

ISSN 2185-0437

山口県農林総合技術センター研究報告

第 1 号

平成 22 年 3 月

BULLETIN OF THE YAMAGUCHI PREFECTURAL TECHNOLOGY CENTER FOR
AGRICULTURAL AND FORESTRY

No. 1

March, 2010

Yamaguchi Prefectural Technology Center For Agriculture and Forestry

Ouchi mihori, Yamaguchi city, Yamaguchi prefecture, Japan

山口県農林総合技術センター

山口県山口市大内御堀

山口農技セ研報

Bull. Yamaguchi

Tec Cent Agri fore

目 次

101	山口県産農産物における抗酸化機能、抗アレルギー機能脂質代謝改善機能 平田達哉・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
102	魚を主体とした有機質肥料「果穂里」の特性と水稻への施肥法 有吉真知子・平田俊昭・・・・・・・・・・・・・・・・	11
103	コムギ縞萎縮病の発生地域における品種「ふくさやか」への品種転換の有効性 村本和之・野崎匠・唐津達彦・笹谷孝英・・・・・・・・	18
104	2008年以降の山口県におけるヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の多発生要因 中川浩二・溝部信二・・・・・・・・・・・・・・・・	24
105	ハウスワサビの夏播き作型の開発 廣林祐一・古江寿和・杉山久枝・日高輝雄・・・・・・・・	31
106	小輪系ユリ「プチフレーズ」、「プチブラン」、「プチルナ」及び「プチロゼ」の育成 尾関仁志・光永拓司・藤田淳史・松本哲朗・・・・・・・・	37
107	水稻新品種「せとのにじ」の育成 羽嶋正恭・金子和彦・井上浩一郎・山榮午朗 吉永巧・中谷康正・森岡徹文・村山英樹 渡辺大輔・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	46
108	緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化 中司祐典・木村晃司・有吉真知子・・・・・・・・	56
109	肥効調節型肥料全量基肥施用の水稻主要品種に対する適応性と効果的利用法 前岡庸介・木村晃司・岡本賢一・中司祐典・・・・・・・・	71
110	集落営農組織における畦畔管理省力化技術の導入効果の試算(短報) 銭本徹・齊藤昌彦・中村正伸・・・・・・・・	85

山口県産農産物における抗酸化機能、抗アレルギー機能 脂質代謝改善機能

平 田 達 哉

Anti-oxidant, Anti-allergic and Lipid Metabolic Improvement Function of Agricultural Products in Yamaguchi Prefecture

Tatsuya HIRATA

Abstract : It has been made clear that food associated with not only the function of nourishment but also a living body adjustment function deeply.

A deep relation between various menstruation states so-called lifestyle-related disease for person. It becomes more important to elucidate the protective efficacy of the lifestyle-related disease by the food.

Therefore, to get basic data to promote the food available of the characteristics agricultural products including traditional vegetables in this prefecture, I examined reactive oxygen species scavenging ability, DPPH radical species scavenging ability, an anti-allergic function, a lipid metabolic improvement function among functionality included in these agricultural products .

As a result, the agricultural products that high activity was recognized as reactive oxygen species scavenging ability were Taya eggplant, pear, koehne, strawberry, yamaguchi-koudaka onion, bitter melon, tomato and tea leaf. The agricultural products where high activity was recognized as DPPH radical species scavenging ability were the edible products and garland chrysanthemum. The agricultural product with high activity as the anti-allergy function was a koehne. The agricultural product with lipid metabolic improvement function activity were azamina and hanakkori . In this study, I searched for the agricultural products in yamaguchi prefecture with an effect of the anti-oxidation, anti-allergic, lipid metabolic improvement function .

Key Words : reactive oxygen species、 DPPH radical species、
lipase、hyaluronidase

キーワード : 活性酸素消去能、DPPHラジカル消去能、ヒアルロニダーゼ、
リパーゼ

緒 言

食品は単なる栄養という機能だけでなく、生体調節機能と深く関わることが明らかにされて

きたことから、食品の生体調節機能物質に関する研究が積極的に進められている。これにより、食品とヒトとが関係する種々の生理状態、特に高血圧症、高脂質症、糖尿病、動脈硬化症および脳血管疾患など、いわゆる生活習慣病との間

の深い関係が知られてきた。食品の生活習慣病に対する予防効果を解明することは、ますます重要になりつつある。

山口県には、伝統野菜をはじめ多くの特徴ある農作物が栽培されており、その中には「のんたぐろ」を素材とした焙煎茶、ココウを原料としたワインなど、すでに機能性を生かした加工品が開発販売されているものもある。しかし、数多くの県産農産物は、機能性について未解明であり、これらの価値に基づいた有利販売や加工食品開発は行われていない。そこで、本研究においては、本県伝統野菜、地域の特産など特徴ある農産物の食品利用推進の基礎データを得るために、これらの農産物の機能性のうち、抗酸化機能（DPPH ラジカル消去能、活性酸素消去能）、抗アレルギー機能（ヒアルロニダーゼ阻害活性）、脂質代謝改善機能（リパーゼ阻害活性）を調査した。その結果、有益な情報が得られたのでここに報告する。

材料および方法

1 試料

山口県で栽培された農作物53品種（野菜43品種、果実類5品種、その他5品種）を用いた。

2 試料の調製

各試料に対して、80%アルコールによる抽出を行った。即ち、凍結乾燥試料をフラスコに0.1g取り、10mlの80%エチルアルコールを加えてホモゲナイザーで粉碎した。この試料を5℃で2日間抽出後、ろ過を行い、洗液をあわせて20mlに定容して試料溶液とした。試料溶液は5℃で保存した。

3 活性酸素消去能測定

活性酸素消去能は、Rosaら(1979)の方法に準じて測定した。即ち、試験管に0.05M NaCO₃緩衝液(pH10.2) 2.4ml、3mM キサンチン溶液0.1ml、3mM EDTA溶液0.1ml、BSA溶液0.1ml、0.75mM ニトロブルーテトラゾリウム溶液0.1ml および試料溶液0.1ml を入れ十分に

攪拌した。さらにキサンチンオキシダーゼ溶液0.1mlを加えて攪拌し、25℃で20分間反応させた。反応後に6mM CaCl₂溶液0.1mlを加えて反応を停止し、560nmにおける吸光度を測定した。活性酸素消去活性の強さは、以下に示す式により活性酸素の阻害率として求めた。したがって、数値が高いほど活性が強いことを示す。なお、各試料間の阻害活性の比較は、阻害率50%を示すときの反応液1ml中での試料乾物重量である50%活性阻害濃度(IC50(g/ml))を用いた。

