第2侵入盛期は6月3日前後に当たると推定された(第2表)。

考 察

松井³⁾及びMorgan et al⁶⁾は、イネミズゾウムシの越冬地での発生、あるいは越冬地からの移出は有効積算温度に依存的であると、報告している。今回の調査で越冬成虫の予察灯への累積誘殺率と有効積算温度との間に密接な関係が認められ、予察灯への誘殺状況と本田での越冬成虫密度の推移とよく一致することから、越冬成虫の本田への侵入も有効積算温度に依存的に起こっていると考えられた。したがって、越冬成虫の本田への侵入時期の推定、予測への有効積算温度の適用は有効であると考えられた。

発生予察・防除対策上重要な侵入時期は、早期水稲及び早植水稲での越冬成虫密度の顕著な増加をもたらす第1侵入盛期である。法橋の方法を例にとると、その時の有効積算温度は約90日度である。第1侵入盛期はその有効積算温度である90日度の達成状況により把握できると考えられる。ただし、松井³⁾が指摘しているように越冬成虫の飛翔には有効積算温度の他に夕方18時の20℃以上の気温が関与しており、本田への侵入盛期は夕方の気温の高低により、変動する可能性がある。したがって、有効積算温度の達成状況と夕方の気温を併用することにより、本田への侵入盛期の把握の精度を上げる必要がある。

福岡県下におけるイネミズゾウムシの発生実態を移植時期別にみると、早植水稲(5月中旬~6月上旬移植)において、発生が多く、普通期水稲での発生はほとんど認められない。これらは経験的に認識されていた現象であるが、予察灯への誘殺消長と有効積算温度から推定した、越冬成虫の本田への侵入時期により説明できる(第1図、第1表、第2表)。

第1表 越冬成虫の各侵入盛期における有効積算温度

	年 次			平均
	1987年	1988年	1989年	
侵入開始時期	—	5月8日	5月3日	
有効積算温度(日度)				
毎正時気温法	—	76	83	80
三角法	—	77	93	85
平均気温法	—	55	53	54
法橋の方法	—	46	62	54
第1侵入盛期	5月20日	5月22日	5月20日	
有効積算温度(日度)				
毎正時気温法	127	133	140	133
三角法	138	138	158	145
平均気温法	89	106	106	100
法橋の方法	86	82	95	88
第2侵入盛期	5月31日	6月3日	6月1日	
有効積算温度(日度)				
毎正時気温法	201	199	198	199
三角法	225	214	224	221
平均気温法	162	171	164	166
法橋の方法	130	122	137	130

第2表 有効積算温度より推定した越冬成虫侵入時期

侵入時期	三角法	平均気温法	法橋の方法
侵入開始期	5月10日	5月9日	5月11日
第1侵入盛期	5. 22	5. 21	5. 23
第2侵入盛期	6. 3	6. 2	6. 4

注) 福岡管区気象台の平年気温を使用

早植水稲では、第1侵入盛期~第2侵入盛期に移植するため、移植直後から越冬成虫の侵入があり、逆に普通期水稲では飛翔侵入が終息した後に移植されるからである。福岡県における早期水稲に関するデータの蓄積は少ないが、今回の調査だけから判断すると、成虫密度の顕著な増加は初誘殺後に認められることから(第1図)、歩行侵入よりも飛翔侵入が主体であり、侵入パターンは予察灯への誘殺消長と有効積算温度から説明できると考えられた。

今回の調査結果から、福岡県における越冬成虫の本田への侵入パターンは次のように推定される(有効積算温度は法橋の方法における値を示す)。

①4月下旬までは有効積算温度は低く経過し、本田への飛翔侵入はない。早期水稲では、低密度ながら歩行による侵入がある。②5月1~2半旬に有効積算温度が約55日度に達し、18時の気温が20℃以上の条件が満たされると、初誘殺が認められる。早期水稲では歩行から飛翔侵入へ移行し、密度の増加が認められる。③5月4~5半旬に有効積算温度が80

～90日度となり、18時の気温条件が満たされると、最初の誘殺ピークが認められる。早期水稲では密度が急激に増加し、5月中・下旬移植水稲では移植直後から成虫の侵入が認められる。④5月6半旬～6月1半旬以降は有効積算温度が130日度以上となり、18時の気温が連日20℃以上となるため、連続的に誘殺される。5月中・下旬移植水稲では密度ピークに達する。6月上旬移植水稲では移植直後から密度が増加し短期間に密度ピークに達する。⑤6月3半旬までに誘殺は終息する。普通期水稲では成虫の侵入はほとんど認められない。

以上のように、越冬成虫の本田への侵入はきわめて温度依存性が強く、侵入時期はほぼ温度だけで説明できることから、アメダスメッシュ気候図あるいはアメダス実況値に有効積算温度を適用した、侵入盛期の地帯区分あるいは全県的な侵入盛期の予測などへの応用の可能性も含んでいると考えられる。

引用文献

- 1) 法橋信彦 (1972) : ツマグロヨコバイの生活史と個体群動態に関する研究. 九州農試報告16, 283～382.
- 2) 小林荘一・北村泰三・松井正春 (1988) : イネミズゾウムシ越冬世代成虫の越冬地における発生時期の予測. 応動昆32(1), 13～19.
- 3) 松井正春 (1985) : イネミズゾウムシ越冬後成虫の飛翔筋の発達と飛翔活動における温度依存性. 応動昆29(1), 67～72.
- 4) 松井正春 (1986) : イネミズゾウムシの水田への飛来時期の予測. N A R C 研究速報 3, 51～55.
- 5) 松井正春・伊藤清光・岡田齊夫・岸本良一 (1983) : イネミズゾウムシ成虫の移動分散時期における飛翔筋および卵巣の発達状況. 応動昆27(3), 183～188.
- 6) Morgan, D.R., P.H. Slaymaker, J.F. Robinson and N.P. Tugwell (1984) : Rice water weevil (Coleoptera: Curculionidae) Indirect muscle development and spring emergence in response to temperature. Environ. Entomol. 13, 26-28.
- 7) Muda, A.R.B., N.P. Tugwell and M.B. Haizlip (1981) : Seasonal history and indirect flight muscle degeneration and regeneration in the rice water weevil. Environ. Entomol. 10, 685-690.
- 8) 那波邦彦・山口 懋・細谷 香・中沢啓一・梅田公治 (1989) : 広島県におけるイネミズゾウムシの生態と防除 第2報 越冬後成虫の本田への侵入と産卵. 広島農試報52, 19～26.
- 9) 坂神泰輔・是永龍二 (1981) : 有効積算温度の簡易な新算出法“三角法”について. 応動昆25(1), 52～54.
- 10) 武田光能・永田 徹 (1987) : イネミズゾウムシ越冬後成虫の本田侵入時期と飛翔筋の発達と有効積算温度との関係. 北日本病虫研報38, 85～89.

Forecasting of Immigration Time of Overwintered Adults of Rice Water Weevil (*Lissorhoptus oryzoophilus* Kuschel) into the Paddy Fields by Heat Unit for Flight Muscle Development

TAKEMOTO Hiroyuki and Masahiro YAMANAKA

Summary

Immigration peaks of overwintered adults of rice water weevil into the paddy fields were estimated from adult population density in the paddy fields and light trap data. Application of heat unit for flight muscle development to estimate immigration peaks of adults was also discussed.

Occurrence pattern of adults in the paddy fields well coincided with light trapping pattern. So, 3 peaks in light trapping pattern were considered as immigration peaks of adults into paddy fields. Since heat unit was closely related to accumulative percentage of adults captured to light trap, immigration activity of adults was considered to be dependent on heat unit. Heat units at 3 immigration peaks calculated by Hokyo's method were ca.55 degree-days, ca.90 degree-days and ca.130 degree-days, respectively, and the variations among years were small. It was considered that the heat unit values could be used for estimating and forecasting occurrence of overwintered adults.

非醸造用二条大麦ニシノチカラの生育特性と安定栽培法

松江勇次・原田皓二

(農産研究所育種部)

非醸造用二条大麦品種ニシノチカラの生育特性を明らかにし、良質安定栽培技術を確立するため、播種期、播種量及び施肥量が異なる場合の生育・収量・品質及び倒伏・収量関連形質について検討した。

ニシノチカラの生育特性は次のとおりである。①11月下旬播に対して、播種時期を10日早くすることにより、出穂期は5日、成熟期は3日早まった。②穂数の確保はカワミズキに比べて容易で、 m^2 当たり穂数は550~700本の場合に安定多収がえられる。③ニシノチカラは長稈にもかかわらず、稈の挫折重が大きく、倒伏指数が小さいことにより耐倒伏性が勝った。④ニシノチカラの精麦適性は晩播でやや劣る傾向がみられたものの、カワミズキに比べて、施肥法、播種量の相違による影響はみられず安定して搗精歩合が高く、精麦適性は優れていた。

良質安定栽培法のためには、次の点に留意する必要がある。①凍霜害に対する危険性を考慮した播種期の早限は11月15日頃、倒伏及び品質からみた播種適期は11月20日~30日である。②10a当たり適播種量は全耕ドリル播で11月中旬播は5kg、11月下旬は7kg、12月上旬播は10~11kg程度である。③第1回追肥量は10a当たり窒素成分でカワミズキの基準量(4kg)より1~2kg増肥する。

[Keywords: two-rowed barley, growth characteristics, cultivation method, NISHINOUCHIKARA]

緒 言

ニシノチカラはオオムギ縞萎縮病とうどんこ病に抵抗性を有する良質非醸造用二条大麦³⁾として1987年に福岡県の準奨励品種に採用された¹⁾。

本品種は栽培特性及び精麦適性が優れるため¹⁾、今後本県の食用及び飼料用に適する良質二条大麦として大いに生産拡大が期待される。

そこで本品種の耐倒伏性及び精麦適性からみた良質安定栽培技術を確立するために、農産研究所(筑紫野市吉木)において、播種期、播種量及び施肥量が異なる場合の生育、収量、品質及び倒伏、収量関連形質について検討し、ニシノチカラの生育特性と安定栽培法を明らかにした。

試 験 方 法

1 供試品種

ニシノチカラ, 比較品種としてカワミズキ, イシユクシラズを用いた。

2 試験実施場所及び試験年度

農産研究所(筑紫野市吉木), 第3水田(河成堆積中粗粒灰色低土SL/SL, 排水良)において, 1987~1988年播種年度で試験を行った。

3 試験の構成及び耕種概要

試験区の構成は第1表のとおりで、播種様式は畦

幅130cm, 条間30cm 4条播の畦立全耕ドリル播である。追肥時期は第1回追肥(分けつ肥)を主幹葉数4~5枚, 第2回追肥(穂肥)を幼穂長2~3mmの時期に実施した。試験規模は, 1区25 m^2 の2反復とした。

4 倒伏指数及び精麦適性調査法

倒伏指数は瀬古の方法²⁾により, 1区につき強勢茎20本の2反復で求めた。精麦適性は福岡食糧事務所に依頼し, 佐竹式電動パーラー(TM-05型)で搗精時間15分で行った。

第1表 試験区の構成

No.	播種期	供試品種名	施肥量(N成分kg/10a)	
			基肥+1追+2追	10a当たり播種量(kg)
1		ニシノチカラ		5
2	11月10日	〃	5+4+3	7
3		カワミズキ		5
4		ニシノチカラ	5+4+3	
5	11月25日	〃	5+5+3	7
6		〃	5+6+3	
7		カワミズキ	5+4+3	
8		ニシノチカラ		9
9	12月10日	〃		11
10		カワミズキ	5+4+0	9
11		〃		11

注) No. 1~10は1987, 1988年度2カ年, No.11は1988年度のみ実施。

結果及び考察

1 生育概況

1987年度は生育前半が高温、多照、寡雨であったことから、初期の莖数増加が例年になく旺盛で、穂数は多く確保された。登熟期初期の強風雨により倒伏が見られ、未熟粒がやや多く発生した。収量はやや多収であったが、品質はやや劣った。

1988年度は暖冬で茎立期が早かったため穂数は少なく、出穂・成熟期は平年に比べて早かった。登熟期は中頃でかなりの降雨があり、一部で枯熟れが発生した。収量、品質は1987年度と同様で、やや多収であったが、品質はやや劣った。

2 生育特性

(1) 播種期別の出穂・成熟期

ニシノチカラの11月下旬播に対して、播種期の早期化による出穂・成熟期の早まり方はカワミズキと同程度で、播種期を10日早くしたことによる出穂・成熟期の早まり方は出穂期で5日、成熟期で3日であった(第2表)。また、播種期を10日遅くすることによる出穂・成熟期の遅延程度はカワミズキよりやや大きかった。

(2) 穂数と収量

ニシノチカラの穂数と収量との関係を見ると、安定多収を得るための m^2 当たり穂数はカワミズキに比べて多かった(第1図)。倒伏を考慮した安定多収

第2表 播種期別の出穂・成熟期

品 種 名	播 種 期	出 穂 期	成 熟 期
	月 日	日	日
ニシノチカラ	11. 10	- 7	- 4
	11. 25	4月15日	5月27日
	12. 10	+ 3	+ 2
カワミズキ	11. 10	- 7	- 4
	11. 25	4月15日	5月26日
	12. 10	+ 2	+ 1

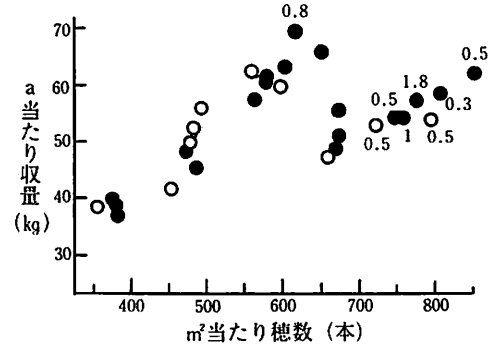
注) 出穂・成熟期は11月25日播を基準としてその差で示し、1987~1988年度2カ年の平均値。

第3表 稈の諸形質と倒伏指数(1989年, 11月25日播, 出穂後20日)

品 種 名	節間N4以上の長さ	モーメント	挫折重	倒伏指数
ニシノチカラ	103.8 cm	1007 g·cm	1552 g	64.9
カワミズキ	91.7	825	1270	65.0
イシュクシラズ	88.8	861	1215	70.9

注) ①挫折重は支点距離を5cmで測定。

②倒伏指数はモーメント/挫折重×100で求めた。



第1図 穂数と収量

図中の数字は倒伏程度(微1~甚5)を示す。但し、無記入は倒伏程度が無。

●:ニシノチカラ ○:カワミズキ

のための、 m^2 当たり穂数は550~700本程度と考えられた。

(3) 稈の諸形質と倒伏指数

作柄安定に強く影響を与える倒伏の関連形質では、ニシノチカラはカワミズキ、イシュクシラズに比べてN4以上の節間長が長く、モーメントは大きかったが、稈の挫折重が大きく、その結果、倒伏指数は小さかった(第3表)。ニシノチカラは長稈にもかかわらず、耐倒伏性がカワミズキと同程度の強である¹⁾ことの要因は、下位節間の稈の挫折重が大きいためである。

(4) 播種期, 播種量, 施肥法と精麦適性

播種期, 播種量, 施肥法とニシノチカラの精麦適性の関係は、カワミズキに比べていずれの処理区においても搗精歩合が高く、精麦適性は優れていた(第4表)。播種量, 施肥法の相違による精麦適性の良

第4表 播種期, 播種量, 施肥法と精麦加工適性(1988年度)

播種期	品 種 名	施肥法	播種量	搗精歩合	精麦適性
月 日		N成分kg/10a 基肥+1追+2追	kg/10a	%	
11. 10	ニシノチカラ		5	59.1	適
	カワミズキ	5+4+3	7	59.2	適
	カワミズキ		5	53.0	やや適
11. 25	ニシノチカラ	5+4+3		60.4	適
	カワミズキ	5+5+3		60.7	適
	カワミズキ	5+6+3	7	60.3	適
12. 10	ニシノチカラ	5+4+3		54.8	やや適
	ニシノチカラ		9	56.4	やや適
	カワミズキ	5+4+0	11	55.2	やや適
	カワミズキ		9	55.0	不適

第5表 播種期・播種量と生育・収量・品質

品 種 名	播種期	播種量	穂 数	倒伏 程度	千粒重	a 当たり 収 量	同左 比率	検査等級
ニシノチカラ	11.10	5	694	0.2	43.1 ^g	61.8	110	1 中
		7	736	0.7	41.8	66.0	117	1 中～1 下
		5	679	0.3	40.2	58.4	104	2 下～規格外
ニシノチカラ カワミズキ	11.25	7	658	0.3	43.5	56.2	100	1 上～1 中
		7	606	0.3	40.4	52.8	94	1 中～1 下
ニシノチカラ カワミズキ	12.10	9	524	0	46.4	43.9	78	1 上
		11	527	0	46.3	49.8	89	1 上～1 中
		9	508	0	44.5	43.2	77	1 中
		11	554	0	43.8	45.5	81	1 中

注) ①施肥量 (N成分kg/10a) : 5 + 4 + 3。②倒伏程度: 無0, 微1, 少2, 中3, 多4, 甚5で示す。

③供試年度: 1987, 1988年の2カ年平均値。但し, カワミズキの播種量11kg区は1988年のデータを基にして2カ年平均値を作成した。④同左比率: ニシノチカラの11月25日播を基準100にして示した。

否への影響はみられず安定していたが, 播種期の早晚による影響が認められ, 晩播で精麦適性がカワミズキと同様にやや劣る傾向がみられた。ニシノチカラの搗精歩合が高いのは千粒重が重い¹⁾ためと考えられる。

3 良質安定生産のための栽培法

(1) 播種時期と播種量

播種期別に播種量を検討すると, 早播 (11月10日) では標準・晩播 (11月25日, 12月10日) に比べて10a 当たり7kg播種量の密播区は多収を示したが, 倒伏程度は大きく, 千粒重は軽く, 外観品質の低下が認められた (第5表)。このことから早播における密播は穂数増加による多収の可能性は大きい, 良質安定栽培の面から, 播種量10a 当たり5kg程度のうす播の方が好ましいと示唆された。晩播では早・標準播に比べて, 穂数の減少により減収したが, 穂数, 粒数の確保しやすい密播区 (11kg) の方が品質

の低下がなく減収程度も小さかった。

秋播性程度Iの品種は11月8日播で寒害を受ける危険性が高いと指摘されていることから, 秋播性程度はIであるニシノチカラ³⁾の早播の早限は凍霜害を受ける危険性を考慮すると11月15日頃と考えられる。

(2) 施肥法

追肥の量を標準播で検討すると, 第1回追肥の増量した区はいずれも千粒重は軽くなったが, 穂数, m² 当たり精麦粒数の増加により, 品質の低下がなく2~7%の増収効果を示し, 特に窒素成分10a 当たり2kg増量区が多収を示した (第6表)。しかし, 10a 当たり2kg増量区では倒伏程度が大きくなっていることから, 平坦肥沃地では安定栽培の面から第1回目の追肥量は10a 当たり1kg増加が適当であると考えられる。

以上のことから, ニシノチカラ良質安定生産のた

第6表 施肥法と生育・収量・品質

品 種 名	施 肥 法	穂 数	m ² 当たり 精麦粒数	倒伏 程度	千粒重	a 当たり 収 量	同左 比率	検査等級
ニシノチカラ	N成分kg/10a 基肥+1追+2追 5+4+3	658	174	0.3	43.5	56.2	100	1 上～1 中
	5+5+3	669	179	0.5	42.7	57.6	102	1 上～1 中
	5+6+3	691	186	0.9	42.9	60.2	107	1 中
カワミズキ	5+4+3	606	175	0.3	40.4	52.8	94	1 中～1 下

注) ①供試年度: 1987, 1988年の2カ年平均値。②播種期: 11月25日。③播種量: 7kg。④倒伏程度: 無0, 微1, 少2, 中3, 多4, 甚5で示す。⑤同左比率: ニシノチカラの5+4+3を基準100にして示した。

めの栽培技術対策としては、播種量は全耕ドリル播で11月中旬播では10 a 当たり 5 kg, 11月下旬播では 7 kg, 12月上旬播では10~11kg 程度が適当で、凍霜害に対する危険性からみた播種期の早限は11月15日頃、倒伏及び外観品質・精麦適性からみた播種適期は11月20~30日である。施肥法については、第1回追肥量は10 a 当たり窒素成分でカワミズキの基準 (4 kg) より1~2 kg 増肥する。

引用文献

- 1) 今林惣一郎・松江勇次・佐藤寿子・長尾学禧・小宮正寛 (1988) : 福岡県における非醸造用二条大麦の新品種「ニシノチカラ」. 福岡農総試研報 A-8, 33~36.
- 2) 瀬古秀生 (1962) : 水稻の倒伏に関する研究. 九農試彙報 7, 419~499.
- 3) 鶴 政夫・河田尚之・堤 忠宏・北原練一・藤井敏夫・鈴木嵩之・佐々木昭博 (1989) : 二条オオムギ新品種「ニシノチカラ」について, 九州農試報告 26, 167~186.

Growth Characteristics and High Quality and Stable Cultivation Method of New Two-rowed Barley Cultivar NISHINOCHIKARA

MATSUE Yuji and Kouji HARADA

Summary

In order to clarify the growth characteristics and to establish high quality and stable cultivation method of new two-rowed barley cultivar NISHINOCHIKARA, optimum seeding time, seeding rate and fertilizer application method were investigated in FUKUOKA prefecture in 1987-1988.

- (1) Variation of time of heading and maturing by changing seeding time were the same as KAWAMIZUKI.
- (2) Optimum number of ears to produce high and stable yield of NISHINOCHIKARA was 550-700 per m².
- (3) In spite of the long-culm, NISHINOCHIKARA was resistant to lodging, because the breaking strength of the internode concerned (index of lodging) was large.
- (4) Quality of pearled grain of NISHINOCHIKARA was good, and was not affected very much by cultivation methods, except by late seeding.
- (5) Optimum seeding rate for middle Nov., late Nov. and early Dec. sowing was about 5kg, 7kg and 11kg per 10a, respectively.
- (6) Additional 1.2kg N/10a for top dressing was needed to obtain high yield and quality of NISHINOCHIKARA, compared to the standard cultivation.

小麦農林61号の生育に及ぼす気象の影響と生育予測

田中浩平・大隈光善

(農産研究所栽培部)

小麦「農林61号」の生育予測を目的として、1957~1973年の17年間に行われた麦類作況試験の成績を用い、主要な形質に対する気象の影響について重回帰分析法により解析した。

- (1) 2月までの茎数に対して、日照時間が正で、降水量が負の関係にあった。
- (2) 穂数に対する気象要因では降水量の影響が大きく、1月下旬から2月の多降水により穂数が減少した。
- (3) 穂数は3月上旬の時点で茎数と1月下旬から2月の降水量により高い精度で予測が可能であった。
- (4) 草丈の伸長は気温により支配されていたが、稈長との相関は低かった。
- (5) 茎数・穂数の予測式による生育のシミュレーションを行い、気象条件による生育モデルを作成した。

[Keywords: wheat, climatic condition, multiple regression analysis, prediction of growth]

緒 言

小麦の作柄向上を図るためには、生育初~中期に生育診断を行い、それに応じた肥培管理が必要である。しかし、小麦の生育・収量に対する気象の影響は大きく^{1,3,6,7,11)}診断時期前後の気象条件によりその後の生育が大きく変化する。そのため、草丈や茎数などの小麦形質のデータだけではなく、気象要因も取り込んで生育を予測する必要があるものと考えられる。

作物の生育診断・予測法に関する報告は、小麦では少なく^{2,5,8,12)}小麦の主要な作付地帯である九州北部においては小麦の生育・収量と気象要因との解析^{3,4,6,11,13,14)}や生育ステージの予測^{9,10)}についての報告があるが、生育診断を目的とした時期別の小麦形質の予測法については報告がない。

そこで本報告では、小麦の播種期から出穂期までの時期別気象要因が主要な形質に及ぼす影響を重回帰分析法により解析し、得られた重回帰式で生育予測を行った。なお、本報告は1974年に福岡統計情報事務所作況試験室の廃止に伴い、農総試に移管された麦類作況試験の成績を用いた。貴重なデータを提供して頂いた福岡統計情報事務所の方々に謝意を表す。

試 験 方 法

作物データは福岡県筑紫野市上古賀の福岡県立農業試験場内で1957~1973年(収穫年を示す、以下同じ)の17年間に行われた麦類作況試験の成績を用いた。供試品種は農林61号で、播種期は11月20日、播

種量はa当たり284gとした。土性は砂壤土で、排水は良好であった。窒素施用量は基肥a当たり378g、追肥として1月下旬と3月上旬に各378gとした。気象データは福岡県立農業試験場で測定した半月毎の平均気温、日照時間、降水量を用いた。

解析は1月20日、2月10日、3月1日、3月20日の草丈と m^2 当たり茎数及び有効穂数、稈長に対する気象要素の影響について重回帰分析法を用いて行った。重回帰分析は、最初に、目的とする調査日以前の調査日における小麦形質と播種期から調査日までの気象要因を説明変数として行った。その結果、標準偏回帰係数の絶対値が大きい要因について、さらに時期別、期間別の影響を解析し、最も影響の大きい調査日や期間を求めた。また、生育の予測はできるだけ単純な式によることを心がけ、変数増減法により説明変数を絞り込んで重回帰式を算出して行った。予測時期は実際に使用する場面を考慮して、各調査日毎の逐次予測とした。

結果及び考察

1 茎数・穂数に対する気象の影響と予測法

第1表に収量に対する主要形質の影響を解析した結果を示した。従来の報告^{3,13,14)}と同様に収量に対する穂数の影響は大きく、穂数や茎数に対する気象の影響を解析して、穂数の予測を行うことは栽培管理上重要であるものと考えられた。各調査日の茎数に対する、期間別の気象要素と調査日以前の茎数との関係を解析し、相関の高い要因を用いて予測式を算出した(第2表)。各要因の茎数に対する影響度は標準偏回帰係数として括弧内に示し、相関の低