活性酸素消去活性

$$= (1 - (C - D) / (A - B)) \times 100$$

A:対照吸光度(試料の代わりに蒸留水)

B:対照ブランク吸光度(酵素の代わりに緩衝液を加えたもの)

C:試料吸光度

D:試料ブランク吸光度(酵素の代わりに緩衝液を加えたもの)

4 DPPHラジカル消去能測定

DPPHラジカル消去能は、Yamaguchiら(1998)の方法に準じて測定した。即ち、試験管に500μM DPPH溶液0.5ml、0.1M トリス緩衝液(pH7.2)0.8ml および試料溶液0.2mlを加え十分に攪拌し、暗所(15℃)で20分間反応させ、HPLCで測定した。また、試料と同時にトリス緩衝液をブランク、標準品溶液(500μM Trolox)をコントロールとして測定した。分析装置はTSK-gel Octyl-80Ts(4.6mm×150mm, Tosho)を装着した液体クロマトグラフ(Waters 650)を用いた。カラム温度は25℃、流速は1.0ml/min、溶離液はメタノール/水(70:30, v/v)として517nmで検出した。ラジカル消去能は、試料生鮮重100g中のTrolox相当量をラジカル補足活性として以下に示す式により求めた。

$$\text{ラジカル補足活性} (\mu \text{ mol Trolox eq. / 100g}) \\ = 500 \times (A - B) / (A - C) \times V / 1000 \times 100 / W$$

A:ブランクのピーク面積

B:試料溶液を添加した時のピークの面積

C:コントロールのピーク面積

V:試料溶液量(ml)

W:試料採取量(g)

5 ヒアルロニダーゼ阻害活性測定

ヒアルロニダーゼ阻害活性は、掛川ら(1985)の方法に準じて測定した。即ち、試験管に試料溶液0.1ml とヒアルロニダーゼ酵素溶液0.05ml を加え、37℃で20分間放置した。次に酵素活性化液0.1ml を加え、37℃で20分間放置した。さらにヒアルロン酸基質溶液0.25ml を加え、37℃で40分間反応した。0.4N NaOH 0.1ml を加えて反応を停止した後、ホウ酸カリウム溶液0.1ml を加え、沸騰水浴中にて3分間加熱した。室温まで冷却後、p-ジメチルアミノベンズアルデヒド溶液3ml を加え、37℃で20分間放置した後、585nm における吸光度を測定した。各試料について酵素液を入れないもの（ブランク）も吸光度を測定し、以下に示す式により阻害率(%)を算出した。なお、各試料間の阻害活性の比較は、活性酸素消去能と同様に阻害率50% (IC50(g/ml)) を用いた。

ヒアルロニダーゼ阻害活性

$$= (1 - (C - D) / (A - B)) \times 100$$

A:対照吸光度（試料の代わりに蒸留水）

B:対照ブランク吸光度（酵素の代わりに緩衝液を加えたもの）

C:試料吸光度

D:試料ブランク吸光度（酵素の代わりに緩衝液を加えたもの）

6 リパーゼ阻害活性測定

リパーゼ阻害活性は志村ら(1996)の方法に準じて測定した。即ち、試験管にトリオレイン1ml、0.1M McIlvain 緩衝液 (pH7.4)7ml、試料溶液1ml および豚膵リパーゼ溶液 1 ml を加えて攪拌し、37℃で1時間振とうした。次にエタノール20ml を加えて反応停止し、生成した脂肪酸を0.1N NaOH により滴定して、以下に示す式より阻害率(%)を算出した。なお、各試料間の阻害活性の比較は、活性酸素消去能と同様に50%活性阻害濃度 (IC50(g/ml)) を用いた。

リパーゼ阻害活性

$$= (1 - (C - D) / (A - B)) \times 100$$

A:試料の代わりに80%アルコールを加えたときの滴定値

B:酵素溶液の代わりに0.1M McIlvain 緩衝液を加えたときの滴定値 (A のブランク)

C:試料添加したときの滴定値

D:酵素溶液の代わりに0.1M McIlvain 緩衝液を加えたときの滴定値 (C のブランク)

第1表 農産物の活性酸素消去能

結果

種別	科	品目	品種	活性酸素消去活性		分類 ^Y		
				阻害率 ^Z (%)	IC50 ^Z (g/ml)			
野菜	ナス	ナス	田屋	96	0.0026	A		
			筑陽	0				
			ジャガイモ	男爵	(Tr)			
				トマト	50	0.0050	A	
				パプリカ	(黄)	0		
				(赤)	0			
	アブラナ	ダイコン		岩国赤大根	0			
				とっくり大根	0			
				聖護院	0			
				カブ	耐病総太り	0		
				萩ころげ	(Tr)			
				武久	0			
				スワン	0			
				ハクサイ	笹川錦帯白菜	0		
				(黄芯系)	0			
				キャベツ	おきな	0		
				タカナ	彦島春菜	10		0.0252
				三池	10	0.0252		
				アザミナ	(むつみ系)	(Tr)		
				チンゲンサイ	—	0		
				カラシナ	—	0		
				ナタネ	はなっこりー	0		
				ブロッコリー	緑種	0		
				ミズナ	—	0		
	アオイ	オクラ		白オクラ	0			
				アーリーファイブ	0			
				アクティブ	0			
アカザ	ハウレンソウ		滝の川	0				
			ゴボウ	0				
			シュンギク	大葉	0			
セリ	ニンジン		五寸	(Tr)				
			ショウガ	—		(Tr)		
			ウリ	徳佐		0		
			カボチャ	えびす	0			
			ニガウリ	—	59		0.0042	
			サトイモ	石川早生	0			
			ヤマノイモ	つくねいも(仏掌いも)	0			
			ヒルガオ	サツマイモ	(Tr)			
			紫サツマイモ(赤皮)	6	0.0445			
			紫サツマイモ(白皮)	10	0.0258			
			ハス	レンコン	中国(白花)		21	0.0117
			ネギ	ネギ	九条		0	
			ユリ	タマネギ	山口甲高	62	0.0040	
			バラ	イチゴ	さちのか	71	0.0351	
			果樹	サルナシ	コッコウ(シマサルナシ)	(祝島自生)	45	0.0056
			バラ	ナシ	二十世紀	84	0.0030	
			カリン	—	84	0.0030		
			リンゴ	ふじ	0			
			フトモモ	フェイジョア	—	34	0.0074	
			その他	マメ	黒豆	のんたぐろ	0	
			青豆	—	0			
			ツバキ	茶	—	92	0.0027	
			キシメジ	シメジ	—	0		
			しいたけ	—	0			