第1表 収量に対する主要形質の影響

	標準偏回帰係数
㎡当たり有効穂数	0.74
1穂当たり稔実粒数	0.39
上麦千粒重	0.48

注) ①1955～1973年のうち赤かび病の激発した1963年を除いた18年間。

②3形質の収量に対する寄与率は98%。

い要因については省略した。これによると、1月20日の茎数は播種期から出芽期までの日数が短く、平均気温が高いほど多い。2月10日と3月1日の茎数はいずれも、20日前の茎数が多く、20日前からの日照時間が多く、播種期からの降水量が少ないほど多い。3月20日の茎数は播種期から2月6半旬の平均気温が低く、3月1日の茎数が多いほど多いことが明らかになった。

次に有効穂数に対する各要因の影響を解析した。穂数に対する茎数の影響は生育初期では小さいが、3月に入ると大きい(第3表)。穂数に対する気象要素の影響としては降水量が大きく、特に1月5半旬から2月6半旬の降水量が多いと穂数が減少する(第4表)。以上のことから3月に穂数の予測が可能であると考えられたため3月1日における穂数の

第3表 穂数に対する各調査日の茎数の影響

調査日	標準偏回帰係数
1月20日	-0.03
2月10日	0.10
3月1日	0.38
3月20日	0.39

第4表 穂数に対する各気象要素の影響

気象要素	標準偏回帰係数
11月5半旬～3月4半旬の平均気温	0.25
〃 日照時間	0.07
〃 降水量	-0.69
11月5半旬～1月4半旬の降水量	-0.32
1月5半旬～2月2半旬 〃	-0.59
2月3半旬～2月6半旬 〃	-0.41
3月1半旬～3月4半旬 〃	0.12

第2表 各予測日における茎数の予測式と各変数の影響

項目/予測日	1月20日	2月10日
重回帰式	$Y = 92.33X_1 - 10.65X_2 - 190.3$	$Y = 1.245X_1 + 1.526X_2 - 0.556X_3 + 59.34$
X_1	11月5半旬～1月4半旬の平均気温 (0.78)	1月20日の茎数 (1.04)
X_2	播種期～出芽期の日数 (-0.30)	1月5半旬～2月2半旬の日照時間 (0.21)
X_3	-	11月5半旬～1月4半旬の降水量 (-0.20)
重相関係数	0.93	0.92
項目/予測日	3月1日	3月20日
重回帰式	$Y = 0.974X_1 + 3.9X_2 - 1.116X_3 + 169.2$	$Y = 117.7X_1 + 0.663X_2 + 979.7$
X_1	2月10日の茎数 (0.79)	11月5半旬～2月6半旬の平均気温 (-0.70)
X_2	2月3半旬～2月6半旬の日照時間 (0.47)	3月1日の茎数 (0.68)
X_3	11月5半旬～2月2半旬の降水量 (-0.38)	-
重相関係数	0.95	0.87

注) () は標準偏回帰係数。

予測式を算出した（第5表）。予測精度は十分に高いものと判断された。

2 草丈・稈長に対する気象の影響と予測法

稈長を早い時期に予測することが可能であれば、穂数の予測値を合わせるにより、倒伏程度を推定することが可能である。そこで、茎数・穂数と同様の方法で草丈に対する気象の影響を解析した（第6表）。これによると、どの時期においても草丈に対する平均気温の影響が大きく、草丈の伸長は気温に支配されているといえる。次に稈長に対する各要因の影響を解析した。稈長と草丈の関係には一定の傾向がみられず相関も低い（第7表）。このことから生育期の草丈から稈長を予測することは困難であるものと考えられた。稈長に対する期間別の気象要因にも高い相関がみられるものはなく、予測式の精度は十分ではなかった（データ省略）。田谷ら¹¹⁾は低温多照年次で長稈化の傾向を認めているが相関は低く、稈長を予測するには今回解析した以外の要因について検討する必要があるものと考えられた。

3 予測式による生育のモデル化

本報告で得られた茎数・穂数の予測式は精度が高く、解析に用いた17年間の気象変動の範囲内では、十分に予測が可能であるものと判断される。この予

第5表 3月1日における穂数の予測式と各変数の影響

重回帰式	$Y = 0.172X_1 - 0.618X_2 + 313.8$	
X_1	3月1日の茎数	(0.49)
X_2	1月5半旬～2月6半旬の降水量	(-0.48)
重相関係数	0.82	

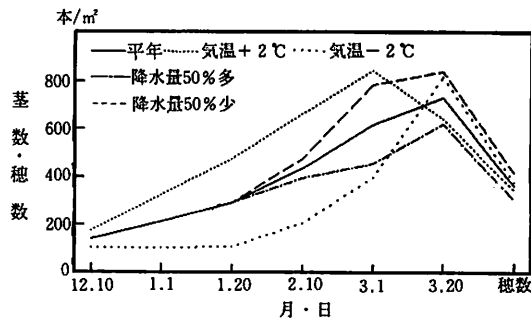
注) () は標準偏回帰係数。

第7表 稈長に対する各調査日の草丈の影響

調査日	標準偏回帰係数	単相関係数
1月20日	1.28	0.04
2月10日	-2.08	-0.31
3月1日	0.60	-0.09
3月20日	0.18	0.12

測式を用いて気象条件による茎数・穂数のシミュレーションを試みた（第1図）。気象条件は11月5半旬～3月4半旬の平均気温を±2℃、降水量を±50%の範囲で変化させ、その他の気象要素は17年間の平均値を平年値として行った。このシミュレーションによる生育モデルは従来報告されている生育パターン^{6,12)}とほぼ一致しており、時期別の生育診断の判断材料として使うことができるものと考えられる。

今後、県内の麦作地帯に適應できる汎用的な小麦の生育診断システムを構築するためには、精度の検



第1図 気象要素による茎数・穂数のシミュレーション

第6表 各予測日における草丈に対する各変数の影響

項目/予測日	1月20日		2月10日	
X_1	11月5半旬～1月4半旬の平均気温	(0.93)	1月20日の草丈	(0.64)
X_2	—	—	1月5半旬～2月2半旬の平均気温	(0.47)
重相関係数	0.93		0.96	
項目/予測日	3月1日		3月20日	
X_1	2月10日の草丈	(0.84)	3月1日の草丈	(0.81)
X_2	2月3半旬～2月6半旬の平均気温	(0.42)	3月1半旬～3月4半旬の平均気温	(0.45)
重相関係数	0.98		0.97	

注) ① () は標準偏回帰係数。②重回帰式は省略した。

証と共に、土壌や排水条件の異なる各地域での検討が必要であるものと考えられる。

引用文献

- 1) 安達一明 (1952) : 気象と小麦の作況に関する一考察. 日作紀21, 162~163.
- 2) 飯塚親弘・新井文男・金井博 (1987) : 小麦の生育に及ぼす気温の影響と生育予測. 群馬農業研究 A 4, 45~50.
- 3) 石丸治澄・波多江政光 (1971) : 九州地域における小麦の作況判定方法に関する解析研究 第1報 収量推定に関する解析. 日作九支報35, 94~96.
- 4) 石丸治澄・波多江政光 (1971) : 九州地域における小麦の作況判定方法に関する解析研究 第2報 穂数および稔実粒数推定に関する解析. 日作九支報36, 67~69.
- 5) 小林和弘・田村良文・小野裕幸・今井敏行 (1989) : ノンパラメトリック法による小麦「農林61号」の発育ステージの予測. 日作紀58別2, 45~46.
- 6) 松村修・波多江政光・宮川敏男・岐部利幸 (1985) : 昭和59年度の作況試験にもとづく小麦の生育・収量解析. 日作九支報52, 73~77.
- 7) 中川元興・牛腸英夫・西尾小作 (1968) : 東海近畿地域における府県別小麦収量と月別気象要因との関係について. 東海近畿農試速報 5, 31~59.
- 8) 中嶋泰則・井上隆雄・神谷杜夫・沢田守男 (1988) : 小麦「農林61号」の出芽期, 出穂期及び成熟期の予測. 愛知農総試研報20, 121~127.
- 9) 田村良文 (1989) : 発育ステージの予測モデルとその実用化(1). 農業技術44, 397~400.
- 10) 田中浩平・真鍋尚義・吉田智彦 (1990) : 小麦の出穂・成熟期の予測法. 九農研52, 32.
- 11) 田谷肖三・荒木均・野中舜二 (1981) : コムギ「農林61号」の収量および諸形質に及ぼす気象条件の影響. 日作九支報48, 15~18.
- 12) 鳥生誠二 (1989) : 愛媛県における作物の生育ステージの予測に関する研究 第1報 麦類奨励品種の出穂期と成熟期の推定. 愛媛農試研報29, 95~103.
- 13) 吉富研一・中路富士夫・山本栄 (1963) : 麦類の収量成立型について 第1報 小麦における穂数成立について. 日作九支報20, 50~52.
- 14) 吉富研一・山本栄・中路富士夫 (1963) : 小麦の収量成立型について 第2報 小麦の発生茎数による作柄診断. 日作九支報21, 28~29.

The Influence of Climatic Conditions on Growth of Wheat Cultivar "Norin 61" and Prediction of Growth

TANAKA Kouhei and Mitsuyoshi OKUMA

Summary

Multiple regressions of wheat cultivar "Norin 61" between some growth characters and climatic conditions were computed. The data for 17 years from 1957 to 1973 were analyzed.

The results obtained were summarized as follows:

- (1) Correlations between the number of stems at 10 of February and total sunshine duration and total precipitation were positive and negative, respectively.
- (2) The influence of total precipitation on the numbers of ears was much. The number of ears was restricted by precipitation from the end of January to February.
- (3) The number of ears could be predicted in the early of March accurately by the number of stems and precipitation from the end of January to February.
- (4) Plant length had high correlation with temperature, but had no correlation with culm length.
- (5) A wheat growth model in some climatic conditions was made by the following regression formula of the number of stems and ears.

ホウ素欠乏による二条大麦の不稔現象と対策

井上恵子・神屋勇雄・山本富三・兼子明

(生産環境研究所化学部)

朝倉郡及び甘木市において1970年代後半から二条大麦に原因不明の不稔穂が発生し、収量の低下が問題になっている。そこで、その原因を明らかにし防止対策を検討した。

結果の概要は以下の通りである。

1. 不稔穂多発圃場における子実のホウ素濃度は、健全穂のそれに比べて低く、土壤中の熱水可溶性ホウ素濃度も0.3ppm以下の圃場が多かった。また、不稔穂多発土壌にホウ素肥料を施用すると不稔穂割合が減少し、子実重が増加した。このことから、不稔穂発生の原因の一つとして、ホウ素欠乏が考えられる。
2. ホウ素欠乏による不稔穂は出穂期までは正常に生育するが、出穂後10~14日目頃から穎が黄化し透明感を帯びるので健全な穂と区別できる。この不稔穂の形態的特徴は穂全体が不稔になるものと、穂の上部が不稔になるものの割合が多いことである。
3. 不稔穂多発圃場の前作は大豆作の場合が多かった。
4. く溶性ホウ素肥料 (FTE) の施用はホウ素欠乏による不稔穂の発生防止に高い効果を示した。

[Keywords: two-rowed barley, steril panicle, boron deficiency]

緒 言

福岡県朝倉郡及び甘木市周辺は県内の二条大麦栽培面積の約四分の一を占める大きな産地である。しかし、この地域を中心に1970年代後半から二条大麦に不稔穂が発生し、ここ3~4年の発生面積はこの地域の栽培面積の約1~2割程度になり、発生率の高い圃場ではかなりの減収となっている。

従来から、二条大麦には穂の中位の一部分が不稔になる“ちょうちん穂”と呼ばれる不稔の発生が時折見られるが、これは出穂期頃の高温や低温が原因とされている³⁾。また、出穂期前2週間目頃から出穂後にかけて湿害にあうと不稔になるという報告もある²⁾。この地域においても出穂期前後に降水量が多い年には排水不良田で湿害による不稔の発生がみられている。しかし、近年発生が目立って増えてきた不稔は原因が不明で、この地域でも大きな問題となっている。

そこで、この地域における不稔穂発生の実態調査とその再現試験を行い、ホウ素欠乏が主要な原因であることを明らかにするとともに、防止対策も合わせて検討した。

試 験 方 法

1 現地実態調査

1988年、1989年に県内で不稔の発生が多かった朝倉郡三輪町大塚、森山、久光、依井地区の二条大麦

の圃場40筆について発生実態を調査した。品種、前作、施肥量等は農家の聞き取りにより調査し、生育、不稔発生程度、病害虫発生程度は遠観によって調査した。調査時期は、出穂2~3週間後に行った。

さらに、この内9筆については成熟期に坪刈を行い、収量及び不稔穂の発生割合、作物体のホウ素濃度、土壤中のホウ素濃度について調査した。

2 再現試験及びホウ素肥料の施用効果

供試土壌として、二条大麦に不稔穂が多発生した圃場の作土(三輪町)を用いた。前作は大豆であった。土壌の種類は中粗粒灰色低地土で、土壌の性質は第1表に示すとおりである。

試験規模は1/2000aポット、4連制で、場内の網室において実施した。

供試資材はホウ砂(B₂O₃:36%)、FTE(B₂O₃:9%)で、各々B₂O₃で54mg/ポットを大麦播種前に全層に混和した。

品種はあまぎ二条を用い、施肥は窒素、りん酸、カリを各々1g/ポット全層に施用した。播種日は11月21日、出穂期は4月7日、収穫期は5月23日であった。

第1表 供試土壌の性質

土性	pH (H ₂ O)	EC µS/cm	T-N %	T-C %	CEC me/100g	Ca 飽和度 %
L	7.0	237	0.19	1.95	14.5	103

3 分析法

作物体のホウ素は、粉碎試料 1 g に 0.5 規定塩酸 50 ml を加え 2 時間振とう後、No6 濾紙で濾過し、濾液中のホウ素濃度をクルクミン法で定量した。

土壌の熱水可溶性ホウ素はテフロンピーカーに風乾土 10 g、水 20 ml を加え時計皿で蓋をして 5 分間沸騰させた後、蒸発によって減少した水を加えて No6 濾紙で濾過し、濾液中のホウ素濃度をクルクミン法で定量した。

結果及び考察

1 現地の発生実態調査

現地の発生実態を調査した結果、不稔穂の発生割合が高くなるほど二条大麦の整粒重は減少した。わら重は不稔穂多発圃場でむしろ増加する傾向にあったが、これは穎花が不稔となり、茎葉における同化産物が子実へ十分に転流できなかったためと考えられる (第 2 表)。

また、不稔穂が多発した圃場の土壌中熱水可溶性ホウ素濃度は 0.3 ppm 以下の場合が多く、不稔穂の子実中のホウ素濃度は同一圃場または隣接圃場の正常穂に比べ概して低い傾向がみられた。品種、病害虫の発生程度と不稔穂の発生程度との関係は判然としなかった。これらのことから、ホウ素欠乏が不稔穂の発生の原因である可能性が示唆された。

前作作物との関係についてみると不稔穂の発生は前作が大豆の場合に多く、水稻では少なかった (第 3 表)。

2 不稔穂の発生経過及び形態

現地の不稔穂多発土壌を 1/2000 a ポットに詰め、二条大麦の不稔穂の発生を観察したところ、出穂期までの生育は健全なものと変わらなかった。しかし、不稔穂は出穂後 10~14 日目頃から穎が黄化して透明感を帯びるので、健全な穂と外観でも区別できるようになり、その後登熟期においても登熟しなかった。

その形態的特徴は、穂全体の穎が不稔になるもの (全体不稔) や穂の中位から上部部にかけての穎が不稔になるもの (上部不稔) の割合が多いことであった (第 1 図)。

3 ホウ素肥料の施用効果

不稔穂多発土壌にホウ砂又は可溶性ホウ素肥料 (FTE) を、二条大麦作付前に 1/2000 a ポット当たり B_2O_3 で 54 mg 施用すると、全体不稔及び上部不稔の発生が著しく減少し、健全穂の割合が増加した。

出穂期までの生育はホウ素肥料施用の有無による差はみられなかったが、成熟期の稈長はホウ素肥料の施用でやや長くなった (第 4 表)。

収量についてみると、ホウ素肥料施用区は無施用区に比べ子実重が 33~37%、整粒重が 6~13% 増収した。整粒重の増加割合が子実重のそれより小さかったのは、不稔粒の多かった無施用区では残った穎花の充実が良くなり整粒歩合が高まったためと考えられる。

また、ホウ素肥料の施用で作物体内のホウ素濃度、ホウ素吸収量及び跡地土壌の熱水可溶性ホウ素濃度は高まり、特に可溶性ホウ素肥料で顕著であった (第 5 表)。これは、可溶性ホウ素肥料が水溶性主体の

第 2 表 現地ほ場における不稔穂の発生割合と収量及び子実、土壌のホウ素 (1988, 1989 年)

圃場 番号	不稔穂 発生 割合 %	整粒 重 kg/10 a	麦稈 重 kg/10 a	子実のホウ素濃度		土壌の熱水 可溶性ホウ 素濃度 ppm
				正常穂 ppm	不稔穂 ppm	
1	8.8	227	555	0.31	0.20	0.34
2	8.8	282	530	0.47	0.31	0.67
3	13.4	292	728	0.48	0.36	0.44
4	16.8	281	552	0.44	0.30	0.11
5	19.7	203	566	0.31	0.16	0.23
6	26.0	161	680	0.44	0.26	0.17
7	37.4	111	616	0.48	0.29	0.26
8	69.6	190	635	0.26	0.18	0.15
9	94.7	94	835	0.31	0.21	0.11

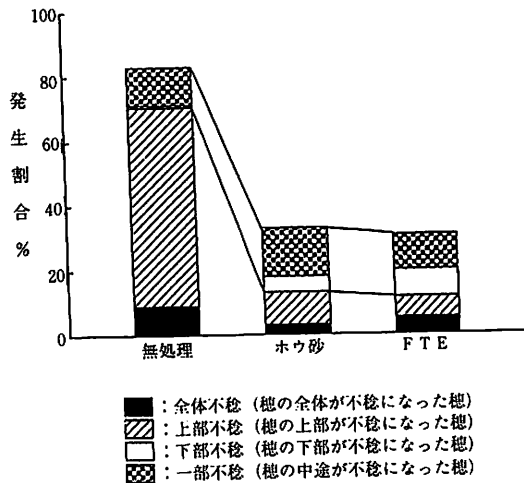
注) ① 不稔穂発生割合 = (穂全体及び穂の中位から上部にかけて不稔になった穂数 / 全穂数) × 100

② 甘木、朝倉地域における二条大麦の平年収量 (整粒重) 300 kg / 10 a

第 3 表 不稔穂発生圃場の
前作の作目割合
(1988, 1989 年)

前作	圃場数	割合
大豆	12	70
飼料	2	12
水稻	2	12
休耕	1	6
合計	17	100

注) 現地調査した圃場中、不稔穂発生程度が中~多であった圃場 (17 筆) の前作の作目割合



第1図 不稔種の発生割合

ホウ砂より生育後期まで土壤に多く残存しているの
で、作物が生育期間全般にわたりホウ素を吸収する
ことができたためと考えられる。従って、施用効果
はく溶性ホウ素肥料の方がホウ砂よりも優れている
と考えられる。

4 不稔穂発生の原因及び対策

現地実態調査の結果、不稔穂が多発した圃場の土
壌中の熱水可溶性ホウ素濃度は0.3ppm以下の場合
が多く、不稔穂の子実中のホウ素濃度は同一圃場ま
たは隣接圃場の正常穂に比べ概して低い傾向がみら
れた。また、不稔穂多発土壤にホウ素肥料を施用
すると不稔穂の発生が著しく減少し、作物体中のホ
ウ素濃度も高まった。これらのことからホウ素欠乏
がこの地域の不稔穂発生的主要原因であると考え
られた。

一般的に、ホウ素欠乏はホウ素要求量の大きい双
子葉植物に多く、ホウ素要求量の小さい禾本科植物
ではその発現の報告は少ない。しかし、1953年に馬
場がホウ素無添加で大麦を水耕栽培すると雌性生殖
器官は正常であるが、葯や花粉に異常が生じ、穂の

第5表 作物体及び土壤中のホウ素濃度及びホウ素吸収量

試験区	ホウ素濃度			ホウ素吸収量 μg/ポット	土壤の熱水 可溶性ホウ 素濃度 ppm
	子実 ppm	穂稈等* ppm	わら ppm		
無処理	0.17	1.05	1.25	65	0.12
ホウ砂	0.30	1.80	2.30	107	0.36
FTE	0.67	2.10	3.05	153	0.56

注) 穂から子実を除いた部分 (穂稈, 側列小穂, 芒)

全体や上部が不稔になると報告している¹⁾。馬場の
報告は本研究でみられた不稔穂の形態と一致してい
た。また、山本も不稔穂が発生した二条大麦の圃場
の作土にホウ砂を施用すると不稔穂の発生が抑えら
れたと報告している⁶⁾。

なお、山内は10科26種の作物をホウ素濃度をかえ
た培養液で最高1カ月栽培してホウ素欠乏、過剰症
を検討しており、大麦は培養液のホウ素濃度が低濃
度でも欠乏症は発現せず、ホウ素欠乏が発生しにく
い作物であると報告している⁷⁾。本研究においても
出穂期までは土壤中のホウ素濃度が低くても欠乏症
が発生していないことから、栄養生長期間は欠乏症
が発現しにくいものと考えられる。

また、山本は土壤が乾燥すると作物体がホウ素を
吸収しにくくなると報告している⁶⁾。現地調査では
不稔穂の発生は前作が大豆の場合に多かったが、こ
の原因は大豆は水稻に比べホウ素含量が高く、ホウ
素要求量が多い作物であるとともに、大豆跡地は水
稻跡地より土壤が乾燥しやすいためではないかと思
えられる。さらに、不稔穂の発生が見られ始めた
1970年代後半は、この地域でも水稻の転作作物とし
て大豆の導入が普及・定着してきた時期でもあり、
作付体系の変化によって不稔の発生が顕在化してき
たのではないかと考えられる。

以上のことから、不稔穂多発の防止対策は、不
稔穂多発圃場や熱水可溶性ホウ素濃度が0.3ppm以
下の圃場、特にホウ素欠乏になりやすい大豆跡地で
は、二条大麦作付前にく溶性ホウ素肥料を B_2O_3 で

第4表 生育、収量に対するホウ砂及びFTEの効果

試験区	稈長	穂長	穂数	わら重	子実重	整粒重	整粒歩合
	cm	cm	本/pot	g/pot	g/pot	g/pot	%
無処理	71	6.0	47.5	42.6	26.9	24.7	92
ホウ砂	72	5.9	47.8	35.6	36.9	27.8	75
FTE	73	5.8	49.0	37.8	35.9	26.3	73

540 g / 10 a 施用することが有効である。

なお、一般的にホウ素は適量幅が狭く過剰害が発生しやすい成分で、大麦でも過剰害の記載がある^{5,7)}。また、他の肥料に比べ施用量そのものも少ないので、適正量 (B_2O_3 : 540 g / 10 a) を守り施用することが大切である。

不稔穂発生を防止するための圃場管理上の留意点は、ホウ素は酸性土壌では溶脱しやすく、アルカリ性土壌では不溶化して作物に吸収されにくくなる^{4,6)}ので、石灰質資材を適正に施用することにより、良好な土壌 pH (6.0~6.5) を保つことである。

また、不稔穂の発生防止には有機質資材の施用も効果がある。これは、有機質資材中にもホウ素が微量ながら含まれていることや、施用によって土壌が肥沃になり、土壌水分の保持力が向上するとともに根域が拡大するので、干ばつを受けにくくなり、作物のホウ素吸収量が増加するためである⁸⁾。

現地調査では、土壌中のホウ素濃度が同程度の圃場でも不稔穂の発生に差がみられた。これは、他の作物に比べ体内のホウ素濃度が低レベルで、ホウ素要求量が少ない二条大麦の場合、ホウ素欠乏による不稔は土壌 pH, 土壌水分, 気温等, 他の環境要因が鋭敏に影響して発現するためではないかと考えら

れる。従って、不稔穂の発生を的確に防止するには、環境要因の影響をさらに詳細に検討する必要がある。

引用文献

- 1) 馬場 昶 (1953) : 大麦の硼素欠乏症に関する研究特に硼素欠乏に伴う不稔現象及びその細胞学的観察. 農業技術研究所研報 D-4号, 1-20.
- 2) 浜地勇次・伊藤昌光・和田学 (1984) : オオムギの節間伸長期湛水処理による不稔の発生. 九州農業研究 46, 37.
- 3) 小田桂三郎 (1976) : 農業技術体系 4 ムギ基礎編, 27~91. 農村文化協会.
- 4) 田中啓文 (1972) : 土壌-作物系におけるホウ素の行動 (第 1 報). 土肥誌43, 297-301.
- 5) UMESH C.GUPTA (1979): BORON NUTRITION OF CROPS. ADVANCES IN AGRONOMY VOL.31,301-303.
- 6) 山本満二郎 (1960) : 作物のホウ素に関する研究. 滋賀農試特別研報51.
- 7) 山内益男 (1979) : ホウ素に関する作物栄養学的研究. 鳥取大学農学部研報31.
- 8) 山崎 伝 (1981) : 微量元素と多量要素, 239-262. 博友社, 東京.

Sterility Tow-rowed Barley due to Boron Deficiency.

INOUE Keiko, Isao KOUYA, Tomizou YAMAMOTO and Akira KANEKO

Summary

Serious yield loss of tow-rowed barley, due to sterile florets of unknown origin had been occurred in Asakura and Amagi.

We studied the origin and countermeasures and the following results were obtained.

- (1) The boron content of the grains in the panicles with sterile florets was lower than that of normal ones. And generally, the soils, where the sterility occurred contained less than 0.3ppm of hot water soluble boron. By proper application of boron fertilizers to the soils, the sterility decreased, and the yield of grain increased. Therefore, it was concluded that the sterility was the result of boron deficiency of soils in the district.
- (2) In vegetative growth stage, there was no difference of growth between sterile and normal panicles. But 10 ~ 14days after heading, the difference between them were observed clearly, and sterile florets showed transparent appearance. The general features of the sterility were that all florets or florets in upper part of panicle became sterile.
- (3) Sterility occurred much where the previous crop was soybean.
- (4) The proper application (B_2O_3 :540g/10a) of citric acid soluble boron fertilizer (FTE) prevented the sterility easily.