1 抗酸化機能

活性酸素消去能(キサンチンオキシダーゼ阻害活性)による分類は、IC50(g/ml)が0.001g~0.005g未満を活性強い(A)、0.005g~0.010g未満を活性やや強い(B)、0.010g~0.020g未満を活性有り(C)と(菅野ら, 2000)分類し、測定した阻害率およびIC50の結果を第1表に示した。分析の結果、ナス「田屋」、トマト、ニガウリ、タマネギ「山口甲高」、イチゴ、ナシ、カリン、茶の計8品種が強いとして分類された。やや強い農産物は、コッコウ(シマサルナシ)、フェイジョアの2品種で、活性有りはレンコンであった。

なお、アブラナ科のダイコン、カブ、ハクサイなど、アオイ科の白オクラ、キク科のゴボウ、マメ科の黒豆などについては、活性酸素消去能は認められなかった。

^Z乾物重当たり

^YIC50で分類した

A: 0.001g~0.005g未満 B: 0.005g~0.010g未満 C: 0.010g~0.020g未満

第2表 農産物のDPPHラジカル消去能

種別	科	品目	品種	DPPH	水分含量	分類 ²	
				ラジカル消去能 ($\mu\text{mol Trolox eq./100gFW}$)			(%)
野菜	ナス	ナス	田屋	450	94.1	C	
			筑陽	(Tr)	93.9		
			ジャガイモ	男爵	(Tr)	79.5	
			トマト	桃太郎	(Tr)	95.0	
			パプリカ	(黄)	108	92.0	
		(赤)		110	91.9		
		アブラナ	ダイコン	岩国赤大根	207	94.5	
				とっくり大根	202	94.5	
				聖護院	304	94.5	C
				耐病総太り	(Tr)	92.8	
			カブ	萩ころげ	197	94.7	
					武久	113	94.8
				スワン	(Tr)	92.9	
			ハクサイ	笹川錦常白菜	137	95.9	
				(黄芯系)	52	95.0	
			キャベツ	おきな	91	92.4	
			タカナ	彦島春菜	(Tr)	91.2	
				三池	239	91.9	
				(むつみ系)	(Tr)	91.8	
				チンゲンサイ	(Tr)	91.6	
				カラシナ	(Tr)	90.8	
			ナタネ	はなっこりー	181	92.0	
			ブロッコリー	緑積	(Tr)	84.9	
			ミズナ	—	277	90.2	
		アオイ	オクラ	白オクラ	693	90.0	B
					アーリーファイブ	143	
		アカザ	ホウレンソウ	アクティブ	152	90.4	
	キク	ゴボウ	滝の川	866	78.6	A	
				シュンギク	大葉	903	91.9
	セリ	ニンジン	五寸		90.4		
	ショウガ	ショウガ	—	651	91.1	B	
	ウリ	ウリ	徳佐	120	90.8		
				カボチャ	えびす	(Tr)	78.5
			ニガウリ	(Tr)	94.5		
	サトイモ	サトイモ	石川早生	(Tr)	73.3		
	ヤマノイモ	ヤマノイモ	つくねいも(広葉いも)	(Tr)	73.3		
	ヒルガオ	サツマイモ	ベニアズマ	(Tr)	90.0		
				紫サツマイモ(赤皮)	57	66.1	
			紫サツマイモ(白皮)	50	66.3		
	ハズ	レンコン	中国(白花)	(Tr)	81.3		
	ネギ	ネギ	九条	291	92.0		
	ユリ	タマネギ	山口甲高	(Tr)	90.4		
	バラ	イチゴ	さちのか	717	90.1	B	
	サルナシ	コッコウ	(祝島自生)				
果樹		(シマサルナシ)		43	92.4		
		バラ	ナシ	20世紀	508	88.6	B
			カリン	—	(Tr)	91.1	
			リンゴ	ふじ	603	85.8	B
	フトモモ	フェイジョア	—	394	91.9	C	
その他	マメ	黒豆	のんたぐる	(Tr)	90.0		
			青豆	—	167	89.8	
	ツバキ	茶	—	534	4.9	B	
	キシメジ	シメジ	—	(Tr)	91.2		
		しいたけ	—	(Tr)	91.7		

²ラジカル消去能値で分類したA: 800 μmol 以上 B: 500~800 μmol 未満 C: 300~500 μmol 未満

DPPH ラジカル消去能による抗酸化能の分類は、試料生鮮重100g中のTrolox相当量とし、800 μmol 以上を活性強い(A)、500~800 μmol 未満を活性やや強い(B)、300~500 μmol 未満を活性有り(C)として(YAMAGUCHIら, 1998)測定した結果を第2表に示した。分析結果からゴボウ、シュンギクの2品種が強いとして分類された。やや強い品種は、白オクラ、品目はショウガ、イチゴ、ナシ、リンゴ、茶の計6品種で、活性有りはナス「田屋」など3品種であった。

DPPH ラジカル消去能および活性酸素消去能のどちらにも抗酸化機能が認められた農作物はナス「田屋」、イチゴ、ナシ、フェイジョア、茶であり、その他の農産物では、一方のみに効果が認められるか、ともに効果が認められなかった。