秋大豆における虫害被害粒の年次変動とカメムシ類の発消長

山中正博・嶽本弘之・高崎登美雄

(生産環境研究所病害虫部)

1982年を除く1979~1989年まで、無防除で栽培した秋大豆圃場において、害虫による子実の被害状況を加害種別に調査した。また、そのうちの5カ年については、莖葉上のカメムシ類の生息密度を定期的に調査した。子実害虫の中ではカメムシ類による被害粒率が平均11.3%で最も高く、次いでダイズサヤムシガの4.0%、ダイズサヤタマバエの3.5%の順であった。秋大豆子実を加害するカメムシは、主にイチモンジカメムシ、ホソヘリカメムシ、アオクサカメムシの3種であった。カメムシ類の成虫は開花期から莢伸長初期にかけて大豆圃場へ侵入した。侵入成虫の最盛期は莢伸長終期から子実肥大初期で、その3~4週間後に幼虫の最盛期となった。これらのカメムシ類は大豆圃場内で1世代を経過した後、収穫期頃まで加害した。カメムシ類による被害は開花期と密接な関係が認められ、開花期が遅いほど被害粒率が低くなる傾向が認められた。この原因として、開花期が極端に遅れるとカメムシ類成虫が他の好適寄生植物へと移動し、大豆圃場への侵入数が減少するためと考えられた。

[Keywords : autumn soybean, damaged seeds by pod feeders, seasonal occurrence of stink bugs]

緒 言

水田利用再編対策に伴い、水田転換畑作物の主要作物の一つとして導入された秋大豆は、1987年から始まった水田農業確立対策でも、地域輪作農法の確立に向けて、水稲とのブロックローテーション栽培を担う重要作物となっている。

秋大豆を加害する有害動物種は267種と他作物に比べて多く、そのうち昆虫種が最多の241種を占めており⁶⁾、大豆の安定生産における害虫対策の重要性は極めて高いといえる。また、加害部位も葉、莖、根、花、莢、子実と多岐にわたっており、このうち、子実に対する被害は直接収量減につながると同時に、品質低下にも大きな影響を及ぼすといえる。しかし、福岡県の水田転換畑秋大豆における子実害虫の加害実態の報告例はこれまでのところ極めて少なく、また、短期間の調査事例しかないのが実状である。そこで、1982年を除く1979~1989年まで、無防除の秋大豆圃場で調査を行い、子実の被害実態を明らかにしようと試みた。また、そのうちの5カ年については、主要子実害虫の一種であるカメムシ類の発消長についても調査を行ったので、併せて報告する。

なお、ダイズサヤムシガの同定は大阪府立大学農学部保田淑郎博士にご尽力いただいた。厚くお礼申し上げる。

調 査 方 法

1 調査圃場の概要

第1表に調査圃場の概要を示した。このうち1988年までは水田後作大豆として栽培したが、1989年は畑地に栽培した。播種月日は7月第3半旬を原則としたが、降雨等の影響で最大第6半旬まで遅延した。なお、1984年のみ播種月日を2時期設けた。播種様式はうね幅150~170cmで、1979年が条間60cm×25cmとした以外は条間60cm×30cmに統一した。播種量は1986年に3粒点播し、出芽後1株2本仕立てとした他は2粒点播とした。また、播種方法は1986年及び1989年が機械播種で、その他の年は手播とした。施肥及び管理作業等は県の栽培基準に準じたが、防除については1979年にチウラム・ベノミル水和剤で種子粉衣処理を行った以外、播種前から収穫時まで一切行わなかった。

2 子実の被害状況

成熟期に圃場全面から系統的に54~80株(1979年及び1984~1986年は各株から1本)を選び、十分乾燥した後、不稔莢及び板莢を除く全莢を分解し、稔実粒のみについて加害種別に被害粒数を調査した。加害種の判定にあたっては、吸実性カメムシ類については子実上の吸汁痕⁴⁾、子実加害性鱗翅目害虫については原則として莢内で加害中の幼虫、莢内外で蛹化した蛹の形態によったが、鱗翅目害虫の被害痕のみの場合は、石倉ら³⁾が記載した種ごとの被害の特徴に準じた。

3 カメムシ類の発消長

1983~1988年(1984年を除く)まで、品種「アキシロメ」を播種した無防除圃場で、原則として7日

第1表 調査圃場の概要

年次	調査	供試	播種	供試	
	場所	品種	月日	開花期	面積(a)
1979	筑紫野市上古賀	アキセンゴク	7. 25	9. 5	1.8
1980	〃	〃	7. 18	9. 3	2.0
1981	筑紫野市下阿志岐	フクユタカ	7. 17	8. 27	2.4
1983	〃	アキシロメ	7. 13	8. 20	5.0
1984	〃	〃	7. 2	8. 9	2.5
〃	〃	〃	7. 16	8. 20	2.5
1985	筑紫野市吉木	〃	7. 8	8. 14	3.0
1986	〃	〃	7. 28	8. 29	3.0
1987	〃	〃	7. 10	8. 16	2.7
1988	〃	〃	7. 11	8. 17	3.4
1989	〃	フクユタカ	7. 19	8. 26	5.1

に1回の割合で圃場全面より系統的に54~65株を選び、株内の生息個体数を種別及び生育態別に調査した。調査は播種約1カ月後から10月末まで行った。

結 果

1 子実害虫の種類

莢の分解調査で確認された子実害虫は、カメムシ類、ダイズサヤタマバエ (*Asphondylia* sp.), ダイズサヤムシガ (*Matsumuraeses falcana* WALSINGHAM), シロイチモジマダラメイガ (*Etiella zinckenella* TREITSCHKE), 食葉性ヨトウガ科の幼虫類が主で、北日本で多発するマメシンクイガ (*Leguminivora glycinivorella* MATSUMURA) の発生は認められなかった。なお、ダイズサヤムシガに関して、奥ら¹⁰⁾によると、日本には大豆を加害するヒメサヤムシガ類が4種分布しているという。1980年に本県の秋大豆から採集した標本を大阪府立大学の保田淑郎博士に同定していただいた結果、ダイズサヤムシガであった。本県には他の種も分布している可能性が強いが、ここでは、確認された種のみを記載した。また、フタスジヒメハムシ (*Medythia nigrobilineata* MOTSCHULSKY) による被害が散見された。

発生消長調査において発生量の多かった主要カメムシ類は、イチモンジカメムシ (*Piezodorus hybneri* GMELIN), ホソヘリカメムシ (*Riptortus clavatus* THUNBERG) 及びアオクサカメムシ (*Nezara antenna-*

ta SCOTT) の3種で、シラホシカメムシ (*Eysarcoris ventralis* WESTWOOD), マルシラホシカメムシ (*E. guttiger* THUNBERG) 及びクサギカメムシ (*Halyomorpha mista* UHLER) は極めて少なかった。また、食葉性ヨトウガ類は主にハスモンヨトウ (*Spodoptera litura* FABRICIUS) とシロシタヨトウ (*Sarcopolia illoba* BUTLER) の2種であった。

2 加害種別被害粒率の年次変動

1982年を除く1979~1989年に延べ11回行った。成熟期における主要加害種別被害粒率の調査結果を第2表に示した。

最も被害が大きかったのはカメムシ類で、11回のうち7回、加害種の中で被害粒率が最も高く、特に1987年は調査粒の約50%はカメムシ類による被害であった。また、平均被害粒率も11.3%と加害種の中で最も高く、全被害粒の約2分の1はカメムシ類に起因するものであった。

第2番目の重要種はダイズサヤムシガで、平均被害粒率が4.0%とカメムシ類の次に高く、1989年はカメムシ類による被害を上回った。次いで、ダイズサヤタマバエによる被害で、平均被害粒率は3.5%とダイズサヤムシガとほぼ同等の被害であった。また、最高と最低被害粒率の年次間比が12倍で、カメムシ類の294倍、ダイズサヤムシガの56倍と比較して、上位3種の中では被害粒率の変動幅が最も小さいのが特徴であった。

第2表 加害種別被害粒率の年次変動

年次	調査 ^{a)} 株数	調査 粒数	健全粒 率(%)	不稔・未熟 粒率(%)	被害粒率(%)						計
					カメムシ	サヤムシガ	タマバエ	シロイチモジ	ヨトウ類	病害他 ^{b)}	
1979	(30)	4477	81.1	9.4	0.2	2.1	4.2	1.1	1.9	0	9.5
1980	50	13805	84.1	10.4	2.4	1.8	0.9	0.1	0.4	0.0	5.6
1981	80	18440	78.8	6.0	4.8	0.3	2.5	0.1	6.7	0.9	15.2
1983	54	12331	64.2	17.0	13.7	1.8	0.9	0.1	0.2	2.1	18.8
1984	(32)	3660	75.6	10.8	9.8	0.6	1.8	0.0	0.7	0.6	13.6
1984	(32)	3232	80.4	11.4	5.9	0.3	1.4	0.1	0.1	0.5	8.3
1985	(56)	3232	66.2	9.3	16.3	2.9	4.8	0	0.5	0	24.6
1986	(54)	6954	89.1	6.8	0.2	1.7	1.8	0	0.2	0.4	4.2
1987	65	10839	32.9	8.8	47.0	7.1	2.8	0	0.1	1.3	58.3
1988	54	14200	66.4	6.3	9.1	7.7	7.0	0	0.0	3.5	27.3
1989	(48)	8800	55.6	5.4	10.3	14.2	10.5	0	0.2	3.8	39.0
平均	—	—	69.3	8.9	11.3	4.0	3.5	0.1	1.5	1.5	21.8

注) ①a) : カッコは基数, その他は株数

②b) : 主に紫斑粒, フタスジヒメハムシによる被害粒, 収穫時の脱粒による損失粒。

シロイチモジマダラメイガは平均被害粒率が0.1%と低く, 年間の被害粒率が1%を超えることは稀であった。また, 1985年以降, 本種による加害は認められなかった。

ヨトウガ科の幼虫2種, ハスモンヨトウ及びシロシタヨトウは本来, 食葉性害虫であるが, 主として黄葉期以降, 老齢幼虫が莢を加害するのが圃場で観察された。加害様式はキタバコガ⁹⁾と同様で, 莢に円孔をあけ, 体の中に乗り入れるようにして食害した。両種のうち, ハスモンヨトウは毎年加害が観察されたが, シロシタヨトウの発生は1980~1981年, 1983年及び1985~1986年の5年のみであった。しかし, 1981年はシロシタヨトウが多発し, この年のヨトウガ類による被害粒の大半は本種による加害であった。

3 主要カメムシ類の年次別発生消長

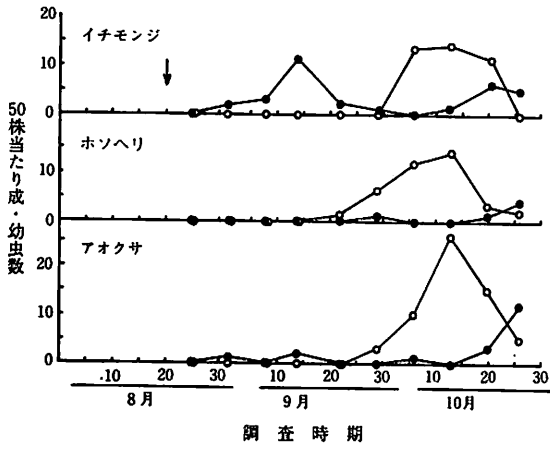
子実の被害実態調査において, 最も被害が激しかったカメムシ類主要3種の成・幼虫別発生消長を第1~5図に示した。

播種が極端に遅れた1986年は, イチモンジカメムシ及びホソヘリカメムシの発生は全く認められず, アオクサカメムシについても4齢幼虫1頭と1卵塊

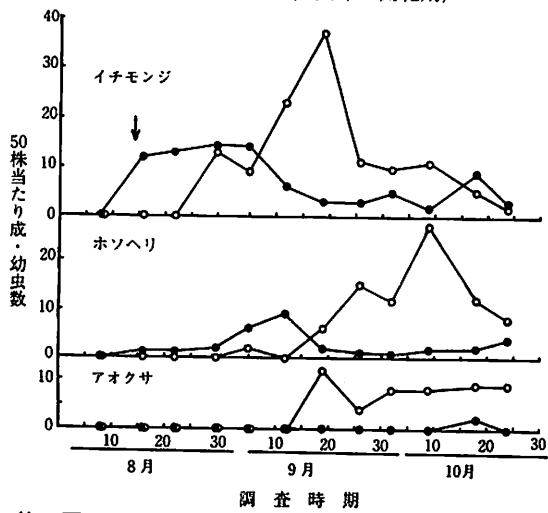
に由来するふ化幼虫群を認めたのみで, カメムシ類全体として極端に少発生年であった。

1986年を除いて成虫数についてみると, 例えばイチモンジカメムシでは8~9月にピークがあり, 一時減少した後, 10月以降再び増加する傾向が認められた。このうち, 10月以降の成虫については明らかに大豆圃場内での羽化成虫と考えられる。そこで, 9月までの成虫を大豆圃場への侵入成虫, それ以降を圃場内での羽化成虫とすると, 大豆圃場への成虫の侵入開始期は3種とも, 最も早い年で開花期頃の8月中旬であった。また, 侵入盛期はイチモンジカメムシが8月下旬~9月中旬, ホソヘリカメムシが9月中旬~下旬, アオクサカメムシは侵入成虫数が少ないため, 判然としないが, 1988年が8月中旬, その他の年が9月中旬頃であった。5年間を通じて, 侵入成虫数はイチモンジカメムシが最も多く, ホソヘリカメムシ, アオクサカメムシの順に少なくなる傾向にあった。

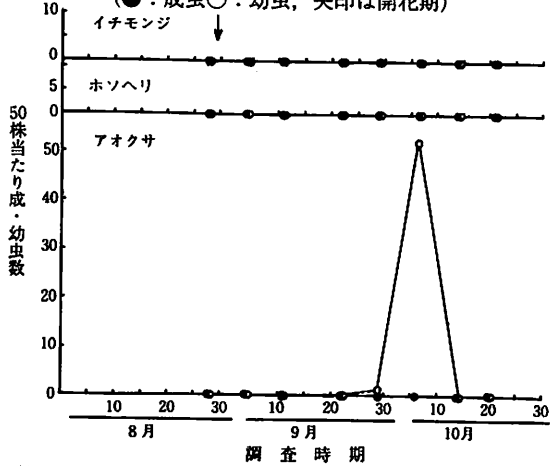
幼虫の発生最盛期は3種とも成虫の侵入時期によって異なり, 成虫の侵入盛期の3~4週間後にそれぞれ幼虫の最盛期となる傾向にあった。幼虫数は成虫数と異なり, イチモンジカメムシが最も多く,



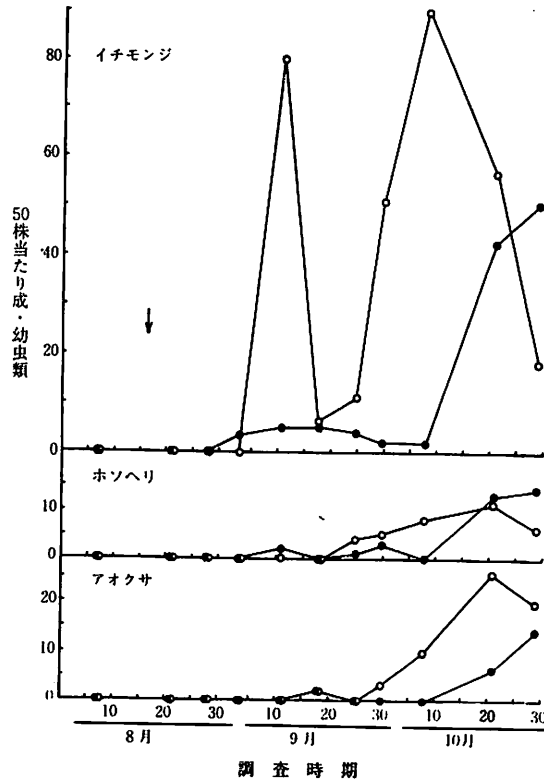
第1図 1983年における主要カメムシ類成・幼虫密度の消長
(●:成虫○:幼虫, 矢印は開花期)



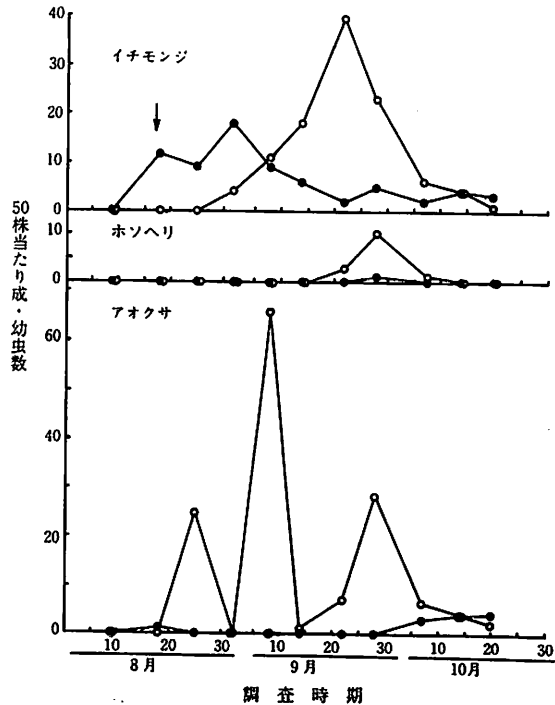
第2図 1985年における主要カメムシ類成・幼虫密度の消長
(●:成虫○:幼虫, 矢印は開花期)



第3図 1986年における主要カメムシ類成・幼虫密度の消長
(●:成虫○:幼虫, 矢印は開花期)



第4図 1987年における主要カメムシ類成・幼虫密度の消長
(●:成虫○:幼虫, 矢印は開花期)



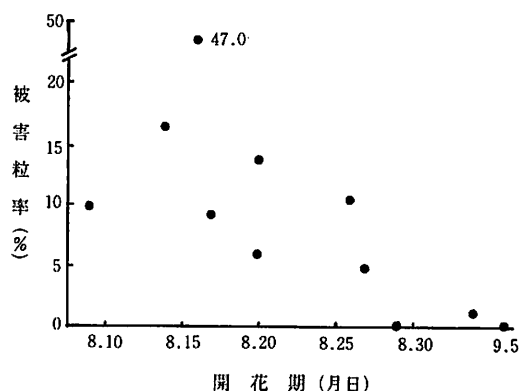
第5図 1988年における主要カメムシ類成・幼虫密度の消長
(●:成虫○:幼虫, 矢印は開花期)

アオクサカメムシ、ホソヘリカメムシの順に少なくなる傾向にあった。アオクサカメムシが成虫数の割に幼虫数が多かったのは、ホソヘリカメムシが1卵ずつ産卵するのに対して、イチモンジカメムシが平均23卵、アオクサカメムシが平均58卵の卵塊（1987～1988年平均）で産卵するためと考えられる。

考 察

異儀田ら²⁾は、1978～1979年に九州における秋大豆子実害虫の地域性について調査を行い、ダイズサヤタマバエの被害が最も大きかった大分県を除くと、福岡県を含む各県とも被害程度は、カメムシ類>シロイチモジマダラメイガ>ダイズサヤタマバエ>アズキサヤムシガの順に高かった、と報告している（奥ら¹⁰⁾によると、東北地方の農作物ではアズキサヤムシガの幼虫は発見されていないが、ここでは、ダイズサヤムシガも含めて大豆を加害するヒメサヤムシガ類として考察する）。しかしながら、今回の調査では、福岡県の秋大豆における子実害虫のうち、カメムシ類、ダイズサヤムシガ、ダイズサヤタマバエの3種が重要であることは明らかで、シロイチモジマダラメイガの被害程度は極めて低かった（第2表）。シロイチモジマダラメイガによる被害の相対的重要度が低下した原因については不明であるが、1978～1979年当時は大豆の転作栽培が始まって間もないこと、福岡県ではカメムシ類に次いで被害が多かったとはいえ、シロイチモジマダラメイガによる子実の被害は極めて低かったことから、大豆栽培の定着に伴って、むしろ他の2種の発生量が適応的に増加したものと思われる。いずれにせよ被害粒率の高さからみて、カメムシ類による被害が群を抜いているといえる。

今回の調査では、カメムシ類による被害粒率は1986年の0.2%から1987年の47.0%まで大きな年次変動を示した（第2表）。カメムシ類による秋大豆子実の被害程度に及ぼす要因の一つに開花期があげられており、開花期が遅くなるほど被害粒率は低下するという^{1,2)}。筆者らも、異なる年次間ではあるが、開花期と被害粒率との関係を検討したところ、同様の傾向が認められた（第6図）。特に、開花期が遅かった1986年は、成虫の侵入数が3種とも極めて少なかったことから、極端な開花期の遅れがカメムシ類の侵入成虫数の減少を招き、その結果、被害粒率の低下につながったものと考えられる。伊藤⁵⁾はイネを加害するホソハリカメムシについて、出穂期の早い水田には多数の成虫が飛来して加害するが、出穂



第6図 カメムシ類による被害粒率と開花期との関係

期の遅い水田では飛来数が少ないと指摘し、その原因として、出穂期が早いと他の好適な餌植物が少ないために集中的な飛来を招き、遅く出穂した時には他に好適な餌植物が多量に存在するため、相対的にイネに飛来する個体数が少なくなるのであろうと推察している。ホソヘリカメムシについても、好適寄主植物間を季節的に移動することが確かめられており⁸⁾、大豆を加害するカメムシ類でもホソハリカメムシと同様の事象が起こっていると推察される。

異儀田ら²⁾は秋大豆子実を加害するカメムシ類のうち、九州北部及び中部ではイチモンジカメムシ、アオクサカメムシ、ホソヘリカメムシの3種が主要種であると報告している。今回の調査でも同様の結果が得られており、福岡県では上記の3種が主要種と考えられる。カメムシ類成虫の飛来侵入時期について、石倉ら⁴⁾は、品種によって着莢期や登熟期が異なっても、莢の伸長期頃から飛来しはじめ、莢伸長期から子実肥大初・中期にピークに達すると報告している。しかし、1985年のイチモンジカメムシ（第2図）、1988年のイチモンジカメムシ及びアオクサカメムシ（第5図）のように開花期頃から既に侵入が始まり、莢伸長期にピークとなる年もあり、成虫の侵入様相は一様ではなく、年次や加害種によって異なるといえる。また、成虫の侵入最盛期が早い場合は幼虫最盛期も早まる傾向にあり、このような発生パターンの違いは子実被害の様相にも影響する可能性がある。すなわち、稚莢期にカメムシ類に加害を受けると不稔を生じたり、早期に落莢するなどの被害を起こすことが知られており^{4,7,11)}、今回のように収穫時の調査のみでは、年によって生育中の被害が反映されていない恐れもある。従って、大塚¹¹⁾や大内・瀬戸口¹²⁾が指摘したように、カメム

シ類による大豆子実の被害を正確に評価するためには、収穫物の稔実莢の分解調査のみでなく、今後は生育中の落莢数なども含めて総合的に検討していく必要があると思われる。

引用文献

- 1) 異儀田和典・岩田岩保 (1979) : ダイズ虫害抵抗性品種育成に関する研究. 第2報 秋ダイズの生態的特性と虫害の品種間差異. 日作九支報46, 40~44.
- 2) 異儀田和典・大庭寅雄・原正紀・大賀康之・百島敏男・亀川昭・乙部逸夫・村社久米夫・竹崎力 (1981) : 九州におけるダイズ虫害の地域性に関する研究. 日作九支報48, 61~64.
- 3) 石倉秀次・永岡昇・小林尚・藤田優 (1952) : 大豆害虫に関する研究 (第1報). 四国地方における大豆の害虫相. 中国四国農試報1, 134~150.
- 4) 石倉秀次・永岡昇・小林尚・田村市太郎 (1955) : 大豆害虫に関する研究 (第3報). カメムシ類によるダイズの被害, カメムシ類の生態及び防除法について. 四国農試報2, 147~195.
- 5) 伊藤清光 (1989) : ホソハリカメムシの生活史に関する研究—特に生息場所間の季節的移動と水田への移動機構—. 農研センター研報14, 39~102.
- 6) 小林尚 (1979) : ダイズ害虫の現状と問題点. 植物防疫33, 98~103.
- 7) 河野哲 (1989) : カメムシ3種によるダイズ子実被害の解析. 応動昆33, 128~133.
- 8) 夏原由博 (1985) : ホソハリカメムシの移動と産卵. 植物防疫39, 153~156.
- 9) 奥俊夫 (1979) : キタバコガ. ダイズ病害虫の手引. 東京: 日本植物防疫協会, pp61~63.
- 10) 奥俊夫 (1983) : 東北地方において大豆を加害するヒメサヤムシガ類 (予報). 応動昆27, 28~34.
- 11) 大塚幹雄 (1961) : イチモンジカメムシの加害時期と大豆の被害について, 九病虫研会報7, 51~53.
- 12) 大内義久・瀬戸口脩 (1982) : 夏大豆及び秋大豆ほ場での害虫の発生相. 鹿児島農試報10, 67~73.

The Annual Fluctuation of the Rate of Damaged Seeds by Several Pod Feeders and Seasonal Occurrence of Three Species of Stink Bugs in Autumn Soybean

YAMANAKA Masahiro, Hiroyuki TAKEMOTO and Tomio TAKASAKI

Summary

From 1979 to 1989 except 1982, the survey of seed damage due to several pod feeders was carried out by dissecting harvested pods of autumn soybean. Mean percentage of damaged seeds by stink bugs was the highest among pod feeders, and was higher in the order of bean podworm (*Matsumuraeses falcana*), soybean pod gall midge (*Asphondylia* sp.). Among seed-sucking stink bugs, three species, *Riptortus clavatus*, *Piezodorus hybneli* and *Nezara annitenata*, were abundant in Fukuoka Prefecture. Adults of these species immigrated into soybean field from flowering stage to earlier pod-elongation stage. Adult density of each species reached a peak from later pod-elongation stage to earlier seed-thickening stage and the peak of nymphal density of each species was three to four weeks after the peak of immigration of adults. Three species passed one generation in soybean field, and both adults and nymphs injured seeds till about harvesting time. The percentage of damaged seeds by stink bugs was lower in the year when flowering stage of soybean was later. Concerning the cause of lower percentage mentioned above, it was considered that adults moved into other suitable host plants when flowering stage of soybean was later, which led to decrease in the number of adults immigrating into soybean fields.

砂壤土水田における田畑輪換方式が作物の生育・収量・ 雑草発生及び土壌理化学性に及ぼす影響

大賀康之・小野正則・平野幸二*

(農産研究所栽培部)

1982~1988年までの7カ年間、排水良好な砂壤土水田における田畑輪換方式が、水稻、大豆及び小麦の生育・収量、雑草の発生、土壌の物理性及び化学性に及ぼす影響について検討した。

1 畑期間が1~2年の田畑輪換(短期輪作)では、水稻及び大豆の収量は水田連作及び畑連作の場合と差がなかった。小麦は田畑輪換の効果が最も大きく、生育がおう盛で多収を得やすいが、倒伏軽減のため施肥及び踏圧等の管理作業を徹底する必要がある。

2 田畑輪換により夏雑草及び冬雑草の発生量は、水田連作及び畑連作に比べて減少し、耕種的雑草防除法としての有効性が認められた。

3 田畑輪換により、土壌中のT-Cは水田連作に比べて減少する傾向にあった。また、畑連作期間が長くなると単粒化が進み、作土のち密度が高まる傾向が見られた。推肥の連用(2 t/10 a)により、各作物の収量は増加し、作土のち密化も抑えられた。

[Keywords: rice plant, soybean plant, wheat plant, paddy-upland rotation system]

緒 言

田畑輪換に関する研究は、戦前から始められ、1940年代以降各地で検討がなされている。1960年代後半からの稲作転換対策、それに続く水田再編対策及び水田農業確立対策の実施に伴い、水田の総合的な生産力を高めるための検討が各地で行われている。田畑輪換の技術的効果としては、①土壌理化学性の向上^{1,4,5,13)}、②病害虫の減少及び連作障害の軽減¹³⁾、③雑草の減少¹¹⁾、④これらの総合効果による水稻及び畑作物の増収^{3,10,12,13)}などが報告されている。しかし、田畑輪換に対する研究は試験事例の段階のものが多く、特に九州地域における報告^{3,4)}は2・3を除いて少ない。

筆者らは、1982年から、砂壤土水田における田畑輪換方式が、作物の生育・収量、雑草の発生、土壌の物理性及び化学性に及ぼす影響について検討し、一応の結果を得たのでその概要を報告する。

試 験 方 法

試験は、1982~1988年の7カ年にわたり、福岡県農業総合試験場の砂壤土水田(中粗粒灰色低地土、排水やや良、地力ややせき薄)で実施した。

試験区の構成は、第1表に示したように、夏作と

して水稻、大豆を作付し、水稻の連年作付(水田連作区)、大豆の連年作付(畑連作区)、水稻及び大豆の1年輪換区(水田1年畑1年区)、それに大豆2年作付後水稻1年作付する2年輪換区(水田1年畑2年区)の4つの輪換方式を設けた。また、冬作は各区とも小麦を作付した。輪換初年目の1982年と最終年の1988年の夏作は、各区とも水稻を作付した。さらに、この4つの輪換方式に堆肥を毎作0.2 t/a施用する堆肥連用区と無施用区を設けた。なお、稲わら、麦わら及び大豆茎は収穫後すべて圃場外へ搬出した。

表1表 試験区の構成

輪換方式	82	83	84	85	86	87	88年
I 水田連作	稲	稲	稲	稲	稲	稲	稲
II 畑連作	稲	豆	豆	豆	豆	豆	稲
III 1年輪換	稲	豆	稲	豆	稲	豆	稲
IV 2年輪換	稲	豆	豆	稲	豆	豆	稲

注) ①夏作の状態を示す。冬作は、すべて小麦を作付。
②稲：水稻，豆：大豆を示す。③輪換方式(I~IV)は第6表まで同様。

供試品種として、水稻は日本晴、大豆はフクユタカ、小麦はチクシコムギ及びニシカゼコムギ(1988年のみ)を用いた。各作物の移植時期及び播種時期は年次によって異なり、水稻は6月22~24日、大豆は7月4~28日、小麦は11月18~21日に行った。

施肥及びその他の管理は慣行栽培に準じて行った。

各輪換方式ごとに作物の生育及び収量、雑草の発生量、輪換最終年次の水稲作付前に土壌硬度(円錐貫入抵抗)及び土壌のT-C, T-Nについて調査した。

結果及び考察

1 水稲収量の推移

輪換方式と年次別の収量の推移について、第2表に示した。水稲の収量は年次によってやや差がみられた。輪換方式と収量についてみると、水田連作区より多収であった試験区及び年次は、1年輪換区では、1988年の堆肥無施用区、1986年の堆肥連用区のみであった。2年輪換区では、1985年は田植直後の集中豪雨による生育遅延が大きく収量が低下したが、2輪換目の1988年はやや多収となった。畑期間5年間を経過した後の還元水田では、水稲の初期生育は劣り、葉色ももう少し経過したが、受光体勢が良く、登熟歩合が向上したため、収量は水田連作よりやや増収した。

一般的には、還元水田における水稲の生育はおう盛となり、連作水田と同等の施肥量では過繁茂による倒伏のため収量の低下や品質が劣化するおそれがあり、施肥量を慣行栽培より減肥することにより生育の安定化が図られるとする報告¹³⁾が多い。しかし本試験では標準施肥量で水田連作区と大きな差は見られなかった。その原因として、本試験に利用した排水が比較的良好で、地力のせき薄な砂壤土水田では、大豆一麦の畑期間が1~2年の場合、還元水田の窒素の発現量は有機物含量の高い埴土や埴壤土に比べて少ないものと推定され、水田連作と同じ標準施肥法で生育・収量には大きな差がなかったものと考えられる。また、畑期間が5年間の還元水田で初期生育が劣った原因として、畑期間中の地力の減退とともに、土壌の碎土性が良好なために単粒化が

第2表 輪換方式と水稲収量の推移 (kg/a)

輪換方式	堆肥有無	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988年
I	無	49.8	43.3	52.1	44.1	50.4	45.3	44.3
	有	49.8	47.2	52.7	46.4	52.3	48.8	50.1
II	無	49.8	-	-	-	-	-	47.1
	有	46.3	-	-	-	-	-	52.6
III	無	46.3	-	48.4	-	49.4	-	48.0
	有	48.3	-	50.6	-	53.3	-	48.1
IV	無	48.8	-	-	38.4	-	-	52.0
	有	51.3	-	-	39.0	-	-	54.1

進み、作土がち密化したことも一因と考えられる。堆肥の連用による増収効果は、水田連作、田畑輪換とも見られ、地力維持と収量性向上のため有機物施用の必要性が示唆された。

2 大豆収量の推移

第3表に輪換方式と大豆収量の推移を示した。大豆の収量は、畑転換初年目は20~22kg/aとやや低収であったが、2年目以降は26~30kg/aの収量が得られた。輪換畑での大豆収量は、各年とも畑連作区と大きな差は見られなかった。畑連作区での大豆収量は、畑転換後2年目に30kg/aの最高収量となり、その後はやや低下したものの、転換後5年目でも比較的収量の低下は少なかった。

第3表 輪換方式と大豆収量の推移 (kg/a)

輪換方式	堆肥有無	1983	1984	1985	1986	1987年
II	無	23.7	30.0	27.6	27.0	26.3
	有	22.3	30.7	28.1	29.5	28.1
III	無	21.6	-	27.3	-	25.8
	有	20.5	-	28.1	-	29.2
IV	無	23.2	30.3	-	27.3	24.7
	有	21.2	33.2	-	28.9	28.1

松村ら^{3,4)}は、大豆一小麦体系での大豆収量は、連作区に比べて輪換区の収量が高いこと、高収量を確保するためには連作年限を3年以内とする必要があることを述べている。佃¹³⁾は、大豆一麦の連作に伴う減収要因として、窒素生成量の減少、根の活性の低下、センチウの増加、立枯性病害の増加などをあげ、輪換によりこれらの要因が回復することを指摘している。本試験では、連作区と輪換区の間には生育・収量に大きな差は見られなかった。その原因として、連作区では特に目立った生育の減退や病害及びセンチウの被害が見られなかったことがあげられる。しかし、連作区及び輪換区とも年数の経過とともに堆肥連用区と無施用区の収量差が拡大する傾向にあり、有機物の施用が大豆の収量維持に有効であることが示唆された。

3 小麦収量の推移

第4表に輪換方式と小麦の収量の推移について示した。小麦の収量は、年次間の変動が大きく、1982年及び1987年は多収、その他の年次はほぼ平年並の収量であった。輪換方式で比較すると、堆肥無施用区では水田連作に比べていずれの輪換方式も収量は高かった。一方、堆肥連用区では1年輪換及び2年輪換区とも水田連作区より増収する年次もあったが、逆に低くなった年次もあった。その原因として、輪

第4表 輪換方式と小麦収量の推移 (kg/a)

輪換方式	堆肥有無	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988年
I	無	34.9	47.6	36.5	42.0	38.4	58.1	40.1
	有	34.9	52.7	37.8	48.2	42.7	64.7	45.7
II	無	32.0	60.1	41.6	53.3	42.3	55.7	36.6
	有	32.9	61.0	43.8	55.7	50.6	49.3	41.2
III	無	32.0	51.6	44.6	55.4	46.1	42.3	42.9
	有	32.2	52.2	31.6	53.1	41.8	45.1	45.6
IV	無	32.8	56.2	47.1	45.3	45.6	54.3	38.7
	有	32.6	51.1	45.4	48.9	51.5	47.5	44.5

換田では、大豆作付後の土壤の碎土性が向上^{1,5)}し、出芽及び初期生育は良好で、穂数の確保は容易となるものの、多収年次には過繁茂・倒伏を招いた^{6,7,9)}ためと考えられる。特に、堆肥連用により平均収量は4~5 kg/a程度高くなるが、同時に倒伏が問題となる。そのため、施肥量及び播種量を減じ^{6,8)}たり、踏圧・土入れなどの肥培管理を徹底する⁹⁾ことが重要である。

4 田畑輪換による雑草発生の変化

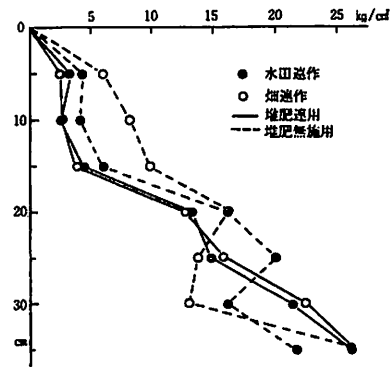
雑草の発生量は第5表に示したように、田畑輪換により、水田雑草ではコナギが減少し、夏雑草では主要な雑草であるメヒシバ及びスベリヒユが減少し、冬雑草ではスズメノテッポウ及びナズナが減少した。一方、畑連作区では夏雑草のメヒシバ及びスベリヒユ、冬雑草のナズナが増加した。このように、耕種的な雑草防除法として田畑輪換は有効な手段と考えられる。

5 田畑輪換による土壤特性の変化

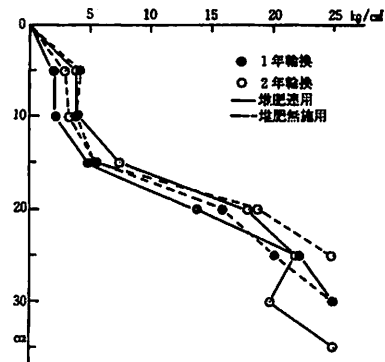
第1図に示すように、畑連作区の土壤硬度は、堆肥無施用区の作土下層で高く、作土のち密化が進んでいる⁴⁾ことがわかった。しかし、堆肥連用区では水田連作区と大差がなく、土壤の物理性維持に有機物の施用効果が大いことが示唆された。また、輪換区では、第2図のように堆肥の有無にかかわらず、土壤の硬度は水田連作区と大きな差は認められなかった。このことは、田畑輪換は有機物の施用がなくても、土壤物理性の著しい劣化を招きにくいこ

とを示していると考えられる。

第6表に土壤の化学性について示した。堆肥の連用により、土壤中のT-C、T-Nは増加したが、水田連作に比べて各輪換方式ともやや低い傾向にあった。水田の畑地化に伴い、土壤中のT-C及びT-Nは減少する報告^{2,4,5)}が多いが、本試験においても同様の傾向がみられ、畑期間が1~2年の短期輪作においても有機物の分解が進みやすいことがうかがわれた。一方、堆肥無施用区では1年輪換区でT-Cが減少したが他の輪換方式では大きな差はなかった。これは、本試験に用いたような土壤中のT-Cが低い水田で、有機物の補給がない場合には、輪換方式にかかわらず土壤中のT-Cは低いレベルで安定しているためと考えられる。



第1図 水田連作及び畑連作区における土壤硬度 (1988年)



第2図 1年輪換及び2年輪換区における土壤硬度 (1988年)

第5表 輪換方式と雑草の発生量 (1985年) (本/m²)

輪換方式	調査対象作物	夏作時の発生本数					冬作(小麦)時の発生本数		
		コナギ	キカングサ	カヤツリグサ	メヒシバ	スベリヒユ	スズメノテッポウ	ナズナ	ヤムグラ
I	水稲	46	70	10	0	0	204	32	0
II	大豆	0	0	193	208	108	24	76	0
III	大豆	0	0	100	10	11	0	12	0
IV	水稲	0	10	0	0	0	0	0	12

第6表 水稲作付前の土壤の理化学性 (1988年)

輪換方式	堆肥連用区		堆肥無施用区	
	T-C	T-N	T-C	T-N
I	2.00	0.18	1.05	0.12
II	1.78	0.17	1.13	0.12
III	1.55	0.17	0.91	0.12
IV	1.57	0.16	1.09	0.10

引用文献

- 1) 神田健一・諸遊秀行 (1986) : 輪換期における作付の違いが土壌の物理性におよぼす影響. 農研センター研報 6, 43-49.
- 2) 前田 要 (1987) : 腐植の潰耗と蓄積. 農業技術体系土壌施肥編 3, 50-53.
- 3) 松村 修・北川 壽・波多江政光・下坪訓次 (1988) : 汎用水田における作付体系と作物生産に関する研究 2. 各種作付体系が作物収量と土壌環境の変動に及ぼす影響. 日作紀 (別 2), 37-38.
- 4) 松村 修・波多江政光・北川 壽・岐部利幸 (1988) : 汎用水田における作付体系と作物生産に関する研究 1. 大豆小麦体系の連続作付が大豆生育収量, 土壌環境に及ぼす影響. 日作紀57 (別 2), 39-40.
- 5) 諸遊秀行 (1983) : 水田輪換に伴う土壌の理化学性の変化. 日本土壌肥科学雑誌54(5), 434-441.
- 6) 大賀康之・平野幸二 (1989) : 大豆後作小麦の栽培法. 福岡農総試研報 A-9, 63-66.
- 7) 大賀康之・平野幸二・三善重信 (1985) : 田畑輪換による作物生産力の推移 第1報 前作の相違が後作小麦の根系および収量に及ぼす影響. 九農研47, 34.
- 8) 大賀康之・平野幸二・三善重信 (1987) : 田畑輪換による作物生産力の推移 第2報 大豆後作小麦の施肥法. 九農研49, 52.
- 9) 大賀康之・小野正則・平野幸二 (1989) : 砂壌水田における田畑輪換方式が小麦の生育・収量に及ぼす影響. 日作九支報56, 86-88.
- 10) 高橋浩之・渋谷梅治郎・飯田克美 (1954) : 田畑輪換栽培に関する研究 第I報 輪換畑期間に於ける生物の生育並びに収量. 関東東山農試研報 6, 1-37.
- 11) 高橋浩之・飯田克美 (1955) : 田畑輪換栽培に関する研究 第II報 田畑輪換栽培による雑草の変移. 関東東山農試研報 8, 14-43.
- 12) 高橋浩之・渋谷梅治郎・飯田克美 (1955) : 田畑輪換栽培に関する研究 第III報 輪換水田期間に於ける水稻の生育並びに収量. 関東東山農試研報 9, 1-47.
- 13) 佃 和民 (1990) : 田畑輪換における輪換年数の設定. 農及園65(3), 385-388.

Effects of the Paddy-upland Rotation System on the Growth and Yield, the Ecological Changes of Weeds and the Physical and Chemical Properties of Soil in Sandy Loam Paddy Field

OHGA Yasuyuki, Masanori ONO and Kouji HIRANO

Summary

To establish the best paddy-upland rotation system, the effects of paddy-upland rotation system on the growth and yield of crops—rice, soybean and wheat plants, the ecological changes of weeds and the physical and chemical properties of soil, were investigated from 1982 to 1988.

- (1) The yield of rice and soybean plants by the short-term rotation did not differ from the yield by the continuous cropping ordinary or upland field. Wheat yield was high by the paddy-up and rotation, but it lodgy occurred.
- (2) The populations of summer and winter weeds were reduced by the paddy-upland rotation.
- (3) Total carbon content of the soil was reduced by the paddy-upland rotation. The top soil hardness was increased in the period of upland fields through five years. The continuous application of barnyard manure increased the yields of crops and the top soil hardness was not increased.

イグサの莖色と莖の窒素含量との関係

中原隆夫・森藤信治・柳本充子・住吉 強

(筑後分場)

イグサの窒素栄養状態を簡易に診断する方法を確立するために、莖のクロロフィルの濃度勾配、莖色の測定法、莖色とクロロフィル含量及び窒素含量との関係、莖色測定の標本数などについて検討を行った。

群落での莖色の測定は、先枯れによる莖の先端の褐変が視野に入るため、困難であったので、個々の莖で色を測定する方法が有効であった。最長莖の中央部付近はクロロフィルの濃度勾配がゆるやかであり、莖色の測定部位として適切であった。

莖色を測定する方法としては、水稲用カラースケールで読み取った値がクロロフィル含量との相関が最も高く、葉緑素計及びグリーンメータを用いる方法よりも優れた。また、水稲用カラースケールで測定した最長莖の中央部の莖色と莖の窒素含量との間には正の相関が認められた。さらに、信頼水準90%、精度5%の場合、莖色の測定に必要な標本数は11株であった。

[Keywords: mat rush, stem color, color scale, nitrogen content]

緒 言

イグサの普通刈栽培の窒素施用量は10アール当たり55kgであり、水稲の約5倍ときわめて多く、多肥栽培の影響はイグサの収量、品質のみならず、イグサ跡地水稲の倒伏や品質低下、クリークの富栄養化などにも及んでいる。

過剰な基肥や早期の追肥は、春季のイグサの莖色を濃く、初期生育を旺盛にし、農家の間で「早ぼこり」と呼ばれる早出来状態を招き、長莖の減収や先枯れの原因となる¹⁾。また、5月の日照時間が長莖の収量に及ぼす影響が大きいとの報告もある⁴⁾。これらのことは、光合成の環境を整え、生育を揃えるために、5月中旬に行われる先刈りで、残された同化部分の莖色と莖表面積が物質生産に及ぼす影響が大きい⁵⁾ことを示唆している。つまり、先刈時に最適な莖色と莖表面積を確保することが極めて重要である。このため、先刈前に生育量や窒素栄養状態を的確に把握し、これをもとに追肥の時期や量、先刈条件などにより生育制御を行う必要がある。

そこで、1986-1989年(収穫年次)にかけて、イグサの窒素栄養診断と生育制御技術について検討した。その結果、イグサの莖色の測定法及び莖中窒素含量について2, 3の知見が得られたので報告する。

試 験 方 法

本試験は1986年から1989年まで、三潴郡大木町福岡農総試筑後分場のイグサ水田4号圃と7号圃で

行った。土壌条件は筑後川下流域の河海成堆積細粒灰色低地土(LiC/LiC-HC)である。作期は普通刈栽培で品種は「いそなみ」を用いた。基肥窒素量及び有機物施用の有無により生育、莖色が異なる試験区で試料を採取した。

1 莖のクロロフィルの濃度勾配

標準区の生育中庸な1株を採取した。植付け時の莖を0番とし同一分けつ列の古い莖から新しい莖へと順に番号を付けた。また、それぞれの莖について地際から10cmごとに切り取り、細断したのち、80%アセトンで抽出してMacKinney法によりクロロフィル含量を測定した。

2 莖色の測定法

最長莖の中央部で莖色を測定したのち、中央部を中心とする10cmを切り取りクロロフィル含量を測り、両者の相関を求めた。

莖色の測定には次のものを用いた。富士平工業製のグリーンメータCT-101は、イグサの莖の径にあわせたアダプターを装着して用いた。ミノルタ製の葉緑素計SPAD-501の場合は、莖を展開して髄を除いたのちに測定した。富士フィルム製の水稲用カラースケールの場合は、晴天時の10時から15時頃に、太陽を背にして最長莖の中央部をカラースケールにあてて小数点以下第1位まで読み取った。

3 莖色、クロロフィル含量と窒素含量との関係

1987年は4月10日、4月24日に、1988年は4月10日、5月6日に、いずれも先刈前に測定した。水稲用カラースケールを用いて1株の最長莖の中央部の

茎色を測定し、さらに、1株の最長茎の中央部10cmのクロロフィル含量を測定した。また、10株を採取し、乾燥粉碎してケルダール法で茎中窒素含量を測定した。

4 茎色測定の本数

1989年の4月7日に茎色が異なる3区で、5名のパネルにより水稲用カラースケールを用いて、1試験区当たり50反復の測定を繰り返し、個人茎色値とグループ茎色値との関係を求めた。また、パネルの個人茎色値の変動係数をもとに、茎色測定時の必要最少標本数を次式⁶⁾で算出した。 $n \geq t^2 \cdot c^2 / \epsilon^2$ 、ただし、 n は標本数、 t は信頼水準係数(68%=1.00, 90%=1.64)、 c は変動係数、 ϵ は精度(5%)である。

結果及び考察

1 茎のクロロフィルの濃度勾配

イグサの窒素栄養状態を茎色で診断する場合に、イグサ田の群落を測定する方法と個々の茎を抜き取って測定する方法が考えられる。まず、水稲用カラースケールでのイグサの群落における茎色診断の可能性を検討した結果、先枯れによる茎の先端の褐変が視野に入るため、群落で茎色を測定することは困難であった。そこで、個々の茎で茎色を測る方法を採用した。

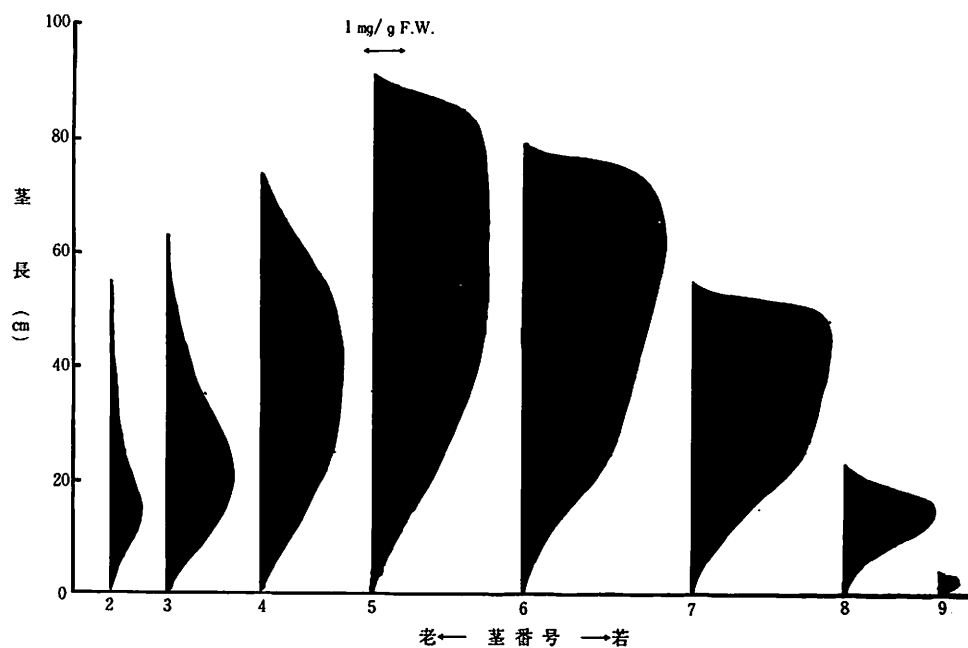
イグサの茎には、クロロフィルの濃度勾配²⁾がみ

られることから、茎色を測定する部位としては、クロロフィルの濃度勾配が小さい部分が適当と考えられた。クロロフィルの濃度勾配を生育時期を変えて3年間で11回測定した結果、時期を問わず同じ傾向がみられた。ここでは、1987年5月13日の結果を第1図に示した。イグサの茎は同一分けつ列の中で、老茎から若茎にかけて、クロロフィルの含量が高くなる傾向が認められた。一部の老茎を除くと、いずれの茎も地際付近のクロロフィル含量は低く、中央部または中央部から少し先端よりのところにピークがきて、そこから先端部にかけて低下した。若い茎

第1表 茎色の測定法とクロロフィル含量との関係(1986年)

測定法	相関係数	クロロフィル含量の単位	測定数
葉緑素計	0.511*	$\mu\text{g}/5\text{cm}$	53 ^{A)}
葉緑素計	0.076	$\mu\text{g}/\text{cm}^2$	53 ^{A)}
葉緑素計	0.115	$\text{mg}/\text{gF.W.}$	53 ^{A)}
グリーンメータ	0.696**	$\text{mg}/\text{gF.W.}$	25 ^{B)}
カラースケール	0.983**	$\text{mg}/\text{gF.W.}$	14 ^{C)}
カラースケール	0.860**	$\text{mg}/\text{gF.W.}$	25 ^{B)}
カラースケール	0.937**	$\text{mg}/\text{gF.W.}$	15 ^{D)}