なお、両方に効果が認められない品目はアブラナ科のカブ、ハクサイなど、ウリ科のウリ、カボチャなどであった。

第3表 農産物の抗アレルギー機能

種別	科	品目	品種	ヒアルロニダーゼ阻害活性		分類 ^y	
				阻害率 ^z (%)	IC50 ^z (g/ml)		
野菜	ナス	ナス	田屋	21	0.012	C	
			筑陽	(Tr)			
			ジャガイモ	男爵	15	0.017	C
			トマト	桃太郎	9	0.027	
			パプリカ	(黄)	12	0.021	
				(赤)	(Tr)		
	アブラナ	ダイコン	岩国赤大根	7	0.034		
			とっくり大根	(Tr)			
			聖護院	6	0.040		
			耐病総太り	(Tr)			
		カブ	萩ころげ	42	0.006	B	
			武久	4	0.058		
			スワン	2	0.152		
		ハクサイ	笹川錦帯白菜	2	0.152		
			(黄芯系)	(Tr)			
		キャベツ	おきな	(Tr)			
		タカナ	彦島春菜	21	0.012	C	
			三池	(Tr)			
		アザミナ	(むつみ系)	13	0.020		
		チンゲンサイ	—	8	0.031		
	カラシナ	—	5	0.056			
	オタネ	はなっこりー	6	0.042			
	ブロッコリー	緑積	7	0.034			
	ミズナ	—	10	0.024			
アオイ	オクラ	白オクラ	1	0.168			
		アーリーファイブ	4	0.056			
アカザ	ホウレンソウ	アクティブ	20	0.012	C		
キク	ゴボウ	滝の川	(Tr)				
		シュンギク	大葉	16	0.016	C	
セリ	ニンジン	五寸	1	0.168			
ショウガ	ショウガ	—	33	0.008	B		
ウリ	ウリ	徳佐	10	0.025			
		カボチャ	えびす	(Tr)			
		ニガウリ	(Tr)				
サトイモ	サトイモ	石川早生	9	0.029			
ヤマノイモ	ヤマノイモ	つくねいも(仏掌いも)	31	0.008	B		
ヒルガオ	サツマイモ	ベニアズマ	33	0.008	B		
		紫サツマイモ(赤皮)	15	0.017	C		
		紫サツマイモ(白皮)	14	0.019	C		
ハス	レンコン	中国(白花)	(Tr)				
ネギ	ネギ	九条	11	0.022			
ユリ	タマネギ	山口甲高	41	0.006	B		
バラ	イチゴ	さちのか	2	0.138			
果樹	サルナシ	コッコウ	(祝島自生)	(Tr)			
			(シマサルナシ)				
		バラ	ナシ	二十世紀	18	0.014	C
			カリン	—	84	0.003	A
		リンゴ	ふじ	40	0.006	B	
フトモモ	フェイジョア	—	10	0.026			
その他	マメ	黒豆	のんたぐろ	(Tr)			
		青豆	—	(Tr)			
ツバキ	茶	—	19	0.013	C		
キシメジ	シメジ	—	(Tr)				
		しいたけ	—	10	0.024		

^z 乾物重当たり

^y IC50で分類した

A : 0.001g~0.005g未満 B : 0.005g~0.010g未満 C : 0.010g~0.020g未満

2 抗アレルギー機能(ヒアルロニダーゼ阻害活性)

ヒアルロニダーゼ阻害活性による分類は、IC50(g/ml)が0.001g~0.005g未満を活性強い(A)、0.005g~0.010g未満を活性やや強い(B)、0.010g~0.020g未満を活性有り(C)として(菅野ら, 2000)分類し、測定した阻害率およびIC50の結果を第3表に示した。分析結果から、カリンが強いとして分類された。また、やや強い農産物は、カブ「萩ころげ」、ショウガ、ヤマノイモ、サツマイモ、タマネギ「山口甲高」、リンゴの計6品種で、紫サツマイモ(白皮)など計9品種が活性有りであった。

なお、アブラナ科のダイコン、ハクサイなど、アオイ科の「白オクラ」、マメ科の黒豆などでは活性が認められなかった。

第4表 農産物の脂質代謝改善機能

種別	科	品目	品種	リパーゼ阻害活性		分類 ^Y	
				阻害率 ^Z (%)	IC50 ^Z (g/ml)		
野菜	ナス	ナス	田屋	0			
			筑陽	0			
			ジャガイモ	男爵	0		
			トマト	桃太郎	0		
			パプリカ	(黄)	0		
			(赤)	31	0.009	B	
	アブラナ	ダイコン	岩国赤大根	0			
			とっくり大根	47	0.005	B	
			聖護院	0			
	カブ	カブ	耐病総太り	0			
			萩ころげ	0			
			武久	0			
	ハクサイ	ハクサイ	スワン	0			
			笹川錦帯白菜	0			
			(黄芯系)	0			
	キャベツ	キャベツ	おきな	0			
			タカナ	彦島春菜	25	0.010	C
			三池	0			
	アザミナ	アザミナ	(むつみ系)	70	0.004	A	
			チンゲンサイ	—	0		
	カラシナ	カラシナ	—	0			
			ナタネ	はなっこりー	61	0.004	A
	ブロッコリー	ブロッコリー	緑積	0			
			ミズナ	—	0		
	アオイ	アオイ	オクラ	0			
			白オクラ	0			
	アカザ	アカザ	ア—リーファイブ	0			
アザミナ			ホウレンソウ	33	0.008	B	
キク	キク	ゴボウ	濁の川	0			
		シュンギク	大葉	24	0.011	C	
セリ	セリ	ニンジン	五寸	0			
		ショウガ	ショウガ	—	26	0.009	B
ウリ	ウリ	ウリ	徳佐	17	0.015	C	
		カボチャ	えびす	0			
ニガウリ	ニガウリ	—	0				
		サトイモ	サトイモ	石川早生	0		
ヤマノイモ	ヤマノイモ	つくねいも(仏掌いも)	0				
		ヒルガオ	サツマイモ	ベニアズマ	0		
		紫サツマイモ(赤皮)	0				
		紫サツマイモ(白皮)	0				
ハス	ハス	レンコン	中国(白花)	0			
		ネギ	ネギ	九条	0		
ユリ	ユリ	タマネギ	山口甲高	0			
		バラ	イチゴ	さちのか	31	0.008	B
果樹	サルナシ	コッコウ	(祝島自生)	0			
		(シマサルナシ)					
		バラ	ナシ	二十世紀	0		
		カリン	—	0			
リンゴ	リンゴ	ふじ	0				
		フトモモ	フエイジョウ	—	0		
その他	マメ	黒豆	のんたぐる	0			
		青豆	0				
ツバキ	ツバキ	茶	—	0			
		キンメジ	シメジ	—	0		
しいたけ	しいたけ	—	0				
		—	0				

^Z 乾物重当たり^Y IC50で分類した

A : 0.001g~0.005g未満 B : 0.005g~0.010g未満 C : 0.010g~0.020g未満

3 脂質代謝改善機能(リパーゼ阻害活性)