注) A)は4月4日, B)は6月11日, C)は6月3日, D)は7月2日に測定した。



第1図 同一分けつ列の茎のクロロフィルの濃度勾配(1987年5月13日)

では中央部から先端部にかけてのクロロフィル含量が高く、濃度勾配も非常に大きかった。一方、最長茎では中央部付近のクロロフィルの濃度勾配は非常に小さかった。したがって、ばらつきが少なく、安定した茎色値を得るためには、最長茎の中央部で測定することが適当と考えられた。

2 茎色の測定法

葉緑素計、グリーンメータ及び水稲用カラースケールを用いて測定した1株の最長茎の中央部の茎色値とクロロフィル含量との関係を第1表に示した。葉緑素計の場合、単位茎表面積当たり、単位生重当たりのクロロフィル含量と測定値との間には全く相関がなく、単位長さ当たりのクロロフィル含量と測定値との間に低い相関がみられた。しかし、茎を切り開くときに細い亀裂を生じるため、光が漏れ、測定値が安定しなかった。また、グリーンメータの測定値とクロロフィル含量との間には正の相関 ($r = 0.696$) が認められたが、透過光以外に茎とアダブ

ターの周辺の乱反射光も測定されるために、測定値のばらつきが大きかった。

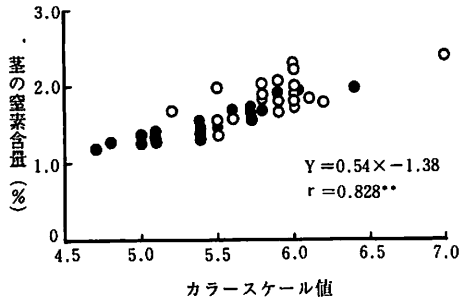
一方、水稲用カラースケールの測定値とクロロフィル含量との間には3時期ともに高い正の相関 ($r = 0.983$, $r = 0.860$, $r = 0.937$) が認められた。

以上の結果より、イグサの茎色を測定する方法としては、水稲用カラースケールが有効であることが明らかになった。

3 茎色、クロロフィル含量と窒素含量との関係

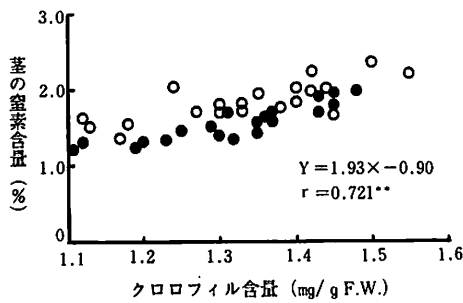
最長茎の中央部の水稲用カラースケール値と群落の茎中窒素含量との間には正の相関 ($r = 0.828^{**}$) が認められた (第2図)。また、最長茎の中央部のクロロフィル含量と群落の窒素含量との間にも正の相関が認められた (第3図)。

以上の結果より、最長茎の中央部の茎色と群落の窒素含量との間には密接な関係があり、群落の窒素栄養状態を1株の最長茎の中央部の茎色で簡易に診断できるものと考えられる。



第2図 最長茎の中央部のカラースケール値と茎の窒素含量との関係

○：1987年4月10日，4月24日
●：1988年4月10日，5月6日



第3図 最長茎の中央部のクロロフィル含量と茎の窒素含量との関係

○：1987年4月10日，4月24日
●：1988年4月10日，5月6日

第2表 個人茎色値 (x) とグループ茎色値 (y) との関係 (1989年)

パネル	r^2	一次回帰式
A	0.948	$y = 0.94x + 0.49$
B	0.916	$y = 0.87x + 0.62$
C	0.912	$y = 0.89x + 0.66$
D	0.916	$y = 0.95x + 0.12$
E	0.848	$y = 0.88x + 0.63$

注) 測定数は150本。

第3表 イグサの茎色測定の必要最少標本数

パネル	変動係数	必要最少標本数(本)	
		信頼水準68%	信頼水準90%
	%		
A	9.7	4	11
B	8.5	3	8
C	9.8	4	11
D	7.1	3	6
E	9.3	4	10

注) 測定数は50本。

4 茎色測定の本標本数

パネルの個人茎色値 (x) とグループ茎色値 (y) との関係は一次回帰式で表された (第2表)。パネルの個性により、カラースケールの値を過大に、あるいは過小に評価する傾向が認められた。そこで、真鍋ら³⁾が指摘しているように、実際の測色に当たっては、個人茎色値とグループ茎色値との回帰式を用いて補正する必要があると考えられる。

また、1試験区当たり50反復の測定値の変動係数はパネルの間で異なり、7.1~9.8%の範囲であった。最も大きい変動係数の9.8%をもとに算出した必要最少標本数は信頼水準90%、精度5%の場合、11株であった (第3表)。結局、11株を単純任意抽出して、最長茎の茎色を測定すれば、その標本平均値が母平均値の±5%以内に入る確率は90%以上であることが期待される。

つまり、晴天時の10~15時頃に、イグサ田から任意に11株を選び、太陽を背にして、最長茎の中央部を水稲用カラースケールにあてて、茎色を測定することにより、イグサの窒素栄養状態を診断することが可能であると考えられる。

引用文献

- 1) 浜田四郎・下山根義行・定平正吉・赤木豊樹 (1978) : イグサの先枯に及ぼす施肥の影響について. 広島農試報告40, 111~118.
- 2) 兼子 明・田中忠興・中村 駿・住吉 強 (1982) : イグサの窒素施用量と品質の関係. 福岡農総試研報A-1, 39~42.
- 3) 真鍋尚義・今林惣一郎・古城斉一・木崎原千秋 (1982) : 色票による水稲の栄養診断 第1報 色票の実用性とその利用法. 福岡農総試研報A-1, 9~16.
- 4) 森藤信治・住吉 強・中原隆夫 (1987) : イグサの生育・収量と気象との関係. 福岡農総試研報A-6, 59~64.
- 5) 土屋幹夫・小合龍夫 (1982) : イグサの生産過程の解析 第1報 「先刈」作業が茎数の増加, 茎の伸長および乾物生産に与える影響. 日作紀51 (1), 126~131.
- 6) 津村善郎・築林昭明 (1986) : 岩波全書, 標本調査法, 69~70.

Relationship between Stem Color Value and Nitrogen Content of Mat Rush Stem

NAKAHARA Takao, Nobuharu MORIFUJI, Mitsuko YANAGIMOTO and Tsuyoshi SUMIYOSHI

Summary

Yield and quality of mat rush were influenced by stem color and biomass at top clipping time. Evaluation of stem color was very important to improve application of nitrogen fertilizer and control top clipping method. This experiment was carried out to determine stem loci for evaluation, to select optimum method for stem color evaluation, to analyze the relationship between stem color and nitrogen content, to estimate adequate sample size.

The results are summarized as follows:

- (1) Gradient of chlorophyll content of individual stem within same tiller was measured. It was stable at middle of longest stem, which was suitable for evaluating stem color.
- (2) To evaluate stem color, three methods were compared. Stem color evaluated with color scale used for rice was closely related to chlorophyll content, but stem color evaluated with Chlorophyll Tester 'CT-101' and 'SPAD-501' was not related.
- (3) Value of color scale and chlorophyll content were closely related to nitrogen content. Correlation coefficients were 0.828 and 0.721, respectively. From these results, it can be conclude that color scale used for rice is adaptable to nitrogen diagnosis of mat rush.
- (4) Adequate sample size in evaluating stem color was estimated based on coefficient of variance. Required least sample size was 11 tillers in 90% confidence level and 5% assurance.

イグサ水田における有機物の施用効果

森藤信治・中原隆夫・住吉 強・松井 洋

(筑後分場)

イグサ水田の地力維持のために施用した有機物の、低温時における土壌中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量の推移及びイグサの生育、収量、品質に及ぼす効果について検討し、次の点を明らかにした。

- 1 1~2月の土壌中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量には、地温の影響が大きい。また有機物との関係はその種類によって異なり、牛ふん厩肥では初期に高く、稲わら施用の場合は年次による差が大きかった。
- 2 4月の土壌中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量は全般的に少なく、有機物の種類や基肥の有無による差がほとんどなかった。
- 3 2月下旬の土壌中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量と4月上旬の生育度(茎長×茎数×茎色÷100)の間には指数曲線回帰に当てはまる関係があった。
- 4 有機物、特に稲わらの施用によって、3~4月の茎色が濃くなり、茎の伸長が良好となって収量が増加した。茎の充実度や硬度の有機物施用と無施用との差は小さく、原草品質への悪影響はなかった。

[Keywords: mat rush, organic materials, soil productivity, growth, yield]

緒 言

最近、本県のイグサは、植付時期の早進化、基肥の多量施用等により、初期生育がおう盛で早出来傾向が強い。このため、後半の生育が鈍化し、長茎(105cm以上の茎)となる新芽の出芽が少なく、収量が不安定で品質も低下する傾向がみられる³⁾。また、水田の浅耕化、透水不良、有機物資材の施用不足、連作等による土壌環境の悪化等が生じている。これらの解決策として、作期に応じた品種の普及^{2,5)}や栽培法の改善⁴⁾を図るとともに、地力維持のために稲わらや堆肥等の有機物及び土壌改良資材の施用が行われている。

イグサは基肥施用後5月上旬の第1回追肥まで約5カ月間肥料を施用しないため、追肥前では、イグサが利用する窒素のうち、土壌から供給される無機態窒素の占める割合が大きいと考えられる。しかし、追肥開始までの期間の土壌窒素発現量や、それがイグサに有効に利用される時期はまだ明らかになっていない。また、冬期の土壌窒素発現が、長茎に発達すべき新芽の形成や先刈後の茎の伸長並びに収量、品質に及ぼす影響も解明されていない。現在、イグサ生育期間中の土壌窒素の時期別発現量を予測しようという試み¹⁾もあり、これらが明らかになれば、適正な施肥設計や肥培管理に役立つものと考えられる。

このようなことから、有機物を施用した場合の追肥前までの土壌中 $\text{NH}_4\text{-N}$ の推移と、イグサの生育、収量、品質との関係について検討したので、その結

果を報告する。

試 験 方 法

三潁郡大木町八町牟田、福岡農総試筑後分場内圃場(河海成堆積・細粒灰色低地土、LiC/HC、減水深2mm/日)で、品種「いそなみ」を供試し、稲わら区(40kg/a)、牛ふん厩肥区(150kg/a)及び無施用区を設け、有機物については1987~'88年(植付年、以下同じ)の植付1カ月前に毎年施用した。なお、それぞれの区について、標準肥料(N 5.5kg/a P_2O_5 1.3kg/a K_2O 4.7kg/a、うち基肥 N 0.6kg/a P_2O_5 0.5kg/a K_2O 0.5kg/a)と無肥料を設定した。また、植付けは1987年12月9日及び1988年12月7日で、刈取りは両年とも7月17日に行った。その他の栽培法は普通刈栽培の耕種基準に準じた。

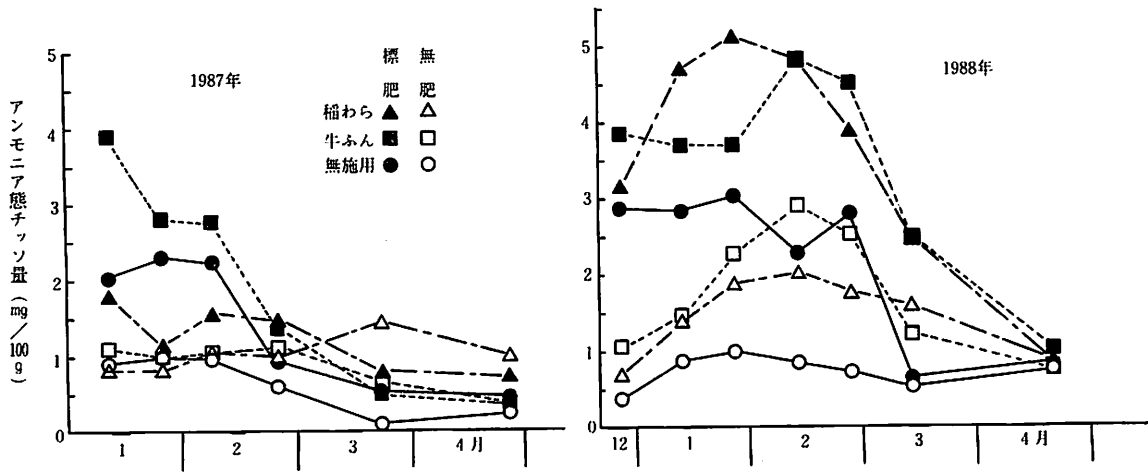
土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 量はコンウェイ法で測定し、イグサの茎色は水稻用葉色板を用いて、1株の最長茎の中央部を調査しカラースケール値で表示した。

結 果 及 び 考 察

1 生育概況

1987年は植付後から翌年1月まで気温が高く日照時間も多かったので、茎数の増加は平年を上回り、先刈期まで多かった。しかし、長茎となる新芽の出芽数が少なく、また、伸長充実期の降水量が少なかったことから収量は平年より少なかった。

1988年は近年まれにみる暖冬と多雨により茎数が著しく多く早出来となった。また、5月の低温と日照不足により、長茎となる新芽の出芽数が少なく、



第1図 土壤中NH₄-N量の推移

さらに6月中旬～7月上旬の低温と少雨により、茎の伸長が劣り収量は少なかった。

2 土壤中NH₄-N量の推移

1～2月の土壤中NH₄-N量は、全般に年次間差が大きく、1987年に比べて1988年で多かったが、両年とも有機物の種類により明らかに差が認められた。有機物施用による土壤中NH₄-N量は、牛ふん厩肥(標準肥料)では両年とも早い時期から高い傾向があり、稲わら(標準肥料)では1987年は無施用より

第1表 月別積算地温(℃)の推移

年次	12月	1月	2月	3月	4月
年					
1987	260	213	193	328	493
'88	236	262	250	344	518

注) 地表下5cmの測定値

第2表 生育調査

植付年次	試験区	先刈前		6月6日		刈取期		茎色		
		茎長	茎数	茎長	茎数	茎長	長茎数	3月	4月	5月
1987	稲わら 標準肥料	cm	本/株	cm	本/株	cm	本/株			
		54	59	106	110	144	61	6.4	6.3	4.6
	無肥料	48	42	84	67	98	—	5.0	5.5	4.6
		牛ふん 標準肥料	53	58	106	102	144	64	6.3	6.1
無肥料	50		47	85	69	99	—	6.2	5.8	4.3
	1988	無施用 標準肥料	50	56	99	99	139	54	6.0	5.8
44			42	81	73	105	—	5.4	5.2	4.2
稲わら 標準肥料		64	84	102	119	149	71	6.0	6.0	4.4
		59	58	79	80	90	—	5.7	5.7	4.3
牛ふん	標準肥料	62	71	99	107	145	70	5.8	5.8	4.4
		60	73	83	92	93	—	5.9	5.6	4.5
	無肥料	60	76	96	114	144	64	5.6	5.5	4.3
		50	58	81	73	102	—	5.7	5.4	4.2

注) ①先刈前の調査日: 1987年は'88年4月28日, 1988年は'89年5月1日

②茎色の調査日: 1987年は'88年3月18日, 4月4日, 5月9日

1988年は'89年3月22日, 4月5日, 5月9日

少なく、1988年は1月に牛ふん厩肥を上回るほど多かった。稲わら施用（標準肥料）の場合、土壤中NH₄-N量が1987年に少ないのは稲わら分解のための窒素の取り込みに消費されたためと推察され、1988年に多いのは暖冬による地温の上昇（第1表）によって稲わらの分解が促進された結果と考えられる。また、1987年の稲わら施用の無肥料で3月以降やや高くなったのは、稲わら分解によって窒素が放出されたためと推察される。

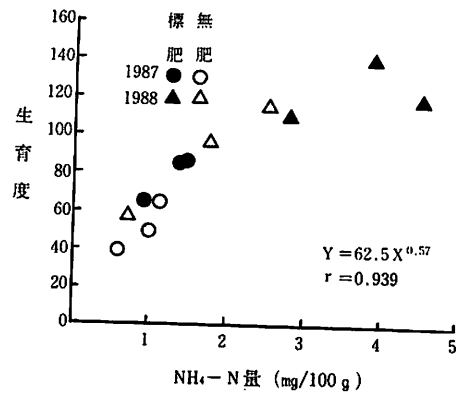
4月には有機物施用区に窒素量は減少し、有機物の種類や基肥の有無にかかわらず区間の差はほとんど認められなくなった（第1図）。この要因として、イグサの生育が活発となり、窒素の吸収が盛んになって土壤からの窒素供給を上回ったことが考えられる。

このことから、追肥前までの土壤中のNH₄-N量は1～2月に多く、また、有機物施用の効果は年次により異なるが、これには冬期の気象、特に地温が大きく影響しているものと考えられる。

3 生育

暖冬で地温が高く1～2月の土壤中NH₄-N量が1987年より多く推移した1988年は、1987年に比し生育がおう盛であった。また、有機物施用（標準肥料）は兩年とも生育が良好であり、無肥料の場合も有機物施用の有無で生育に差が認められた（第2表）。

3～4月の茎色は有機物施用区が濃い傾向にあり、特に稲わら施用（標準肥料）の場合に濃かった。しかし、5月上旬の追肥前には区間による茎色の差は



第2図 2月下旬の土壤中NH₄-N量と4月上旬の生育度との関係

ほとんど認められなくなった。これは4月の土壤中NH₄-N量の区間差がほとんどなくなったためと考えられる。したがって、冬期の土壤窒素量が生育及び茎色に与える影響は大きいものと推測される。

なお、2月下旬の土壤中NH₄-N量と4月上旬の生育度（茎長×茎数×茎色÷100）の間には指数曲線回帰に当てはまる関係があり（第2図）、2月下旬の土壤中NH₄-N量は、生育診断予測を行う上で重要な指標になるものと考えられる。

4 収量、品質

有機物施用によって、イグサの生育は良好となり増収傾向が認められた。また、有機物施用によって、

第3表 収量、品質調査（標準肥料）

植付 年次	試験区	長茎重 kg/a	同左 標準 比率 %	1 m 乾茎重 g/100本	長茎 先枯 歩合 %	長茎 変色 茎数率 %	硬度 (%)		
							30～40	50～60	90～100*
1987	稲わら	99.0	117	41.0	4.1	11.0	79.1	69.0	41.0
	牛ふん	98.4	116	39.5	4.8	12.0	81.1	68.7	41.7
	無施用	84.8	100	41.0	3.9	11.0	81.8	69.1	42.3
1988	稲わら	100.5	111	36.5	4.0	6.5	73.7	60.4	40.5
	牛ふん	96.6	107	36.1	4.1	6.7	76.7	61.8	52.2
	無施用	90.4	100	37.6	4.4	7.1	81.7	66.1	43.4

注) *は根元からの測定部位 (cm) を示す。

イグサが畳表の材質として軟らかくなることが懸念されたが、1 m 乾茎重(茎の充実)及び硬度の無施用との差は小さく、原草は緑味が強くなり色調が良好であった(第3表)。

以上の結果から、有機物を施用した場合、初期生育が良好になるとともに、後半の生育の鈍化もなく収量が増加し、原草の品質に対する悪影響もないことが明らかになった。

したがって、施肥量が多いイグサ栽培においても、有機物を施用することは、イグサ体の活力低下を少なくし、気象変動の影響を緩和できるものと考えられる。

良質イグサの安定生産のための地力維持を図る上からも、有機物を施用することは重要であるので、イグサ栽培地帯では、比較的入手しやすい稲わらの積極的な利用が望まれる。この場合、土壌窒素の推移を栄養診断等で適正に把握した上で施肥法の改善を行えば、さらに高い効果が期待できる。

引用文献

- 1) 郡司掛則昭・足立士朗(1988)：イグサ水田土壌の土壌窒素発現量の推定。九農研50, 94.
- 2) 森藤信治・住吉 強・井上恵子・北原郁文・中原隆夫(1984)：福岡県におけるイグサの早刈栽培用品種「ふくなみ」。福岡農総試研報A-4, 59~62.
- 3) 森藤信治・住吉 強・中原隆夫(1987)：イグサの生育・収量と気象の関係。福岡農総試研報A-6, 59~64.
- 4) 森藤信治・中原隆夫・住吉 強(1988)：イグサ品種「いそなみ」の安定栽培法。福岡農総試研報A-8, 73~78.
- 5) 住吉 強・福嶋恵子・北原郁文(1984)：福岡県におけるイグサの良質品種いそなみ。福岡農総試研報A-3, 17~20.

Effects of Organic Materials Applied to a Mat Rush Paddy Field

MORIFUJI Nobuharu, Takao NAKAHARA, Tsuyoshi SUMIYOSHI and Hiroshi MATSUI

Summary

This study was conducted to clear the change of quantity of nitrogen in the soil under the low temperature and the effects to growth, yield and quality of mat rush in case of applying organic materials to a mat rush paddy field.

The results obtained were as follows:

- (1) The quantity of nitrogen in the soil from January to February was influenced by ground temperature. In case of the cattle manure, it was high, but, differed by year in case of the rice straw.
- (2) The quantity of nitrogen at April decreased regardless of application of any organic material or amount of basal dressing.
- (3) There were exponential correlations between the quantity of nitrogen at February and growth index (stem length \times stem number \times stem color \div 100) at April.
- (4) By the dressing of organic materials, especially the rice straw, the stem color from March to April changed to deep green, the long stems increased and a good yield and quality was obtained.

イ製品におけるダニ類の採取方法と防除対策

松井 洋・北原郁文・村上康則・田中忠興

(筑後分場)

最近、問題となっているイ製品（畳表、花筵）のダニ類について、畳表からの採取方法、イ製品産地段階におけるダニ類の発生状況及び防除法について検討した。

ダニ類の採取方法では、衛生害虫分野で行われているツルグレン法、ダーリング液懸濁法はダニ類の採取が少なく、実用的ではなかった。畳表をほぐしてイグサをアルコールで洗浄する方法が最も多くのダニ類が採取できた。ダニ類は使用済みの古畳からは多数採取できたが、産地段階における出荷前のイ製品からはごく少数しか採取されなかった。ダニ類の防除にあたっては出荷前程度の発生数であれば、パラジクロルベンゼン処理が有効であった。

[Keywords: mite, tatami, gathering method, prevention]

緒 言

近年、梅雨時から初秋にかけての高温多湿な時期に畳やカーペットに発生するダニ類による人の被害が多発している。

ダニ類が増殖する好適条件は温度25～28℃、湿度60%以上であり⁴⁾、最近の住宅はエアコン、アルミサッシの普及等の建物、生活様式の変化により1年を通して、好適条件が保たれるようになってきている。これらの環境はかびの発生を促し、次いで、かびをえさとするコナダニ、チリダニ等のダニ類を発生させている。その後、これらのダニを捕食する刺咬性のツメダニなどが発生する。

被害を及ぼすのは皮膚を刺すツメダニをはじめコナダニ、チリダニなど、いずれも室内の塵に混じって生息する種類である。被害は刺されてかゆみを感じる程度の軽いものから気管支ゼンソクなどアレルギー疾患のアレルゲンとなる例¹⁾まで多様でその実態は不明な点が多い。

以上のようにダニ類は衛生害虫として問題となっているが、畳表のダニ類の実態に関する報告はない。そこで、まず、畳表に発生したダニ類の採取方法を検討し、次に、産地段階の出荷前のイ製品（畳表、花筵）と使用済みの古畳におけるダニ類の発生実態、及び防除法について検討したので、その結果を報告する。

なお、本研究を行うに当たりダニ類の採取方法について御教示頂いた福岡県衛生公害センター専門研究員山崎正敏氏に深く感謝する。

試 験 方 法

1 ダニ類の採取方法

現在、衛生害虫分野ではダニ類の採取は室内塵から採取する方法が行われている。この採取方法として行われているツルグレン法³⁾及びダーリング液懸濁法²⁾並びに独自の手法としてアルコールで洗浄する方法について1987年に検討を行った。

ツルグレン法は畳表をほぐしてロート状の容器に入れ、電球の熱と光によってダニを下に追い出して採取する方法で、60W 1個、40W 3個の電球を用いて1日8時間、4～6日間、照射した。

ダーリング液懸濁法は直接懸濁と残渣懸濁²⁾による採取を行った。直接懸濁による採取は畳表をほぐして、1%中性洗剤液で表面をぬらし、さらに、ダーリング液を加えてよくかき混ぜて30分間静置後、イグサを取り除き、ろ過した。残渣懸濁はほぐしたイグサをロータップ式ふるい振とう機で、5分間振とうし、200メッシュのふるいに残った残渣を中性洗剤液でぬらし、さらに、ダーリング液を加えてよく攪はんし、30分間静置ろ過後、ろ紙上に残ったダニ類を採取した。

アルコール洗浄法については表面洗浄と分解洗浄の2つの方法を行った。表面洗浄は畳表の表面を70%アルコールで洗浄後、液をろ過し、ろ紙上のダニ類を採取し、検鏡した。分解洗浄は畳表をほぐした後、1本ごとに同濃度のアルコールで洗浄し、その液をろ過し採取した。

以上の3方法についてダニ類の発生が確認された古畳表30×30cmを切り取り、4反復で採取を行った。

2 ダニ類発生の実態調査

家庭内で発生したダニ類がイ製品に原因があるとして産地段階から発生したものであるのか、あるいは生活環境が原因で発生したものであるのかを明らかにするため、出荷前のイ製品と古畳のダニ類数を

比較した。

調査試料は畳床に縫着する直前の畳表、産地の問屋で1カ月、6カ月、1年間保管された花筵及び表替えに出された畳表についてダニ類の調査を行った。採取は1988年9月、1枚のイ製品(畳表、花筵)から20×20cmを切り取り、4反復としアルコール洗浄法によって行った。

3 防除方法

ダニ類は家屋外から容易に移動すること、或は環境が好適な高温多湿になることなどにより、産地段階のイ製品に多発する場合もあると考えられる。そこで、保管中の畳表について、薬剤や包装によるダニ類の防除効果を検討した。

調査試料は2畳の畳表を4つ折りして用いた。ダニ類の採取は1989年9月、1枚の畳表から20×20cmを切り取り、4反復としアルコール洗浄法で行った。

試験区は薬剤の種類及び薬剤処理後の包装方法を第1表のように組み合わせ設定した。有機リン系殺虫剤は、水和剤を用いると、水分によってイ製品を変質させる恐れがあるため、油剤を用いた。農家や問屋では生産した畳表をゴザで覆って保存していることから、有機リン系油剤は被覆用のゴザに噴霧して畳表を包み込んだ。パラジクロロベンゼンは畳表の中に一定の間隔で置いた。

第1表 防除薬剤及び包装法

試験区	薬剤名・処理量	包装法
A	有機リン系油剤 (PS油剤) 100ml/m ²	ゴザ被覆
B	パラジクロロベンゼン 8g/m ² (衣類用防虫剤 品名ネオパラエース)	ビニール袋
C	〃	ターポリン紙
D	〃	室内放置
E	無処理	ビニール袋
F	〃	ターポリン紙
G	〃	室内放置

結果及び考察

1 ダニ類の採取方法

ツルグレン法ではダニ類が採取できなかった(第2表)。これは電球の光と熱がイグサにさえぎられて容器の下部まで届かなかったことによると考えられる。また、採取に数日を要するので多数の試料を調査するのに不向きであった。

ダーリング液懸濁法ではダニ類を採取できたが、

第2表 採取方法と採取ダニ類数(匹/900cm²)

採取方法	採取ダニ数	
ツルグレン法	0	
ダーリング液懸濁法	直接懸濁	9
	振とう後の懸濁	2
アルコール洗浄法	表面洗浄	22
	分解洗浄	321

数は少なかった。また、直接懸濁の場合、ダニ類と染土とを分離するため、遠心分離(3000rpm)したが、微細な染土が液に分散し、ろ過の際目づまりをおこしやすかった。残渣懸濁はふるいに残った残渣をろ過し採取したが、作業が煩雑で採取に長時間を要した。

以上の結果、ツルグレン法、ダーリング液懸濁法は、採取方法として不十分で実用性のないことが明らかになった。

アルコール洗浄法における表面洗浄は、比較的簡単で、短時間に採取できるが、採取後の畳表のイグサ間にダニ類が残っているのが認められた。畳表はイグサが織り込まれているため、イグサ間のダニ類までは採取できなかったものと考えられる。

分解洗浄についてはやや時間を要するが、ツルグレン法、ダーリング液懸濁法よりも操作が簡便で、しかも極めて多数のダニ類が採取できた。しかし、ダニが染土にまみれているため、染土とダニとの見分けがつきにくく、検出に時間を要した。またアルコールが気化し、人が吸入するため、採取時に十分な換気を行う必要がある。今後はダニと染土とを簡便に分離する方法について検討する必要がある。

以上のように、畳表からのダニ類の採取方法としては、畳表をほぐして1本ごとにアルコールで洗浄する方法が多くのダニ類を採取でき、最も適切な方法と考えられる。

2 ダニ類発生の実態調査

出荷前のイ製品(畳表、花筵)と古畳表のダニ類採取の結果を第3表に示した。

畳屋で床付け直前の畳表からはダニ類全体として少数しか採取されず、その中でもツメダニは採取されなかった。花筵については通常問屋で5~6カ月間保管するが、3カ月保管した花筵からはコナダニ、ホコリダニが極くわずかに採取されたが、6カ月及び、1年間保管したのものからは採取されなかった。これに対し、使用済みの古畳からは多くのダニ類が採取

第3表 イ製品の出荷前と古畳のダニ類数の比較 (匹/400cm²)

イ製品	No.	コナダニ	ツメダニ	ホコリダニ	ササラダニ	その他	合計
新 畳	1	2	0	4	2	0	8
	2	1	0	3	1	0	5
	平均	1.5	0	3.5	1.5	0	6.5
花 筵	1 (3カ月)	1	0	1	0	0	2
	2 (6カ月)	0	0	0	0	0	0
	3 (1年)	0	0	0	0	0	0
古 畳	1	100	28	270	35	129	562
	2	463	56	572	100	260	1451
	3	90	32	121	158	128	529
	4	488	22	434	84	64	1092
	平均	285	35	349	94	145	909

注) その他は採取の際、個体が分解し、種類が半別不可能となったもの。

され、コナダニ、ホコリダニが多く、ツメダニの発生も認められた。

以上のように、産地段階でのイ製品のダニ類の発生は極くわずかであり、ダニ類は家屋内外を容易に移動することを考えると、家庭内の多発は産地で発生したものを持ち込むというより、家庭内の移動や生息の好適条件が大きく影響しているものと考えられる。

3 防除方法

防除方法の結果を第4表に示した。

ダニ類の発生は対照の無処理区でも多発せず中程度の発生であり、ダニ類の中ではホコリダニが最も多く、その他コナダニ、ササラダニなどの発生がみられたが、ツメダニの発生は認められなかった。

薬剤の効果についてみると、パラジクロルベンゼン処理区 (B, C, D区) は包装区、無包装区とも

第4表 防除法とダニ類数 (匹/400cm²)

試験区	薬剤	包装法	コナダニ	ツメダニ	ホコリダニ	ササラダニ	その他	合計
A	有機リン系油剤	ゴザ被覆	1	0	5	0	2	8
B	パラジクロルベンゼン	ビニール袋	0	0	1	0	0	1
C	〃	ターポリン紙	0	0	1	0	0	1
D	〃	室内放置	0	0	1	0	0	1
E	無処理	ビニール袋	2	0	5	0	0	7
F	〃	ターポリン紙	1	0	5	0	0	6
G	〃	室内放置	2	0	8	3	2	15

注) その他は採取の際、個体が分解し、種類が半別不可能となったもの。

ダニ類の発生がわずかで、ホコリダニが少数認められた程度であった。有機リン系油剤処理区 (A区) では、ダニ類数は無処理区の約半数で効果は認められたが、パラジクロルベンゼン区よりも効果が劣った。包装による処理はビニール袋、ターポリン紙ともに効果は認められたが、十分ではなかった。

以上のように、産地段階程度のダニ類の発生であれば、パラジクロルベンゼン処理が有効であり、使用法も簡便で実用性があると思われる。

引用文献

- 1) 岩崎素子・関肇子・田中生男 (1987) : ケナガコナダニの数種建材での増殖, 分布に関する実験的検討. 衛生動物38(3), 203~209.
- 2) 宮本絢子・大内忠行 (1976) : 新築家屋, 一般家屋での室内塵ダニ類の季節変動について. 衛生動物27(3), 251~259.
- 3) 佐々学 : ダニとその駆除. 日本環境衛生センター.
- 4) 高岡正敏・岡田正次郎 (1984) : 埼玉県下における家屋内ダニ相の生態学研究. 衛生動物35(2), 129~137.

The Methods of Gathering and Prevention of Mites on Products of Mat Rush

MATSUI Hiroshi, Ikufumi KITAHARA, Yasunori MURAKAMI and Tadaoki TANAKA

Summary

Recently, the occurrence of mites in tatami is in problem. The methods of gathering mites from tatami facing matting, the comparison of the number of mites in new products of mat rush and in the one used for a long time and prevention of mites were investigated. Obtained results are as follows:

- (1) In the method of washing a mat rush with 70% alcohol solutions after unknitting tatami facing matting, a great many mites were gathered.
- (2) From the tatami facing matting used for ages, a number of mites were gathered, but from the new one, few mites were gathered.
- (3) The treatment with paradichlorobenzen was effective in the prevention of mites.

玉露の浸出条件が可溶成分組成に及ぼす影響

久保田朗・大森 薫・大森宏志

(八女分場)

玉露缶ドリンクに充填する玉露浸出液(煎汁)の浸出条件を決定するため、浸出温度並びに浸出時間が煎汁中の可溶成分組成に及ぼす影響について検討した。

煎汁中の可溶成分の溶出率は、浸出温度が高くなるほど、浸出時間が長くなるほど増加し、特に60℃以上で顕著であった。上級玉露は下級玉露と同様な溶出パターンを示したが、その可溶成分は全体的に溶出しやすかった。うま味成分のアミノ酸と関連する水溶性窒素は、40℃以下の低温でも時間の経過(20分)とともに溶出した。苦渋味成分のタンニンは、40℃以下では20分程度の長時間をかけても増加しなかった。また、80℃以上では、煎汁の褐変(480nmの吸光度)が激しくなった。

以上のことから、玉露缶ドリンク用煎汁の浸出条件として、40℃以下の浸出温度で、かつ20分以上の浸出時間が適すると考えられる。緑茶は嗜好飲料であるので、浸出条件を適度を選択することにより、煎汁中の可溶成分組成をコントロールし、嗜好性をより高めることが可能であると推察される。また、吸光度とECは、測定が簡便かつ迅速にできるので、煎汁の褐変程度や可溶成分の溶出量を把握する一つの指標として利用できるものと考えられる。

[Keywords: green tea (Gyokuro), brewing conditions, soluble constituents, taste]

緒 言

緑茶のおいしいいれ方は、その種類(茶種)によって異なる。上級緑茶は湯量を少なく、低温でゆっくり、下級緑茶は湯量を多くして、高温で素早くいれるとおいしい¹⁰⁾。これは、茶種によって得られる風味が異なるため、浸出条件を変えることで、各々の緑茶のもち味を最大限引き出そうとするものである。言い換えれば、浸出条件は緑茶浸出液(煎汁)の風味に大きく影響し、嗜好性を高める上で重要であることを示している。

煎汁の味は、苦渋味のあるタンニン、うま味・甘味のあるアミノ酸、苦味のあるカフェインなどの可溶成分が関与しており、それらがある濃度領域で調和を保って嗜好度を高めている^{6,7)}。

ところで、消費の減少する緑茶に対し、飲用形態の簡便なウーロン茶(外国産)の缶ドリンクが消費

者の健康志向と相まって著しい伸びを示している。緑茶のうち煎茶については、浸出条件と可溶成分との関係や缶ドリンクの製造法についての報告^{1,2)}があるが、本県の特産物である玉露については報告がない。

本報では玉露について、缶ドリンク用煎汁の浸出条件を決定するため、浸出の温度並びに時間が煎汁中の可溶成分組成に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

市販の上級玉露(3,000円/100g)及び下級玉露(1,200円/100g)を供試材料とした。

浸出は、200ml容審査茶わん(白色磁器製)に供試玉露4gを入れ、それに200mlの一定温度(5, 20, 40, 60, 80, 100℃)の蒸留水を注いで恒温に保ち、一定時間(3, 6, 9, 12, 15, 20分)静置して行った。浸出終了後、直ちに茶殻を取り除き、

第1表 供試玉露の化学成分

茶 種	可 溶 分		水溶性窒素				カフエ			
	2時間 煮沸浸出	5分間 熱水浸出	2時間 煮沸浸出	5分間 熱水浸出	全窒素	タンニン	カフエ イ ン		TA/TN	TA/SN
	%	%	%	%	%	%	%	%		
上級玉露	43.06	32.15	2.75	2.20	6.87	11.93	3.82		1.74	4.34
下級玉露	42.25	30.38	2.43	2.06	6.09	10.58	3.54		1.74	4.35

注) TA/TNはタンニン/全窒素比、TA/SNはタンニン/水溶性窒素(2時間煮沸浸出)比を示した。

東洋ろ紙No. 2でろ過し、このろ液を浸出液（煎汁）として分析に供した。

茶及び浸出液の可溶分、水溶性窒素、全窒素及びタンニンの定量は公定分析法とそれに準ずる方法⁴⁾で行い、カフェインは高速液体クロマトグラフィー法³⁾を用いて定量した。また、浸出液の480nmにおける吸光度及び電気伝導率（EC）を常法に従い測定した。

結果及び考察

供試玉露の化学成分の分析結果を第1表に示した。各成分ともその含有率は、上級玉露が下級玉露を上回っていた。しかし、タンニン/全窒素比及びタンニン/水溶性窒素（2時間煮沸浸出）比はほぼ同じ値を示した。

1 可溶分

上級玉露の浸出条件の違いによる可溶分の溶出率の変化を第1図に示した。可溶分の溶出率は浸出温度が高く、また浸出時間が長いほど増加した。40℃と60℃との間に溶出率の著しい差が認められ、60℃以上で溶出率の増大が顕著であった。また、第2表に示した下級玉露に対する上級玉露の可溶分の溶出比から、上級玉露は下級玉露に比べて同様の溶出パターンを示すが、同一浸出温度・時間で溶出されやすいことが認められた。他の成分も同様の溶出傾向を示し、これは煎茶における既報の結果⁵⁾と一致した。以下、上級玉露についてのみ述べる。

2 水溶性窒素

浸出条件の違いによる水溶性窒素の溶出率の変化を第2図に示した。水溶性窒素は80℃以上で最初の

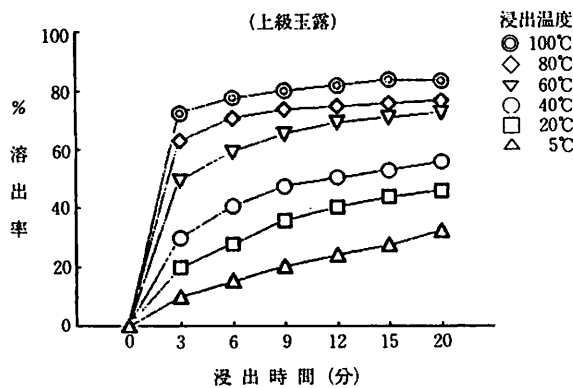
第2表 下級玉露に対する上級玉露の可溶分の溶出比

浸出温度 (℃)	浸出時間 (分)					
	3	6	9	12	15	20
5	1.22	1.16	1.12	1.08	1.06	1.08
20	1.11	1.01	1.02	1.00	1.00	1.01
40	1.04	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01
60	1.13	1.09	1.09	1.08	1.06	1.05
80	1.12	1.11	1.07	1.05	1.03	1.03
100	1.09	1.06	1.04	1.04	1.05	1.05

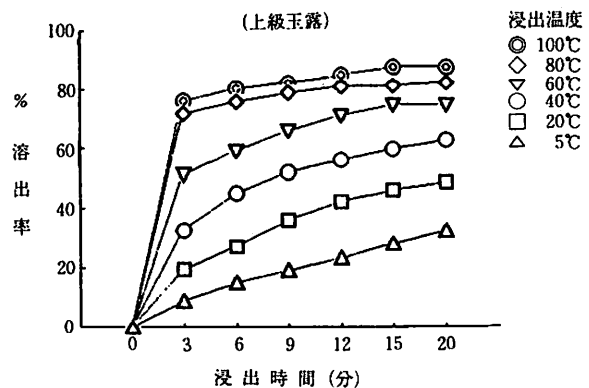
3分間に約80%が溶出した。また、40℃以下では時間の経過に伴いほぼ直線的に溶出率が増加した。したがって、うま味成分のアミノ酸と関連する水溶性窒素は、低温でも時間さえかければ溶出することが明らかとなった。

3 タンニン

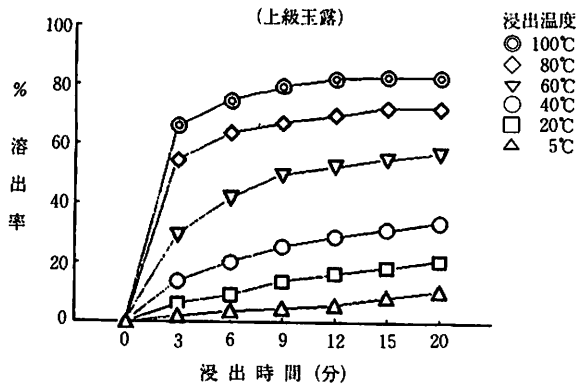
浸出条件の違いによるタンニンの溶出率の変化を第3図に示した。タンニンの溶出率は、他の成分より全体的に小さく、特に40℃以下では小さかった。したがって、苦渋味成分のタンニンは40℃以下で浸出すれば、時間が経過してもその溶出量はさほど増加しないことが明らかとなった。また、40℃と60℃の溶出率に特に差がある玉露に対し、煎茶では60℃と80℃との間に大きな差があるという報告²⁾もあり、茶種によるいれ方の相違を裏づける特徴の一つと考



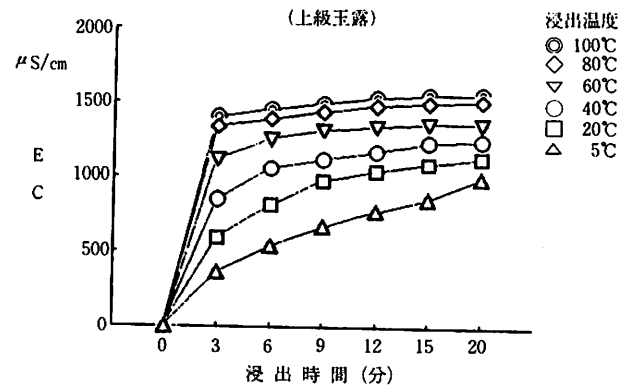
第1図 可溶分の溶出率の変化



第2図 水溶性窒素の溶出率の変化



第3図 タンニンの溶出率の変化



第5図 浸出条件とECの変化

えられる。

4 カフェイン

カフェインは、全体的に溶出されやすいことを除けば、タンニンと同様の溶出パターンであった。

5 吸光度

煎汁の480nmにおける吸光度の変化を第4図に示した。吸光度は、煎汁の水色の褐変程度に関連⁸⁾し、80℃を越える高温では特に値が大きくなり、その褐変が著しく進行することを示した。この褐変にはタンニンを主体とする成分が関与している⁹⁾ことから、褐変を防ぐためにはその溶出を抑える必要がある。

6 電気伝導率 (EC)

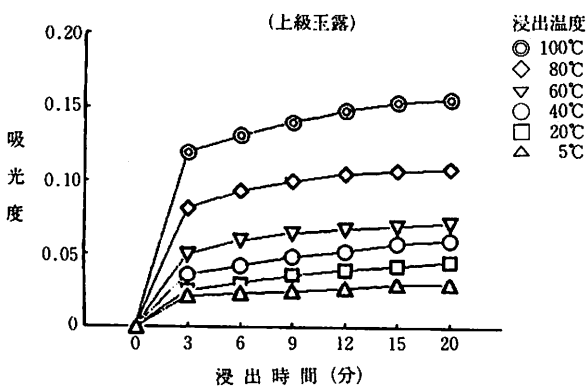
煎汁のECの変化を第5図に示した。ECは水溶性窒素の溶出率などと同様の推移をたどったことか

ら、煎汁中の電解質である可溶成分量の多少と関連していると考えられる。

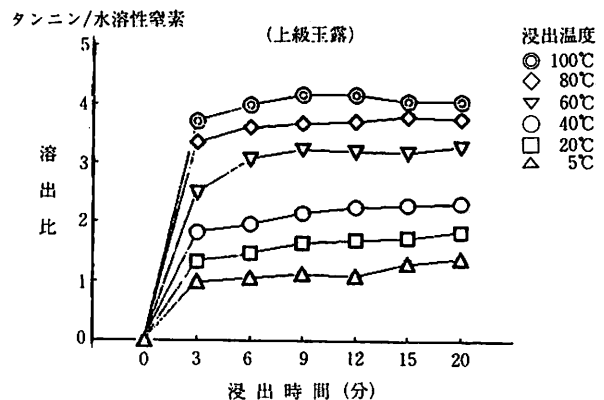
総合考察

玉露にはまろやかなうま味が、そのもち味として要求される。これには、うま味と苦渋味とのバランスが重要となる。水溶性窒素に対するタンニンの溶出比を第6図に示した。その結果、この溶出比は抽出時間にはほとんど左右されず、抽出温度によってのみ規定され、しかも、40℃と60℃の溶出比に特に差が認められた。

以上の結果から、玉露缶ドリンク用煎汁の抽出条件は、タンニン及びカフェインの溶出率を抑えて苦渋味を控え、褐変を防ぐとともに、アミノ酸類のう



第4図 浸出条件と吸光度の変化 (OD₄₈₀)



第6図 水溶性窒素に対するタンニンの溶出比

ま味を引き出すため、40℃以下の浸出温度で、かつ20分もしくはそれ以上の浸出時間で行うことが好適であると推察される。このことは、浸出濃度が異なるのでそのままあてはまらないが、玉露の標準的なおいしいいれ方¹⁰⁾である低温長時間浸出法を分析面からも裏づけると考えられる。

さらに、玉露を始めとして緑茶は嗜好飲料であるので、浸出条件を適当に選択することにより、煎汁中の可溶性成分組成をコントロールし、嗜好性をより高めることが可能であると考えられる。

また、吸光度と EC は、煎汁の褐変程度や可溶性成分の溶出量を知る上で、測定も簡便で迅速にできるので、製品管理などの一つの指標として利用できるものと推察される。

引用文献

- 1) 原 利男・久保田悦郎・堀田 博・服部孝雄・野田忠行 (1986) : 緑茶缶ドリンクの製造法. 茶研報 64, 35~38.
- 2) 池田重美・中川致之・岩浅 潔 (1972) : 煎茶の浸出条件と可溶性成分との関係. 茶研報 37,

- 69~78.
- 3) 池ヶ谷賢次郎 (1985) : 高速液体クロマトグラフィーによる茶のカフェインの定量法. 日食工誌 32(1), 61~66.
- 4) 化学研究室 (1970) : 茶の公定分析法. 茶試研報 6, 167~172.
- 5) 梶田武俊・西川郁子・岸田典子・長谷川千鶴 (1964) : 茶の浸出条件と可溶性成分との関係. 日食工誌 11(10), 429~435.
- 6) 中川致之 (1975) : 緑茶の構成味要素に対する成分の貢献度. 茶技研 48, 77~83.
- 7) 中川致之・阿南豊正・石間紀男 (1981) : 緑茶の味と化学成分との関係. 茶試研報 17, 69~123.
- 8) 田中伸三 (1975) : 緑茶浸出液の加熱による褐変. 茶技研 48, 72~76.
- 9) 田中伸三 (1982) : 煎茶浸出液の褐変に関与する水溶性成分について. 茶研報 55, 80~82.
- 10) 茶のいれかた研究会 (1973) : 茶のいれかたの検討. 茶研報 40, 58~66.

Influence of Brewing Conditions on Soluble Constituents of Green Tea (*Gyokuro*)

KUBOTA Akira, Kaoru OHMORI and Hiroshi OHMORI

Summary

In order to determine the optimum brewing condition of *Gyokuro* infusion (liquor) for canned drink, the effects of temperature and time for infusing on soluble constituents in liquor were investigated.

The extraction rate of soluble constituents in liquor increased as temperature and time in infusing increased, especially over 60 °C. Comparatively high grade *Gyokuro* was extracted more easily although it showed quite a similar pattern in infusing to that of low grade one. Soluble nitrogen related to amino acids, a constituent of *Umami* taste, was extracted easily even in low temperature, when it was done for long time. However, extraction of tannin, a constituent of bitterness and astringency, was limited under 40 °C. Color of liquor was browned significantly over 80 °C, because of increase of absorbance on 480 nm.

Thus, the optimum condition was infusing for at least 20 minutes, maintaining temperature under 40 °C. Moreover, it should be said that taste of green tea such as *Gyokuro* could be controlled depending on the choice of infusing conditions. Besides, because of simple and quick measurement, absorbance and EC could be utilized to examine a degree of browning of liquor and a quantity of soluble constituents.