リパーゼ阻害活性による分類は、IC50(g/ml)が0.001g~0.005g未満を活性強い(A)、0.005g~0.010g未満を活性やや強い(B)、0.010g~0.020g未満を活性有り(C)として(菅野ら, 2000)分類し、測定した阻害率およびIC50の結果を第4表に示した。分析結果から、アザミナ、「はなっこりー」の2品種が強いとして分類された。やや強い農産物は、「とっくり大根」、ホウレンソウ、イチゴ、パプリカ(赤)、ショウガの5品種で、シロウリ「徳佐」など計3品種が活性有りとして分類された。

なお、ナス科のナス、トマトなど、アブラナ科のカブ、ハクサイなど、果樹類やマメ科にも活性は認められなかった。

考 察

高齢化する社会の中で生活習慣病は増加しており、その対策として、日常の食生活を通じて健康維持を図ることが重要となっている。そのため、機能性をもつ農産物へ関心が高まり、これらを利用した生理機能性食品素材の開発が望まれている。そこで筆者は、山口県の伝統野菜を中心に農産物の抗酸化機能、抗アレルギー機能および脂質代謝改善機能に関わる評価を行った。

本研究において、DPPH ラジカル消去能が認められたゴボウやシュンギクなどは、ポリフェノール類を中心とした抗酸化物質を多く含んでいる。しかし、ゴボウやシュンギクに活性酸素消去能は認められなかった。このことは、活性酸素消去能ではポリフェノール類の他、酵素が抗酸化に寄与しているためと考えられる。ラジカル消去能および活性酸素消去能のどちらにも抗酸化機能が認められたのはナス「田屋」、イチゴ、ナシ、フェイジョア、茶であり、その他の農作物では、一方のみに効果が認められるか、ともに効果が認められなかった。

活性酸素消去能は、キサンチンオキシダーゼの阻害成分を有していることによる抗酸化機能であり、DPPH ラジカル消去能は、ラジカル物質に Trolox のような抗酸化物質が直接働きかける抗酸化機能である。つまり、それぞれのスカベンジャーが基質特異性をもっているためと考えられる。この二つは抗酸化作用が異なるため、これを併用することで、農作物が持っている抗酸化機能を2面から評価できる。

アレルギーに関する研究では、動物細胞および動物実験等による評価が多い(木村ら, 2006)。本研究においては、アレルギーの最終的発症に関係しているとされるヒアルロニダーゼで評価した。この方法を用いたのは次の理由による。①ヒアルロン酸の加水分解酵素であるヒアルロニダーゼは、生体内におけるヒスタミン放出に先立ち、活性を増大させ、ヒスタミンと同時に肥満細胞や好塩基球から脱顆粒により遊離する酵素であり、ヒアルロニダーゼ阻害活性と肥満細胞からのヒスタミン放出抑制に対して、正の

相関が認められている(掛川ら, 1985)。

②これまでに、茶抽出液や白糠を原料とした乳酸菌飲料にヒアルロニダーゼ阻害活性が確認されており(菅野, 2000 前田ら, 1990)、最近では、植物成分中に含まれるアレルギーを抑制する成分を食品に添加して、抗アレルギー効果を示す食品の開発が行われ、その有効性が認められている(谷久・大石, 1998)。

本研究では、カブ、ヤマノイモ、サツマイモなど日常的に食する農産物の中にも抗アレルギー作用が認められた。このことは、食事でアレルギー作用を予防できることを示唆している。

また、現在、循環器系疾患発症リスクの増大が指摘されている。古くから、植物に由来する成分が抗肥満剤あるいはリパーゼ阻害剤として有用であることが知られており、筆者も高脂血症等の改善作用を有する県産農作物の探索のためリパーゼ阻害を測定した。本研究では、アザミナなどアブラナ科を中心に強いリパーゼ阻害活性が認められた。これは、アブラナ科に多く含まれているイオウ化合物が何らかのかたちで作用していると考えられる。しかし、このリパーゼ阻害活性をもつ農産物はそれほど多くなかった。

また、植物の科別に有効機能をみると、ナス科では抗酸化機能が認められる。これは、主として、アントシアニンやカロチノイドの色素が抗酸化機能に寄与していると考えられる。また、ナス「田屋」では体内で活性酸素発生を阻害する成分やパプリカではリパーゼを阻害する赤いカロチノイド色素があると考えられる。

アブラナ科では抗酸化機能があまり認められないが、リパーゼ活性が阻害されていることから、アブラナ科農産物は脂質代謝改善機能として優れている。特に葉物に強い活性が認められる。これは、イソチオシアネート類を中心としたイオウ化合物が、他の化合物と相乗効果を起こしながら作用しているのか、またはイソチオシアネート類と異なる物質が含まれていると考えられる。

キク科では DPPH ラジカル消去能が強いことから、ラジカル物質に直接働きかけるビタミン C

摘 要

やビタミン E 様物質が多く含まれていると考えられる。一般に「アク」と呼ばれるポリフェノール類中にスカベンジャーの役割を担っている物質があるとも推測される。

ユリ科では、活性酸素消去能および抗アレルギー機能が認められる。タマネギにはケルセチンに代表されるようなポリフェノール類が含まれており、これらの物質がそれぞれの酵素を阻害していると考えられる。

果樹類、特にバラ科では、活性酸素消去能、DPPH ラジカル消去能および抗アレルギー機能が認められる。これは褐変に関わるポリフェノール類が中心であると考えられるが、活性酸素消去能や抗アレルギー機能の活性がかなり高いことから、酵素阻害剤としてかなり強い物質が他に存在していると考えられる。この機能性成分がどのような物質に由来しているかは興味深いところである。

ところで、現在、市場に流通している野菜などは、伝統野菜から栽培の容易さや多収量および見栄えなどの理由により、現品種に移ってきた。しかし、本研究において、ナス「筑陽」では活性酸素消去能は認められないが、ナス「田屋」では認められるなど、伝統野菜は高い機能性を有しているものが多い。また、ナス「田屋」やタマネギ「甲高」など、活性酸素消去能と抗アレルギー機能の両機能を有する伝統野菜が認められることにより、伝統野菜は、山口県の農産物としては貴重である。また、果樹類は1品種に数種の機能性をもっていることにより、一定量を継続的に食することが健康維持に重要である。今後、これらの機能性を維持した栽培方法を調査する一方、特徴ある野菜・果実を活用した食品素材および食品を開発するため、機能性成分の消失要因を明らかにするとともに、消失を抑制できる加工方法の開発が必要である。さらには、他の農産物についても各機能性を探索するとともに、血圧上昇抑制機能や抗変異原機能の評価を行う必要もある。