玉露缶ドリンクの劣化防止法

大森 薫・久保田 朗・大森宏志

(八女分場)

玉露缶ドリンクを製造する場合の加熱・殺菌処理に伴う高温と酸化が水色及び香味に及ぼす悪影響とその防止法、さらに保管条件が品質保持に与える影響について検討した。

玉露缶ドリンクは高温と酸化により、褐変すると共に加熱臭及び変質味が強くなり、飲用できないほど劣化した。この水色及び香味の劣化防止には、窒素ガスフロー巻締が最も効果的であった。また、酸化防止剤としてのL-アスコルビン酸ナトリウム (ASA・Na) 並びに pH 調整剤としての炭酸水素ナトリウム (重曹) の添加も効果が認められた。しかし、単独での効果は小さく、併用する必要性が認められた。さらに、サイクロデキストリン (CD) の微量添加は香味をマイルド化する傾向であった。

玉露缶ドリンクの保管条件としては、常温以下の保管では長期間の品質保持が可能であるが、高温での長期保存は品質劣化が進行し、好ましくないことが明らかになった。

したがって、玉露缶ドリンクを製造する場合は、窒素ガスフロー巻締を必ず行うと共に ASA・Na 及び重曹の添加を行うことが望ましく、保管にあたっては高温保管をさけることが品質保持面から重要である。

[Keywords: canned Gyokuro tea drink, sterilization, infusion color and flavor, safe keeping]

緒 言

お茶ドリンクは1981年にウーロン茶の缶ドリンクが発売されてから、急速な伸びを示し1986年には大小140社以上のメーカーが市場に参加するようになり、紙パック、PET などによる大量容器のドリンクも40数社が販売している。ウーロン茶に刺激されて、ほうじ茶缶ドリンクが出現し、1985年には緑茶缶ドリンクが発売され始めた。⁸⁾

緑茶缶ドリンクは法⁹⁾で義務づけられているレトルト殺菌処理による高温や酸化によって、水色や香味の劣化が大きく、急須で出したお茶に比べて、まだ多くの問題点が残されている。したがって、香味劣化の少ない茶^{1,6)}、すなわち主として番茶やほうじ茶あるいは煎茶が対象として缶ドリンクは研究・開発されているが、玉露での研究は極めて少ない。

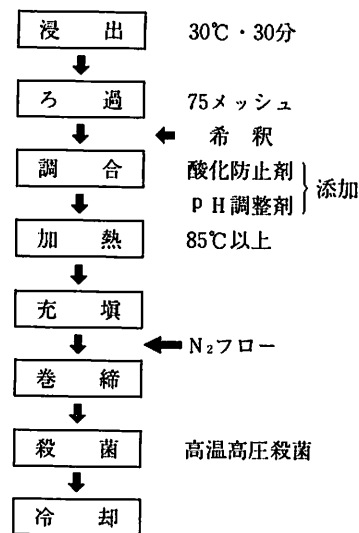
そこで、玉露缶ドリンクの製造工程中に生じる水色や香味の劣化について、酸化防止剤や pH 調整剤の効果並びに窒素ガスフロー巻締による酸化防止による品質保持の可能性などについて検討した。さらに、保管温度や保管期間など保管条件が玉露缶ドリンクに与える影響についても併せて検討したのでその概要を報告する。

試 験 方 法

1 玉露缶ドリンクの製造方法

試験に供した玉露缶ドリンクは第1図に示す製造工程により製造した。浸出は純水(脱イオン水)を

使用し、かご浸積浸出法により行い、ステンレス製のふるいで微粉等は除去して充填液とし、熱間充填で窒素ガスフロー (40ml/min) 巻締を行った。殺菌は蒸気式のオートクレーブを代用し、120℃・5分間のレトルト殺菌を行った。



第1図 玉露缶ドリンクの製造工程

2 試験構成

第1表に示すような試験構成で、ASA・Na、重曹及びCDの添加量並びに窒素ガス(N₂)フローによる劣化防止効果を検討した。

第1表 試験構成

試験区	処 理 条 件			
	ASA・Na	重曹	CD	N ₂ フロー
1区	—	—	—	—
2区	—	—	—	有
3区	添加	添加	—	—
4区	添加	添加	添加	有
5区	添加	添加	添加	有

注) ①ASA・Naは0.03%, 重曹は0.005%, CDは0.2%
添加

②N₂フローはN₂フローの後巻締

3 試験内容

(1) ASA・Na, 重曹及び窒素ガスフロー巻締の影響を調査するために, 浸出液と製品のpH, EC及び吸光度を調査した。また, 製品の色及びBrix濃度も調査した。さらに, 水色及び香味については官能検査によって判定した。

なお, pH, EC, 吸光度, 色及びBrix濃度の機器測定は, 製造後5℃の冷蔵庫に保管したものを半年後に測定し, 水色及び香味の官能検査は1年後に行った。

(2) 保管温度による影響を調査するために, 5℃, 30℃及び55℃の恒温機に保管して, 製品のpH, EC, 吸光度, 缶内真空度及びカテキン含有量を調査した。

(3) 保管期間による影響を調査するために, 製造翌日, 2週間後, 4週間後, 8週間後, 12週間後に(2)と同様に調査した。

なお, (2)・(3)の試験に使用した玉露缶ドリンクは, オートクレープの容量や手造りの制約上, 試験区別に浸出液を作成した。

4 測定法

pHは東亜電波工業製のHM-20S型pHメーター, 電気伝導率(EC)は, 東亜電波工業製のCM-20S型伝導率計で測定した。

吸光度は島津製作所製のUV-110-02型比色計で430及び470nmの吸光度を, Brix濃度はアタゴ製のDD-5型示差濃度計で糖液濃度換算値として測定した。

色は, 直径30mmのセルに5mlの缶ドリンク液を採り, スガ試験機製のハンディカラーテスターのL

(明度), a及びb値を測定し, 彩度($\sqrt{a^2+b^2}$)及び色相($-b/a$ 値で代用)を算出した。缶内真空度はバキュームキャンテスターで測定した。

カテキン, 可溶分及び水溶性窒素は茶の公定分析法⁴⁾に準じて測定, カフェインは島津製作所製のLC-6A型高速液体クロマトグラフィーで測定した³⁾。

結果及び考察

1 加熱・殺菌による玉露缶ドリンクの変化

加熱前後とレトルト殺菌後(製品)のpH, EC及び吸光度の変化は第2表に示した。

pHへの影響は, 無処理区の場合には, 充填前の加熱処理により若干低下し, レトルト殺菌処理によりさらに低下して, 0.5程度の低下が認められた。

ASA・Naと重曹を添加した3区と4区のpHは, 加熱処理程度では変化はみられないが, レトルト殺菌処理では3区で0.5程度, 4区で0.4程度低下した。また, CDをさらに添加した5区のpHは, 加熱処理によってわずかに上昇したが, レトルト殺菌処理では同じく0.5程度低下する傾向であった。しかし, 添加自体の影響(重曹の添加量によってpHは影響を受ける¹⁰⁾)で0.5程度上昇していたので, 3区で浸出時程度, 4区と5区では浸出時のpHより若干高めに維持できることが認められた。

窒素ガスフロー巻締を行った2区のpHは1区より0.08, また, 4区と5区のpHはそれぞれ3区より0.10, 0.08高く維持されており, 窒素ガスフロー

第2表 加熱・殺菌によるpH, EC及び吸光度の変化

試験区	調査時	pH	EC (μ S/cm)	吸 光 度		
				430nm	470nm	430/470比
1区	加熱時	5.99	876	0.118	0.060	1.97
	加熱後	5.89	924	0.126	0.065	1.94
	殺菌後	5.51	957	0.309	0.240	1.29
(2区)		(5.59)	(947)	(0.232)	(0.167)	(1.39)
3区	加熱時	6.49	1023	0.172	0.067	2.57
	加熱後	6.49	1069	0.214	0.084	2.55
	殺菌後	5.97	1096	0.284	0.187	1.52
(4区)		(6.07)	(1092)	(0.257)	(0.123)	(2.09)
5区	加熱時	6.46	1019	0.171	0.067	2.55
	加熱後	6.52	1026	0.210	0.081	2.59
	殺菌後	6.05	1085	0.248	0.122	2.03

巻締により pH の低下が若干抑制できた。

ドリンク液の褐変や香味の劣化を簡単な測定で代用できる可能性のある⁵⁾ EC の変化は次のようであった。

1区無処理の EC は、充填前の加熱処理により上昇し、さらにレトルト殺菌処理で若干上昇し、全体で $80\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度上昇する傾向が認められた。

ASA・Na と重曹を添加した3区・4区・5区の EC は、Na 塩の増加によると考えられるが、添加自体の影響で添加時点では $150\mu\text{S}/\text{cm}$ 近く上昇することが認められた。しかし、加熱・殺菌処理自体による上昇は無添加の1区と2区よりわずかに少ない傾向であった。また、CD を添加した5区の EC 上昇幅は3区・4区よりさらに少なく、CD の添加は EC の上昇要因にならないと考えられた。

窒素ガスフロー巻締した2区・4区・5区の EC は、1区より2区、3区より4区・5区とわずかに低く、窒素ガスフロー巻締をすることで EC の上昇を若干抑制することが認められた。

次に、ウーロン茶や煎茶缶ドリンク液の緑色の減少や褐変の指標として測定されている^{2,7)} 吸光度は次のようであった。

1区無処理の吸光度は充填前の加熱処理により若干上昇し、レトルト殺菌処理により更に上昇し、褐変することが認められた。

ASA・Na と重曹を添加した3区と4区の吸光度は、添加自体の影響により添加した時点で無添加の1区及び2区より明らかに高くなった。しかし、加熱・殺菌処理による影響が1区・2区に比べて相当に抑制されているので、レトルト殺菌後の製品では3区・4区は1区よりも低くなる傾向であった。さらに、上昇率はかなり抑制されても添加自体による上昇が大きいので、2区と比較した場合は470nm

ではかなり低くなる傾向であった。また、CD をさらに添加した5区は、CD に抑制効果があるのか、あるいは少なくとも上昇要因にはならないと考えられ、4区より高くなる傾向はみられなかった。

窒素ガスフロー巻締した2区・4区・5区の吸光度は、普通巻締の1区・3区に比べて低く、窒素ガスフロー巻締は吸光度の上昇をかなり抑制することができると考えられた。

官能検査による玉露缶ドリンクの水色及び香味は第3表に示すように、ASA・Na と重曹を添加し窒素ガスフロー巻締した4区と、さらに CD を添加した5区が最も良かった。

5区は4区より味はマイルドでおいしく感じ、レトルト臭もわずかに弱い感じであるが、若干不自然な味ともとれ、また水色もわずかに赤みを感じるなど自然な味わいの4区とは甲乙つけ難く、嗜好の相違で判断される程度であった。第4表の Brix 濃度で分かるように、ASA・Na と重曹の添加によって Brix 濃度は高くなる傾向 (ASA・Na の添加量が増加すると Brix 濃度は高くなる¹⁰⁾) であるが、レトルト臭を若干マスキングする CD の添加が非常に大きく影響していることが認められ、これが味をおいしくマイルド化している原因と考えられた。

4区と5区に続いて良かったのは2区と3区であった。水色では窒素ガスフロー巻締した2区の方が添加だけの3区よりやや劣化は少ない傾向であった。香味では異質な香味であるが、両区とも変質香味が感じられて悪く、総合的には差はつけにくい傾向だった。しかし2区、3区とも製品 (商品) としては嗜好に耐えうる品質ではなかった。

無処理の1区は非常に褐変し、加熱臭 (レトルト臭) と共に変質味が強く、飲用には適さない状態まで劣化していた。

カラーテスターで測定した玉露缶ドリンク液の色は第4表に示すように、1区無処理の明度・彩度は

第3表 水色及び香味の官能検査結果

試験区	水色	香味	備考
1区	褐変	変質香味	飲用に不適
2区	わずか褐変	やや変質香味	商品価値なし
3区	やや褐変	やや変質香味	〃
4区	良好	良好	
5区	良好	良好	

注) 5区は4区と比較して、水色はわずか赤みで香味はややマイルドである。

第4表 色及び Brix 濃度の変化

試験区	明度	彩度	色相	Brix 濃度 (%)
1区	22.90	5.59	1.28	2.03
2区	23.83	6.04	0.88	2.03
3区	23.83	5.97	0.93	2.27
4区	24.13	6.14	0.76	2.26
5区	24.10	5.86	0.79	3.31

2区・3区・4区・5区に比べて低く、色相は緑色が薄く赤みが強い傾向であった。

明度では4区・5区が高く、彩度は2区・3区・4区が高くCDを添加した5区がやや低かった。また、色相では4区が最も緑色が残り、次いで5区、2区、3区の順であり、4区<5区<2区<3区<1区と褐変程度が強くなる傾向であった。

すなわち、ASA・Naと重曹添加によって褐変は若干防止できるが、窒素ガスフロー巻締の効果が非常に大きいことを示していると共に、添加と窒素ガスフロー巻締の複合効果で褐変は相当に防止できることが明らかになった。これは、4区の水色が浸出当時に最も近く、次いで5区が近く良好であったのに対して、他は褐変が明らかであり、その程度は1区が最もひどく次いで3区そして2区となっている官能検査結果と良く一致していた。

以上のように、加熱・殺菌処理により玉露缶ドリンクは、pHが0.5程度低下し、EC及び吸光度は上昇し、水色は褐変し、香味は劣化するため、飲用に適さないことが明らかになった。これらの変化は単一的ではなく、関連して起きていることも明らかになった。

したがって劣化防止対策としては、窒素ガスフロー巻締を必ず行いヘッドスペースの酸素を除去すると共に、酸化防止剤としての、ASA・Na及びpH調整剤としての重曹を微量添加することが、玉露缶ドリンクの製造中の劣化を防ぐ有効な方法であると考えられた。

2 保管条件による玉露缶ドリンクの変化

(1) カテキン等の変化

本試験に供した玉露缶ドリンクのカテキン含量は第5表に示すように、5区が最も多く、次いで2区>1区>4区>3区の順で試験区間に差がみられたが、保管温度及び保管期間による変化は認められなかった。試験区間における差は、カテキンの溶出量を抑制する浸出条件にしているため、手作業による微妙な違いが出たものと考えられた。これを確認するために、同一浸出液によるカテキン、可溶分、水溶性窒素及びカフェインについて測定したところ、第6表に示すように差は認められなかった。

したがって今回のECや吸光度などの測定値はカテキン含量の差が微妙に影響していると推測できるので、試験区間の差については検討せず、同一試験区の保管温度と保管期間による影響のみを、同一浸出液の結果(第2～4表)も加味して検討した。

なお、缶内真空度の測定結果は省略するが、手作

第5表 保管条件によるカテキンの変化

温度	試験区	1日	2週間	4週間	8週間	12週間
5℃	1区	38.1	38.1	38.8	38.4	38.2
	2区	38.9	39.0	39.6	39.4	40.0
	3区	31.9	32.4	32.4	32.6	33.1
	4区	33.5	33.5	34.4	34.3	34.3
	5区	40.3	41.2	41.5	41.5	41.6
30℃	1区	38.1	37.6	37.5	37.3	37.1
	2区	39.2	39.1	39.4	39.1	39.6
	3区	32.0	32.0	32.4	31.7	32.9
	4区	32.7	32.8	33.4	33.0	33.6
	5区	40.7	41.2	41.3	41.1	42.1
55℃	1区	37.7	37.7	37.9	37.3	37.8
	2区	38.6	39.1	39.9	38.8	39.3
	3区	31.7	32.4	32.4	31.8	32.0
	4区	33.4	33.8	33.7	33.1	33.7
	5区	40.1	40.5	40.9	40.6	41.2

注) 数値は100ml中のmgで表示。第6表も同じ

第6表 成分含有量

試験区	可溶分	水溶性窒素	カテキン	カフェイン
1区	292	17.2	46.2	25.7
2区	295	17.3	46.4	25.8
3区	289	17.0	46.5	26.0
4区	289	17.3	46.6	26.0
5区	271	17.3	46.2	25.7

業による製造のために、23.5～36.0cmHgとバラツキが大きかった。しかし、数値的に真空度は十分に保たれていたと考えられた。また、サンプル間及び試験区内のバラツキもあったが、保管温度及び保管期間による変化はないと推測された。

(2) pH、EC及び吸光度の変化

保管条件の違いによるpHの変化は第7表に、ECの変化は第8表に、吸光度の変化を第9表(430nmでの測定結果は省略)に示した。

保管期間によるpH、EC及び吸光度の変化は次

第7表 保管条件による pH の変化

温度	試験区	1 日	2 週間	4 週間	8 週間	12 週間
5℃	1 区	5.76	5.76	5.77	5.75	5.79
	2 区	5.79	5.80	5.80	5.79	5.82
	3 区	6.18	6.20	6.19	6.16	6.17
	4 区	6.26	6.27	6.27	6.29	6.29
	5 区	6.19	6.19	6.21	6.21	6.23
30℃	1 区	5.76	5.70	5.70	5.66	5.68
	2 区	5.79	5.78	5.78	5.76	5.77
	3 区	6.19	6.16	6.17	6.14	6.12
	4 区	6.25	6.25	6.27	6.26	6.27
	5 区	6.19	6.17	6.18	6.18	6.19
55℃	1 区	5.73	5.66	5.64	5.58	5.62
	2 区	5.78	5.74	5.72	5.67	5.67
	3 区	6.16	6.11	6.07	6.07	6.08
	4 区	6.26	6.22	6.21	6.16	6.17
	5 区	6.19	6.13	6.13	6.08	6.08

第8表 保管条件による EC の変化 (単位: $\mu S/cm$)

温度	試験区	1 日	2 週間	4 週間	8 週間	12 週間
5℃	1 区	944	948	945	939	927
	2 区	972	983	968	963	969
	3 区	1041	1058	1034	1035	1035
	4 区	1084	1093	1073	1068	1068
	5 区	1127	1130	1118	1115	1115
30℃	1 区	948	952	942	941	926
	2 区	980	984	973	968	968
	3 区	1043	1045	1042	1030	1039
	4 区	1066	1076	1073	1067	1068
	5 区	1138	1140	1123	1123	1129
55℃	1 区	938	958	963	978	991
	2 区	982	1003	1010	1021	1023
	3 区	1047	1066	1073	1074	1080
	4 区	1098	1111	1112	1115	1125
	5 区	1146	1155	1156	1169	1183

のようであった。pH は、5℃及び30℃保管群では変化が認められなかったが、55℃高温保管群では各試験区とも保管開始当初はわずかつ低下した後、変化しなくなる傾向がみられた。

EC は、各試験区・各保管温度とも2週間目までは若干上昇する傾向が認められた。55℃の高温保管群ではその後も保管期間が長くなるにつれてわずかに上昇する傾向がみられたが、5℃及び30℃保管群については一定の傾向がみられなかった。

吸光度は、1区無処理の場合には保管期間が長くなるにつれてわずかに高くなり褐変が進む傾向がみられたが、5℃低温保管群ではその変化が非常に小さかった。しかし、ASA・Naと重曹を抑制した3区・4区・5区も、窒素ガスフロー巻締した2区・4区・5区も1区より小さな変化であるが、保管期間が長くなるにつれて微妙に変化(上昇)する傾向であった。

保管温度による pH、EC 及び吸光度の変化は次のようであった。pH は、各試験区とも55℃高温保管群が最も低く、次いで30℃で、5℃低温保管群での変化が最も少ない傾向がみられ、高温での保管は若干 pH を低下させる傾向が認められた。

第9表 保管条件による吸光度(470nm)の変化

温度	試験区	1 日	2 週間	4 週間	8 週間	12 週間
5℃	1 区	0.251	0.250	0.266	0.281	0.279
	2 区	0.199	0.202	0.217	0.225	0.235
	3 区	0.161	0.169	0.175	0.190	0.196
	4 区	0.131	0.136	0.136	0.143	0.155
	5 区	0.155	0.158	0.159	0.161	0.173
30℃	1 区	0.257	0.302	0.302	0.342	0.342
	2 区	0.195	0.222	0.222	0.214	0.244
	3 区	0.169	0.168	0.168	0.166	0.178
	4 区	0.125	0.120	0.135	0.135	0.144
	5 区	0.157	0.157	0.160	0.160	0.167
55℃	1 区	0.274	0.323	0.340	0.347	0.331
	2 区	0.211	0.216	0.224	0.215	0.220
	3 区	0.178	0.185	0.191	0.191	0.189
	4 区	0.133	0.139	0.143	0.161	0.173
	5 区	0.144	0.160	0.168	0.181	0.201

EC は、5℃と30℃保管群の間には差は認められないが、55℃高温保管群は5℃・30℃保管群に比べて、各試験区とも若干高いことが認められた。

吸光度は、無処理区では5℃<30℃<55℃保管群と高い温度で保管するほどわずかに高くなる傾向であった。また、ASA・Naと重曹を添加した3区・4区・5区では30℃保管群の変化が少ないうえ最も低い傾向であり、55℃高温保管群が高い傾向であった。

以上のように、保管期間が長くなるにつれて玉露缶ドリンク液は微妙に変化する傾向がみられたが、30℃や5℃などの保管温度ではその変化も少なく、ほとんど問題はなく、特に劣化防止処理をした4区と5区においては官能的には変化は感じられなかった。しかし、55℃高温保管では殺菌処理後でもごくわずかに pH の低下及び EC や吸光度の上昇傾向が明らかになり、官能的にも水色及び香味の劣化がわずかであるが経時的に認められた。したがって、品質保持面で保管時の高温には注意が必要であることと、ホットベンダーでの販売などの回転率を上げて、高温化に長くおかないようにする必要があると考えられた。

引用文献

- 1) 原 利男・久保田悦郎・堀田 博・服部孝雄・野田忠行 (1986) : 緑茶缶ドリンクの製造法. 茶研報64, 35~38.
- 2) 服部孝雄 (1986. 3. 12) : 缶入りティードリンクの技術. 「新製品の現状と今後の展望」研究会講演資料.
- 3) 池ヶ谷賢次郎 (1985) : 高速液体クロマトグラフィーによる茶のカフェインの定量法. 日食工誌32(1), 61~66.
- 4) 化学研究室 (1970) : 茶の公定分析法. 茶研報 6, 167~172.
- 5) 久保田 朗・大森 薫・中村晋一郎・杉山喜直 (1989) : 玉露の浸出条件と可溶成分との関係. 九州農業研究51, 63.
- 6) 久保田悦郎・石山国雄・原 利男 (1988) : 緑茶ドリンク用原料の調査. 茶研報68 (別冊), 62.
- 7) 森 光国 (1984) : 製造工程—脱気, 缶・びん詰レトルト食品製造流通基準 (GMP) マニュアル. 社団法人日本缶詰協会, 東京, pp.95.
- 8) 小幡兼男 (1988) : 茶の二次加工品. 静岡県茶業会議所編 新茶業全書 8 版, 静岡県茶業会議所, 静岡, pp.390~391.
- 9) 食品, 添加物等の規格基準. 昭和34年厚生省告示第371号—昭和61年12月26日衛食第245号で一部改正.
- 10) 投稿中 (茶業研究報告 第72号)

Prevention of Deterioration during the Manufacturing of Canned Gyokuro Tea Drink

OHMORI Kaoru, Akira KUBOTA and Hiroshi OHMORI

Summary

The manufacturing method of high quality canned Gyokuro-tea Drink was developed. Also optimum keeping temperature of the drink was investigated. The results are summarized as follows.

Owing to high temperature and oxidization during the sterilization, the Drink became brown color and deteriorated in quality.

In order to prevent the deterioration of the Drink, the addition of sodium L-ascorbic acid and sodium hydrogen carbonate into the infusion and the exchange of headspace volume with nitrogen gas before sealing process were very efficacious.

For safekeeping of the Drink, it is desirable to keep in lower temperature than ordinary one.

人工酸性雨処理土壌におけるソバの生育及び養分吸収

庄籠徹也・井上恵子

(生産環境研究所化学部)

土壌に対する酸性雨処理が作物の生育に及ぼす影響を明らかにするため、希硫酸で2段階のpH(3及び4)に調整した人工酸性雨及び脱イオン水で処理した地質母材、土性の異なる3種類の土壌を供試し、人工酸性雨処理土壌におけるソバの生育及び養分吸収を調査した。

土壌に対するpH3程度の酸性雨処理は、ソバの出芽には影響しなかった。土壌に対する酸性雨処理がソバの生育に及ぼす影響は土壌の種類によって異なり、処理前土壌のpHが低い土壌では酸性雨処理の酸性の強度が強い程草丈が低く、乾物重が小さかった。ソバ体内の塩類濃度は、処理間に一定の傾向は認められなかったが、体内アルミニウム濃度に対する比は酸性雨による影響の指標の一つになると考えられた。

[Keyword: acid precipitation, buckwheat, pH, aluminum]

緒 言

化石燃料の消費に伴って排出される硫黄酸化物や窒素酸化物によって雨水が酸性化する酸性雨現象は、北アメリカや北ヨーロッパでは生態系の破壊を引き起こし、深刻な社会問題となっている⁵⁾。わが国でも1973年に、酸性雨によると思われる健康被害が報告されて以来、各地で降水の化学的性質について多くの実態調査が行われてきた。^{3,8,9)}また、降水の酸性化の機構解明について調査が行われるとともに^{1,2)}、酸性雨が土壌の理化学的性質や植物の生育に及ぼす影響についてもいくつかの報告がなされている^{7,10,11)}。著者らは環境庁の委託により、人工酸性雨処理後の土壌におけるソバの生育及び養分の吸収について試験を行ったのでその結果について報告する。

試 験 方 法

試験は1986年及び1987年の2カ年、ポットを用いて行った。第1表に示すように、県内3カ所から地質母材や土性の異なる3種類の土壌(以下吉木土壌、基山土壌、飯塚土壌と記す)を採取し、湿潤土のまま5mmの篩で篩別して、1/2000aのワグネルポッ

第1表 供試土壌

土 壌 名	地 質 母 材	土 壌 の 分 類
吉木土壌	火成岩(花崗閃緑岩)	乾性褐色森林土 S L
基山土壌	火成岩(花崗閃緑岩)	乾性褐色森林土(黄色系)金山統 L
飯塚土壌	堆積岩(第3紀砂岩)	乾性褐色森林土(黄色系)筑豊1統 C L

トに詰め、希硫酸で2段階のpH(3及び4)に調整した人工酸性雨及び脱イオン水を毎週1回5ℓ、約5ℓ/日の速さで滴下し、底部より流出させた。処理は1986年は20週間、1987年は10週間行い、人工酸性雨処理土壌とした。

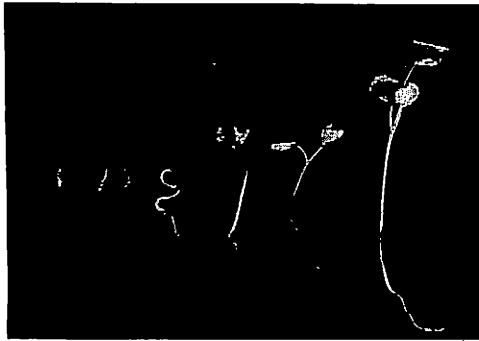
供試品種は1986年:宮崎大粒(10月28日播種,1月27日刈り取り),1987年:信濃1号(6月24日播種,8月7日刈り取り)で、両年とも人工酸性雨処理1週間後にポット当たり16粒を播種し、出芽後間引きして3本仕立てとした。試験はガラス室内で行い、脱イオン水を適宜灌水して、無肥料で栽培を行った。

結果及び考察

1 ソバの生育

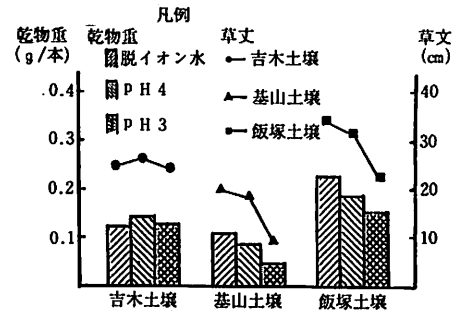
出芽率は94~100%で処理間に差は見られず、播種直前までの土壌に対するpH3程度の酸性雨処理はソバの出芽に影響を及ぼさなかった。その後、基山土壌ではpH3の酸性雨処理を行った区において、出芽直後に第1図に示す様な立枯れ様の症状が発生し、ひどいものは枯死した。この立枯れ様の症状を示す患部からは病原性のある菌は検出されず、患部から分離された菌による再現試験においても症状の

再現性が見られないことから、この障害は病原菌によるものではないと考えられる。この枯死の原因については、今後さらに検討する必要がある。



第1図 出芽直後の立枯れ様症状(基山土壤pH3)

ソバの乾物重及び草丈を第2図に、跡地土壤の理化学性を第2表に示した。ソバの生育は、土壤の種類によって異なり、草丈、乾物重とも、飯塚土壤>吉木土壤>基山土壤の順であった。栽培は無肥料で行ったため、供試土壤の窒素肥沃度が生育に大きく影響するものと考えられる。しかし、吉木土壤の全窒素含量は極端に少なく、土壤の全窒素含量は基山土壤>飯塚土壤>吉木土壤の順でソバの生育量とは一致していない。これは、処理前土壤のpHが低い基山土壤及び飯塚土壤では、窒素肥沃度よりも土壤pHが大きく影響したことによるものと考えられる。川島⁴⁾は、ソバの生育に対する好適pHは弱酸性~中性で、pH4.6程度から生育は低下し始め、4.4以下では著しく阻害されると述べている。跡地土壤のpHは第2表に示すとおりで、処理前土壤のpHが低い基山土壤では、全窒素含量が0.6%と供試した土壤の中では最も高いにもかかわらずpHの影響を強く受け、生育量は最も少なくなったものと考えられる。



第2図 乾物重及び草丈(1986年, 1987年平均)

前報で報告したとおり⁶⁾、土壤 pH の低下に及ぼす酸性雨の影響は、陽イオン交換容量が小さい吉木土壤で最も大きく、ついで飯塚土壤、基山土壤の順であった。吉木土壤においては、pH 3の人工酸性雨処理区は脱イオン水処理区に比べて土壤 pH は0.8低下し、交換性カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、カリウムも減少した。しかし、土壤 pH はなお5.0とソバの生育好適 pH の範囲内であり、人工酸性雨処理の酸性の強度とソバの生育の間に一定の傾向は見られなかった。これに対して人工酸性雨処理による pH の低下は0.2と小さく、交換性陽イオンの減少も見られない基山土壤及び人工酸性雨処理による交換性陽イオンの減少はみられるが、土壤 pH の低下は0.5と吉木土壤に比べて少ない飯塚土壤においては、強い酸性雨処理を行った区ほど草丈が低く、乾物重も少なくなる傾向が見られ、この傾向は pH 3の人工酸性雨処理を行った区で大きかった。前述のように、ソバの生育は pH4.4以下で著しく阻害されるため、処理前土壤の pH が低い基

第2表 跡地土壤の理化学的性質 (1986年, 1987年平均)

土壤名	処理	pH	T-N	T-C	CEC	交換性陽イオン (me/100 g)						
						Ca	Mg	Na	K	Mn	Zn	Al
吉木土壤	脱イオン水	5.8	0.011	0.159	11.5	3.82	2.79	0.08	0.10	0.03	0.001	1.79
	pH 4	5.7	0.009	0.205	11.3	3.77	3.22	0.07	0.09	0.03	0.001	2.20
	pH 3	5.0	0.007	0.125	10.7	3.70	2.40	0.07	0.06	0.06	0.002	8.18
基山土壤	脱イオン水	4.4	0.587	8.325	28.6	0.21	0.08	0.10	0.10	0.04	0.002	7.06
	pH 4	4.4	0.581	8.421	29.2	0.25	0.11	0.10	0.18	0.04	0.002	8.72
	pH 3	4.2	0.583	7.874	30.1	0.21	0.11	0.19	0.11	0.06	0.003	9.92
飯塚土壤	脱イオン水	4.7	0.168	2.643	25.3	1.70	0.93	0.07	0.21	0.04	0.004	17.02
	pH 4	4.7	0.169	2.613	25.6	1.54	0.82	0.05	0.20	0.03	0.005	17.76
	pH 3	4.2	0.143	2.619	25.6	0.80	0.36	0.08	0.16	0.02	0.002	19.78

第3表 ソバ体内の塩類濃度

土 壤 名	処 理	1986年					1987年				
		Ca	Mg	Mn	Zn	Al	Ca	Mg	Mn	Zn	Al
吉木土壌	脱イオン水	mg/kg 1982	mg/kg 4948	mg/kg 158	mg/kg 37	mg/kg 281	mg/kg 6738	mg/kg 9329	mg/kg 337	mg/kg 67	mg/kg 898
	pH 4	1870	4460	196	26	244	9184	9210	394	76	562
	pH 3	1927	3986	689	34	313	4355	6371	635	80	383
基山土壌	脱イオン水	1272	1628	1849	40	2175	3990	1161	3212	194	4975
	pH 4	2703	4004	2266	57	5298	5261	2085	3268	285	8995
	pH 3	1015	1619	1126	55	2391	1456	3901	1938	483	30599
飯塚土壌	脱イオン水	3337	4986	768	60	2127	7180	3790	535	186	960
	pH 4	1781	3408	394	53	1634	6523	3971	621	216	1964
	pH 3	3089	3661	456	66	2462	6423	3019	826	346	4122

山土壌及び飯塚土壌では pH 3 の人工酸性雨処理による影響が大きかったものと考えられる。しかし、両土壌とも pH 4 の人工酸性雨処理では土壌 pH は低下せず、脱イオン水処理区と同じ pH を示したにもかかわらず、草丈及び乾物重は脱イオン水区に比べてかなり少なくなっており、ソバの生育に pH 以外の要因が関与していることを示唆している。

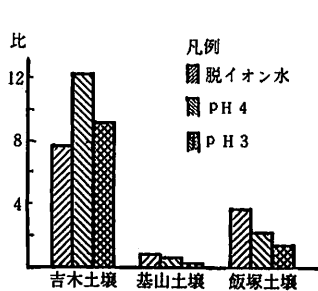
2 ソバの養分吸収

ソバの塩基濃度を第3表に示した。ソバの体内塩基濃度は各土壌間、各処理区間、年度間において非常に変動が大きく、人工酸性雨の酸性の強度や土壌中の陽イオン濃度との間に一定の傾向は見られなかった。しかし、これ等の体内塩基濃度のアルミニウム濃度に対する比について見ると、年次間の変動は小さく、各土壌及び処理の特徴をよく反映している。

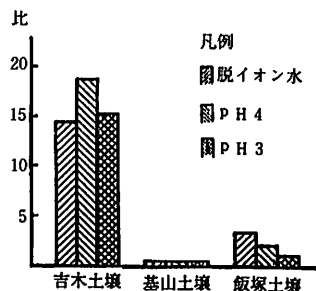
第3図及び第4図に示すようにカルシウム及びマグネシウム濃度のアルミニウム濃度に対する比（以下Ca/Al, Mg/Al）は吉木土壌>飯塚土壌>基山

土壌の順で、吉木土壌では人工酸性雨処理の酸性の強度との間に一定の傾向は見られなかったが、基山土壌及び飯塚土壌では人工酸性雨処理の酸性の強度が強いほど小さかった。これは、各処理区におけるソバの草丈及び乾物重の減少傾向と一致しており、ソバの生育やカルシウム、マグネシウムの吸収にアルミニウムが関与していることを強く示唆している。

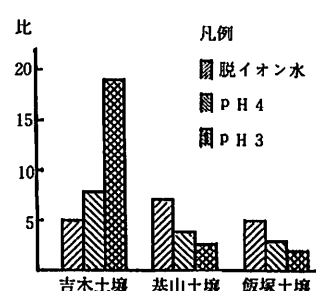
マンガン濃度のアルミニウム濃度に対する比 (Mn/Al) は第5図に示すように基山土壌及び飯塚土壌においては、Ca/Al, Mg/Alと同様に人工酸性雨処理の酸性の強度が強いほど小さかったが、吉木土壌では逆に人工酸性雨処理の酸性の強度が強いほど大きく、マンガンの吸収量も多かった。このことは、アルミニウムが活性化するとされる pH 5 よりも低い基山土壌及び飯塚土壌ではソバのマンガンの吸収には酸性雨処理により溶出したアルミニウムが影響し、酸性雨処理後においても pH 5 より高かった吉木土壌ではマンガンの溶解度を左右する土壌 pH の影響が大きいことを示している。



第3図 ソバ体内中 Ca/Al (1985年, 1987年平均)



第4図 ソバ体内中 Mg/Al (1986年, 1987年平均)



第5図 ソバ体内中 Mn/Al (1986年, 1987年平均)

以上のように、土壌に対する酸性雨処理がソバの生育に及ぼす影響は土壌の種類によって異なる。窒素肥沃度や土壌 pH が生育に影響することは当然であるが、同一窒素濃度、同一 pH の土壌で生育が異なることから、酸性雨処理土壌におけるソバの生育には、窒素肥沃度や土壌 pH 以外の要因が作用しており、その一つとして、アルミニウムの関与が示唆された。また、ソバの体内塩類濃度の体内アルミニウム濃度に対する比は、酸性雨による影響を示す指標の一つになると考えられる。

引用文献

- 1) 平木隆年・玉置元則・堀口光章・光田寧(1989) : 雨水の酸性度を決定する要素について. 京大防災研年報. 32B-1, 311~319.
- 2) 指宿堯嗣 (1986) : 酸性雨の生成機構, ぶんせき, 133, 78~86.
- 3) 井上恵子・庄籠徹也・兼子明 (1988) : 酸性雨が土壌生態系に及ぼす影響 第1報 福岡県における降水の実態. 福岡農総試研報 A-8, 95~98.
- 4) 川島祿郎 (1937) : 土壌反応並に其の石灰含量と作物の生育に就いて 第8報 小麦・青刈蕎麦・ライ麦・燕麦. 土肥誌 11(1), 11~22.
- 5) 大喜多敏一 (1987) : 欧州における酸性雨問題の現状と動向. 公害と対策, 23(1), 15~21.
- 6) 庄籠徹也・井上恵子・兼子明 (1989) : 酸性雨が土壌生態系に及ぼす影響 第2報 土壌からの塩基の流出. 福岡農総試研報 A-9, 99~104.
- 7) 篠崎光夫・三村春雄・大道章一・相原教司 (1984) : 酸性雨の実体とその土壌への影響. 農業及び園芸. 59(8), 1~19.
- 8) 玉置元則・平木隆年 (1986) : わが国各地における雨水 pH の年平均値(2). 環境技術, 15 (2, 3) 188~192.
- 9) 上田一徳 (1989) : 第一次酸性雨対策調査結果について (上), かんきょう, 14(6)56~59.
- 10) 脇孝介 (1989) : 酸性降下物の土壌中の動態とスギ林への影響予測. 公害と対策, 25(5), 38~41.
- 11) 山口武則・大政謙次・宝来俊一・藤井國博 (1988) : 火山性酸性雨による植物被害 一桜島近辺の場合一. 農業気象, 44(3), 219~223.

Effect of Acid Precipitation on the Buckwheat Growth and Nutrient Absorption

SHOUGOMORI Tetsuya and Keiko INOUE

Summary

Pot experiments were conducted to evaluate the effect of acid precipitation on the growth of buckwheat. In this experiments, buckwheat was seeded on the three kinds of soils with different parent materials which were treated with three pH levels (pH 5.6, 4.0 and 3.0) of artificial acid precipitations to investigate growth and nutrient absorption.

Treatment of artificial acid precipitation on soil did not affect the buckwheat emergence. Effect of the treatment on buckwheat growth varied with the kind of soils. In case of soils with low pH, the lower the pH of artificial acid precipitation, the shorter the length of buckwheat and also the lower the yield. It was considered that the ratio of cation concentration to aluminum concentration in buckwheat reflected the effects of acid precipitation.

福岡県の農業地域区分の方法

松尾和弘

(企画経営部経営情報課)

福岡県内の97市町村を対象に、分類指標として水田率、圃場整備の状況、農民層の分解状況、農業の担い手の有無、農地の流動化状況、水稲依存度、生産農業所得を用い、指標毎の地域性の解明及び地域区分を行った。分析手法については、農業の担い手の有無及び水稲依存度については主成分分析法を用い、その第1主成分のスコアの大小で分類し、その他の指標では一定基準(例えば県平均値)との比較を行った。その結果、10の地帯(①都市及び周辺地帯②農地流動化進展地帯③兼業深化地帯④都市近郊園芸地帯⑤果樹地帯⑥県央中山間地帯⑦県央農業地帯⑧農業所得増大地帯⑨筑後平坦水田地帯⑩筑後中山間茶業地帯)に区分でき、その特徴を明らかにした。

[Keywords: regional classification, agricultural income produced, principal component analysis]

緒言

昨今は多くの県で農業計画が策定されているが、その場合の地域計画としては行政区毎(例えば農林事務所単位)の計画が多く、空間的にまとまった1つの広がりとして把握され、行政主導的に農業振興を図っていく場合には都合がよいが、必ずしも地域の実状が反映されているとは言えない。また近年、都市化の波が急速に農村に押し寄せ、混住化・兼業化が進んで地域間での格差が急激に拡大し、市街化農業地域から過疎化の進行した中山間地域まで立地条件にもとづく多様な農業構造の分解と変動が観察される。このような地域農業の構造と変動を個々の具体的な地域農業発展に結びつけるには地域区分を行い、その地域性を考慮した地域計画が必要とされる。地域区分の手法としては、「農林統計に用いる地域区分」による都市近郊・平地農村・農山村・山村の区分を適用した事例²⁾や種々の統計分析法(主成分分析法、クラスター分析法)で区分した事例³⁾がある。いずれの場合も対象地域を限定したうえでその地域の特徴を加味した分類指標の選定、手法の確立が必要とされるが、福岡県を対象にした地域区分の方法については報告例が少ない。このため県内で適応できる分類指標を用い、その指標での地域性を検討し、10の地帯に区分したので報告する。

試験研究方法

地域区分に当たっては、既存の統計資料(農林業センサス、生産農業所得統計)を使い、市町村単位で行った。その場合分類指標としては、福岡県において地域農業を展開するに当たって重要と思われる7項目を用いた。

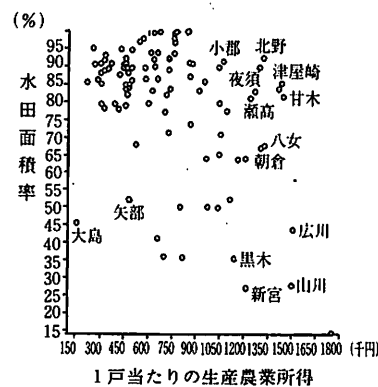
1 区分方法及び手順

(1) 機械的分類

水田率(経営耕地面積に占める水田の比率)の80%を境に2つのグループに分け、さらに農家の質、量すなわち主体的条件、農外就業の状況に関する次の8項目を主成分分析にかけ、その第1主成分を担い手の活発さを表す総合特性値(第1主成分の寄与率75%)として、そのスコアの正負で機械的に分類した。

- ア 16~59才までの男子農業就業者割合
- イ 農家1戸当たりの基幹的農業従事者数
- ウ 総農家数に占める2種兼恒常勤務農家率
- エ 男子生産年齢のいる専業農家率
- オ 中核農家率
- カ 65才以上の農家就業者比率
- キ 販売金額300万以上の農家率
- ク 農家1戸当たりの生産農業所得

注) ア~キは1985年センサス、クは1987年生産農業所得統計



第1図 水田面積率と生産農業所得との関係

(2) 総合的分類

農民層の分解状況を農家数及び基幹的農業従事者の減少率と県平均との比較で4類型に分類し、基盤整備の状況、農地の流動化率(農地利用増進法による利用権設定面積の比率)10%を境に分類した。

次に、水稻依存に関する4項目を主成分分析にかけ、その第1主成分スコアの正負で分類した。

- ア 水稻単一経営の割合
- イ 経営耕地面積に占める水稻作付面積比率
- ウ 水稻の販売金額1位農家の比率
- エ 総粗生産額に占める米の粗生産額の比率

注) アーウは1985年センサス, エは1987年生産農業所得統計

最後に、農家1戸当たりの生産農業所得及びその伸び率並びに各作目の農業粗生産額の県平均との比較を行って分類した。

注) 特化係数=市町村における1部門の粗生産額構成比/県における1部門の粗生産額構成比

これらの指標については、(1)の機械的分類後に総合的に用い、地域区分を行った。

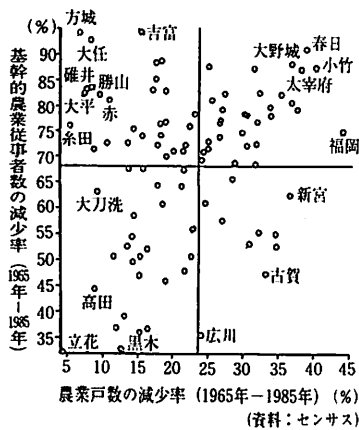
なお、農家1戸当たりの生産農業所得の伸び率が過去15年間で2倍以上になっている地域は、農業所得増大地帯として、水田率に関係なくとりまとめた。

解析に当たっては、九州農試農村計画部の藤森氏¹⁾が作成した「市町村別データ処理プログラム」を使用した。

結果及び考察

1 地域区分に有効な指標と地域の特徴

個々の分類指標による県内の地域性は以下の通りである。



第2図 農民層の分解状況

(1) 水田率

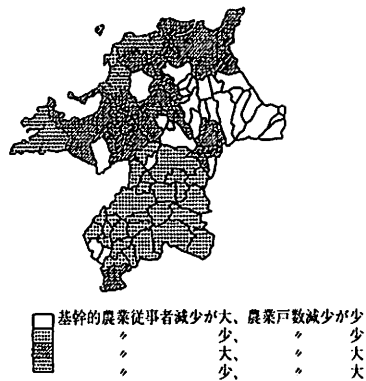
福岡県全体の水田率は76.0% (1985年センサス) である。これを市町村別にみると90%以上が29市町村, 80%以上が64市町村と県下の3分の2が含まれ, 一方50%以下が10市町村ある。この違いが作物選択に大きな役割を及ぼしており, 各市町村毎に水田率と農家1戸当たりの生産農業所得の関係を示すと(第1図), 野菜が盛んな市町村を除き水田率が高い市町村で生産農業所得が低くなっている。これは構造改善の動き, 水稻の価格停滞, 転作等の要因が大きく係わっているものと思われる。

(2) 農業の担い手

地域農業の担い手は、その役割の面から地域のまとめ役としての担い手と具体的生産に携わる担い手の2つがある。前者については、その条件として地域における信頼、組織化の能力と農業生産に対する理解が必要であり、この把握に当たっては客観的な判断は難しい。そこで、ここでは後者について分類し検討した。この担い手スコアの高い地域は、立花町, 山川町, 糸島郡3町, 瀬高町等があり果樹, 野菜, 茶の盛んな地域が多く, 今後も基幹作物を中心にして活発な生産活動が行われる地域である。また, 筑豊, 京築, 都市近郊地域では担い手スコアが低く, 高齢者, 兼業農家による組織化等地域ぐるみで農業を維持する体制が必要となろう。

(3) 農民層の分解と経営耕地の増減

第2図は1965~1985年にかけての基幹的農業従事者数及び農家戸数の減少率を示したものであり, それを県平均と比較し4類型にマッピングしたのが第3図である。基幹的農業従事者数の減少率が大きく, かつ農家戸数の減少率が大きい市町村は福岡市, 北



第3図 農民層の分解による類型化

九州市周辺に多く、これらの市町村は農地の流動化はみられるが規模拡大は進まず、主に宅地化という形で経営耕地面積が減少していることから、都市化の波をまともに受けた地域である。基幹的農業従事者数の減少率が大きく、かつ農家戸数の減少率の小さい市町村は、筑豊（特に田川地域）から京築地域の市町村にみられる。これらの地域では水稻への依存（水稻依存度のスコア大）が大きくまた、2兼農家の割合が大きくなっており、兼業農家による農業の展開という形で対応し、農家が依然として残っている地域である。基幹的農業従事者数の減少率が小さく、かつ農家戸数の減少率も小さい市町村は、県南の市町村が多く、農業が依然として維持されている地域である。基幹的農業従事者数の減少率が小さくかつ農家戸数の減少率が大きい市町村は、県北糸島の3町と古賀町、新宮町、玄関町、福岡町に見られる。これらの市町村はみかん園の増加にもかかわらず、都市化による経営耕地面積の減少が大きく、全体として経営耕地面積は減っているもののこの地帯には都市近郊農業地帯が成立しており分解も極めて激しく、脱農化が進む一方で一部の優秀な農家群を作り出している。

(4) 圃場整備の状況

本県の圃場整備は1986年末47.1%で、農林事務所毎の整備状況では行橋農林管内だけが24.8%（他地域50%以上）と遅れており、1982～1986年までの伸びでは、福岡、甘木、筑後農林管内で17～20ポイント上昇しているのに対して、八幡、飯塚、行橋農林管内では11ポイント前後の伸びにとどまっている。

(5) 農地の流動化

福岡県の場合水稻を対象として流動化が進んでおり、利用権設定率（1988年）の高い地域は福岡市・北九州市の中間地域（津屋崎町18%、水巻町14%）及び豊前地域（太平村13%、新吉富村13%）、糸島地域（二丈町14%）に多くみられる。これに対し県南地域ではまだ進んでおらず、これは就業の機会、賃金、借地料が影響している⁴⁾。

(6) 水稻依存度

水稻依存度の高い地域として筑豊及び京築、北九州市周辺があり、これらの地域を前述した担い手の指標と比べると、担い手の少ない地域が多く、また1戸当たりの生産農業所得も低いところが多い。

(7) 生産農業所得

1戸当たりの生産農業所得は、担い手が多く残っている地域が高い。これを1971年と1988年で比べると、担い手が多く残っている市町村でも所得が伸びてない地域と、施設園芸の発展により伸びている地域がある。

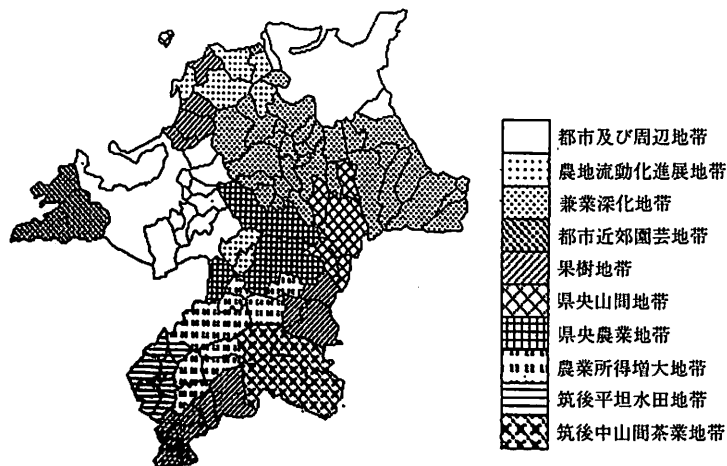
2 地帯別指標とその特徴

上記の分類指標を用い県内の市町村区分を行うと10地帯に区分でき、その地帯と地帯別の特徴は次のとおりである。

(1) 都市及び周辺地帯

水田率が80%以上（福岡市・北九州市を除く、1988/1960年の経営耕地面積比率が70%以下で、農家戸数の減少も大きく都市周辺で農業が縮小している地域。

(2) 農地流動化進展地帯



第4図 県内の地帯区分

水田率が80%以上、具体的な生産の担い手を表す第1主成分のスコア（以下担い手スコア）が正で、農地の流動化率が10%以上あり規模拡大が進んでいる地域。

(3) 兼業深化地帯

水田率が80%以上、担い手スコアが負で基幹従業者数の減少率が大きく、1戸当たりの生産農業所得が低く、兼業農家中心に水稲へ特化している地域。

(4) 都市近郊園芸地帯

水田率が80%以下、担い手スコアが正であり大都市周辺で園芸作物への特化係数が高い地域。

(5) 果樹地帯

水田率が80%以下、担い手スコアが正で果樹に特化し、以前みかんを中心に1戸当たりの生産農業所得が高かったが近年伸び悩んでいる地域。

(6) 県央山間地帯

水田率が80%以下、担い手スコアが負で1戸当たりの生産農業所得が低い地域。

(7) 県央農業地帯

水田率が80%以上、担い手スコアが正で基幹的農業者が残り農業が維持されている地域。

(8) 農業所得増大地帯

担い手スコアが正で大きく、基幹的農業従事者・農家戸数ともに減少率が低く、1戸当たりの生産農業所得が15年間で2倍以上になっている地域。

(9) 筑後平坦水田地帯

水田率90%以上、担い手スコアが正で小さく、

イグサ・水稲への特化係数が高い地域。

(10) 筑後中山間茶業地帯

水田率が80%以下、担い手スコアが正で茶への特化係数が高い地域。

最後にこの地域区分は、統計処理を用い地域農業の現状について類型化したものであるが、外部環境が急変する場合は区分も変わってくる。今後は将来予測、住民意向等のデータも考慮すべきであろう。

またこの分類の指標は、県内の市町村を区分するときは適用できるが、集落区分になるとすべての地帯で適用できるとは限らない。従って、ここで区分した地帯毎の分類指標を検討することが残された課題である。

引用文献

- 1) 藤森英樹 (1989) : 市町村別データによる九州農業の地域分析手法. 九州農試研究資料 75, 58~90 120~121.
- 2) 伊香厚雄 (1989) : 地域農業の構造変動における特徴的諸側面. NARC 研究速報 6, 19-28.
- 3) 永江弘康 (1968) : 千葉県農業地帯区分について, 千葉試験報 27, 107~119.
- 4) 野見山敏雄 (1985) : 土地利用型大規模経営の成立条件. 福岡農総試経営研究資料 138, 6~7.

Regional Classification by Agricultural Statistics in Fukuoka Prefecture

MATSUO Kazuhiro

Summary

In fukuoka prefecture, there is a regional difference under the condition of nature and social economics. So 97 municipalities were classified by 7 indexes; the ratio of paddy field, the ratio of farm land consolidation, successors of farmers, resolved condition of farmers, dependency on rice, agricultural income produced. Principal component analysis was applied for successors of farmer and dependency on rice. Others are compared with the set value that was decided beforehand. For example the set value was prefecture's average. In conclusion, Fukuoka prefecture was classified into ten areas.

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
鉦 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10号

平成2年11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 同盟印刷株式会社

福岡県行政資料

分類記号 P A	所属コード 0704106
登録年度 2	登録番号 11