山口県の農産物のうち、農産物53品種の機能（抗酸化機能、抗アレルギー機能、脂質代謝改善機能）を調査した。

抗酸化機能の活性酸素消去能では、ナス「田屋」、ナシ、カリン、イチゴ、タマネギ「山口甲」、ニガウリ、トマト、茶葉に強い活性が認められた。またコッコウ、フェイジョアにやや強い活性が認められた。また、DPPH ラジカル消去能では、ゴボウ、シュンギクに強い活性が認められた。またイチゴ、白オクラ、ショウガ、ナシ、リンゴにやや強い活性が認められた。

抗アレルギー機能では、カリンに強い活性が認められた。また、カブ「萩ころげ」、ヤマノイモ、サツマイモ、タマネギ「山口甲高」、ショウガにやや強い活性が認められた。

脂質代謝改善機能では、アザミナ、「はなっこりー」に強い活性が認められた。また「とっくり大根」、ハウレンソウ、イチゴ、パプリカ(赤)にやや強い活性が認められた。

以上のことから、抗酸化機能、抗アレルギー機能、脂質代謝改善機能に有効である農産物を探索することができた。

引用文献

- De Rosa, G. Duncan, D. S., Keen, C. L., Hurly, L. 1979 : *Biophys. Acta.* 32 : 556
- 掛川寿夫・松本仁・佐藤利夫. 1985 : 炎症. 4 : 437
- 木村英生・長沼孝多・小松正和・恩田匠. 2006. バイオ技術を利用した地域農林産物からの新規機能性食品の開発 (第2報). 山梨県工業技術センター研究報告. No20 : 5-8
- 志村進・都築和子・伊藤とし男・小林昭一・鈴木健夫. 1996. カワラケツメイのタンニン含有画分のリパーゼ阻害効果. 日食工誌. 41 : 561

菅野信男・森山洋憲・杉本篤史・上東治彦・山崎裕三・久武陸夫. 2000. 地域資源の高度利用に関する研究（第1報）. 高知県工業技術センター研究報告. 31 : 31- 50

谷久典・大石一二三. 1998. I型アレルギー対応食品の開発. *New Food Industry*. 40 No. 10 : 15-20

Tomoko Yamaguchi・Hitoshi Takamura・Teruyoshi Matoba and Junji Terao. 1998. HPLC Method for Evaluation of the Free Radical-scavenging Activity of Foods by Using 1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62(6) : 1201-120

魚を主体とした有機質肥料 「果穂里」の特性と水稻への施肥法

有吉真知子・平田俊昭

Characteristics and Application Methods of the Fish Organic Fertilizer "KAORI" for Paddy Rice

Machiko Ariyoshi and Toshiaki Hirata

Abstract: Efficient use of organic fertilizer "KAORI" spread in Yamaguchi prefecture to paddy rice "HINOHIKARI" was investigated.

The divide application of basal dressing + topdressing at panicle formation stage is suitable as shortage in nitrogen is monitored at ripening stage if "KAORI" is used as a whole quantity basal dressing, and the quality of the brown rice is poor.

It is suitable that the basal dressing manure is used two weeks before rice transplantation. The topdressing at panicle formation stage manure around 30 days before heading. However, the yield increase can be expected by manuring the topdressing at early panicle formation stage, at paddy field of the amount of growth small and number of paddies insufficient.

The amount of fertilizer used has 30 percent nitrogen more than chemical fertilizer. At this time, yield is the same as chemical fertilizer, and the color of leaves at about the panicle formation stage keeps thickly, though the number of tillers changes fewer than the chemical fertilizer.

Key Words : organic fertilizer、paddy rice、application methods、
nitrogen mineralization

キーワード : 有機質肥料、水稻、施肥法、窒素無機化

緒言

近年、減農薬や減化学肥料栽培による農産物の需要の高まりとともに、本県においても循環型農業への取組が拡大しており、水稻へ有機質肥料を利用する産地が増加している。中でも県内の肥料メーカーが販売している魚廃物加工肥料「果穂里」(以下、果穂里)の普及は県全域で進み、多くの生産者が無化学肥料・減農薬での栽培に取り組んでいるところである。有機質肥料を用いた栽培では、化学肥料を用いた栽培よりも収量性が低い、もしくは不安定であるといわれている(葭田1990)。本県の生産現場におい

ても、果穂里を施用した圃場で水稻の初期生育が確保できないことや、登熟期の肥効が不十分であるなどの理由から、収量や品質が不安定であるという問題があり、果穂里の使用方法を明らかにする必要性が生じた。

これまで、水稻への有機質肥料の施用方法を検討した報告はいくつかある(鳥生2003, 澤田ら1991)が、果穂里は新しい肥料であり、試験成績も少ない。そこで、水稻への適正な使用方法を明らかにするため、果穂里の窒素無機化特性を把握するとともに、施肥時期と施肥量が「ヒノヒカリ」の生育や収量・品質に及ぼす影響について検討したので、結果の概要を報告する。

材料および方法

1 栽培試験

供試肥料として用いた果穂里は、魚の加工残渣の煮熟液を真空濃縮させたフィッシュソリュブルを主体とし、脱脂糠を配合した魚廃物加工肥料であり、N 7%、 P_2O_5 3%、 K_2O 1.5%の成分を有する。試験は2006年から2007年にかけて山口県農林総合技術センターの51号田において行った。試験圃場は礫質灰色低地土で作土の化学性は腐植4.0%、CEC 13.4meq/乾土100gであり、漏水田で減水深が大きい圃場である。供試品種は「ヒノヒカリ」とし、6月8日に移植した。2006年には全量を基肥として施用する区と、基肥と穂肥に分けて施用する分施肥区を設けた。また、基肥の施用時期を決めるための試験区を設けた。2007年には穂肥の施用時期を決めるための試験区を設けた。対照は化学肥料を基肥と穂肥2回施用する化成分施肥区とし、果穂里を用いた区では2006年は化成分施肥区と同量、2007年は化成分施肥区の3割増の窒素量とした(第1表)。栽植密度は18.5株/㎡、1株3本で稚苗を手植えし、試験規模は25㎡で1区2反復とした。各区の施肥量は窒素を基準に決定し、リン酸、カリについては調整しなかった。

生育期の調査は、移植後20日以降10日間隔で1区当たり20株について草丈、茎数、葉色を測定した。また、生育中庸な稲体を1区当たり3株抜取り、乾物重およびケルダール分解法により窒素含有量を測定し、稲体窒素吸収量を求めた。

収穫期の調査は、各試験区当たり60株の稲を刈り取り、精玄米は粒厚1.85mm以上とした。

玄米蛋白含有率は、ケルダール法により窒素濃度を分析した後、それに5.95を乗じて求め、玄米の検査等級および格下げ要因については、農政事務所に調査を依頼した。

2 培養試験

基肥施用での果穂里の窒素無機化特性を把握するため、風乾土20g相当量の生土に果穂里150mg(窒素成分10.5mg)を混和し、湛水状態にした後25℃で培養した。培養開始後7, 14, 28, 42, 56日目に取り出し、10%塩化カリウム溶液で浸出して水蒸気蒸留法によりアンモニア態窒素を測定した。畑状態についても最大容水量の60%の水分条件で同様に培養し、3, 7, 14, 28日目のアンモニア態窒素および硝酸態窒素を測定した。各々について、果穂里を混和しないものを同様に処理し、土壌のみの値を差し引いたものを果穂里からの無機化窒素量とし、加えた果穂里の窒素量に対する無機化率とした。

また、穂肥施用での果穂里の窒素無機化特性を把握するため、風乾土10g相当量の生土を湛水状態にした後、果穂里75mgを表層に添加して10℃, 20℃, 30℃の3段階で培養し、7, 14, 28, 42, 56日目にアンモニア態窒素を測定した。同様にして果穂里からの窒素無機化率を算出した後、各温度別データを反応速度論(杉浦ら1986)に基づいて解析した。また、無機化解析プログラムを用いて窒素無機化特性値を求め、無機化推定式を作成した(古江、上沢2001)。この推定式と圃場の地温データを用いて、窒素無機化推定プログラムによって窒素無機化率を推定した。

第1表 試験区の構成と施肥時期および施肥量

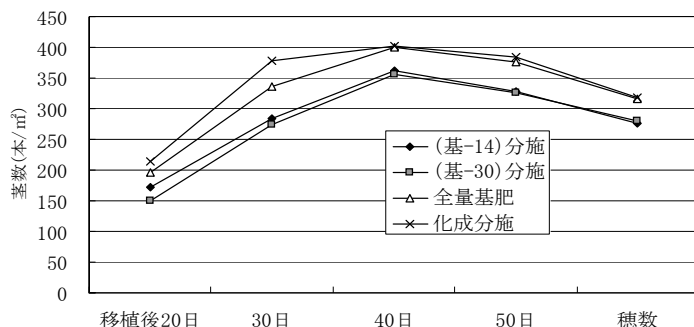
年度	試験区	供試肥料	施肥時期		施肥量	
			基肥 移植前日数	穂肥 出穂前日数	基肥 窒素(kg/10a)	穂肥
2006	(基-14)分施	果穂里	14	25	4	3
	(基-30)分施	果穂里	30	25	4	3
	全量基肥	果穂里	14	なし	7	0
	化成分施	基肥 燐加安44号 穂肥 みのりV550	3	21, 11	4	1.5, 1.5
2007	(穂-30)分施	果穂里	14	30	5.2	3.9
	(穂-38)分施	果穂里	14	38	5.2	3.9
	全量基肥	果穂里	7	なし	9.1	0
	化成分施	基肥 燐加安44号 穂肥 みのりV550	3	21, 11	4	1.5, 1.5
	無窒素	なし	なし	なし	0	0

結果

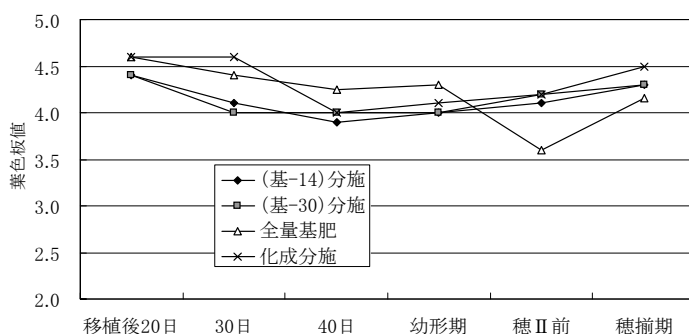
1 栽培試験

1) 施肥方法

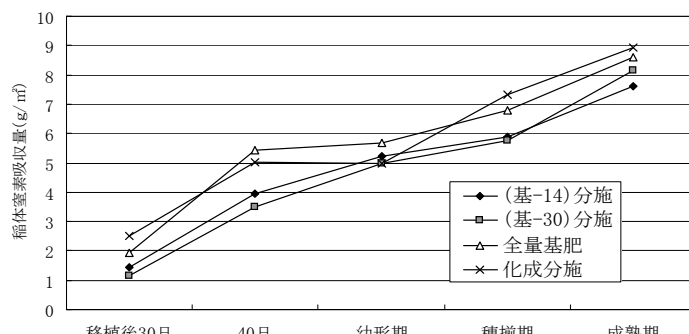
2006年の試験については、分施した2つの区と全量基肥区の生育を比較すると、茎数は全量基肥区で1～2割多く推移し、穂数も化成分施区と同程度となった(第1図)。初期の葉色は、



第1図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の㎡当り茎数の推移(2006)



第2図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の葉色の推移(2006)



第3図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の稲体窒素吸収量の推移(2006)

全量基肥区の方が分施した場合よりも0.2～0.4濃く推移したが、幼穂形成期以降は全量基肥区で0.1～0.5淡く推移した(第2図)。窒素吸収量は、全量基肥区の方が両分施区よりも移植後40日までは5割程度、幼穂形成期以降は1割程度多く推移した(第3図)。

収量については、穂数が多かった全量基肥区では一穂粒数が少なかったために㎡当り粒数は両分施区と同等となり、差は認められなかった。品質面では全量基肥区で充実が劣り、検査等級が2等と劣った(第2表)。

2007年については、分施した2つの区と全量基肥区の生育を比較すると、茎数は全量基肥区で移植後30日以降1割程度多く推移したが、穂数の差はなかった(第4図)。葉色は移植後30日以降全量基肥区で0.2～0.3濃く推移したが、穂揃期には全量基肥区で0.2～0.3淡くなった(第5図)。

収量については、全量基肥区と(穂-30)分施区との差は認められず、全量基肥区と(穂-38)分施区では、登熟歩合がやや高かった(穂-38)分施区で6%高かった。品質面ではいずれも検査等級は1等であったが、全量基肥区で充実がやや劣る傾向にあった(第3表)。

2) 施肥時期

2006年は分施区において基肥の施用時期を比較し、穂肥はいずれも出穂25日前に施用した。

基肥を移植30日前に施用した(基-30)分施区と移植14日前に施用した(基-14)分施区において、初期生育や収量に差はなかった。

第2表 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」における収量および玄米蛋白含量、品質(2006)

試験区	全重 (kg/10a)	精粒重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a) ²	同左比率 (%)	千粒重 (g) ²	㎡当り粒数 (×100粒)	一穂粒数 (粒)	登熟歩合 (%) ²	玄米蛋白 (乾物%)	検査 等級	格下げ 要因
(基-14)分施	1,320	518	343	81	22.2	222	80	74.7	7.3	1	
(基-30)分施	1,337	535	352	83	22.0	230	82	74.8	7.6	1	
全量基肥	1,393	527	358	84	22.1	235	74	78.5	7.5	2	(充実不良)
化成分施	1,493	579	424	100	23.0	230	72	85.5	7.5	1	

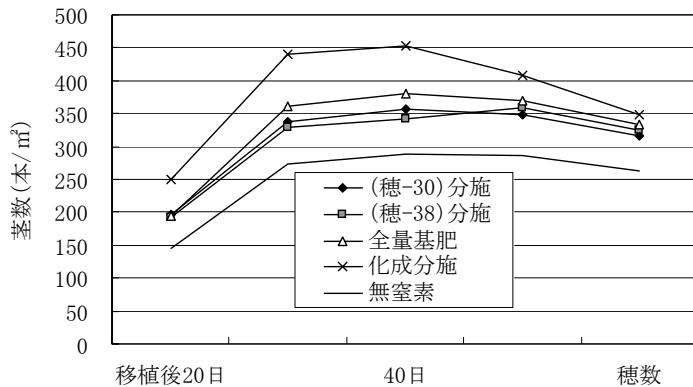
²精玄米重、千粒重、登熟歩合は粒厚1.85mm以上、水分15%換算

魚を主体とした有機質肥料「果穂里」の特性と水稻への施肥法

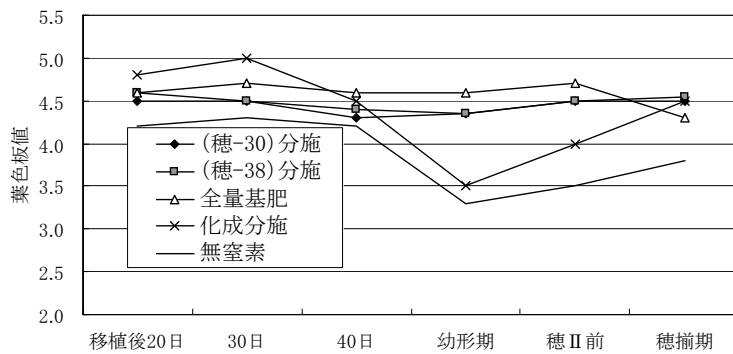
第3表 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」における収量および玄米蛋白含量、品質(2007)

試験区	全重 (kg/10a)	精籾重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a) ²	同左比率 (%)	千粒重 (g) ²	m ² 当籾数 (×100粒)	一穂籾数 (粒)	登熟歩合 (%)	玄米蛋白 (乾物%)	検査 等級	格下げ 要因
(穂-30)分施	1,438	605	452	96	22.7	256	81	85.0	7.3	1下	
(穂-38)分施	1,516	639	482	102	22.8	270	83	83.0	7.5	1下	
全量基肥	1,469	605	454	96	22.4	272	82	80.8	7.4	1下	(充実不良)
化成分施	1,471	600	472	100	23.4	258	74	86.2	7.6	1中	
無窒素	1,230	498	366	78	22.7	217	83	82.5	7.2	1中	

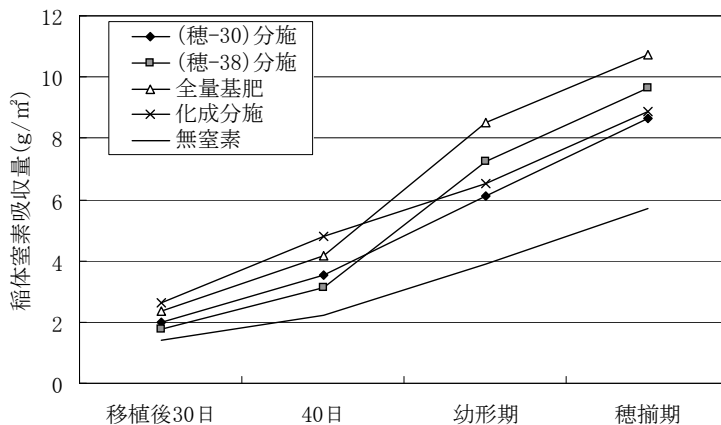
²精玄米重、千粒重、登熟歩合は粒厚1.85mm以上、水分15%換算



第4図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」のm²当り茎数の推移(2007)



第5図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の葉色の推移(2007)



第6図 果穂里を施用した「ヒノヒカリ」の稲体窒素吸収量の推移(2007)

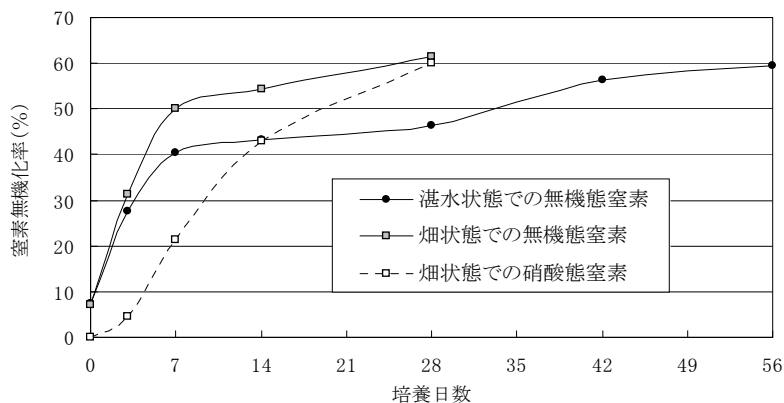
幼穂形成期から穂揃期の窒素吸収量の増加程度は、化成分施区が2.3 g/m²であったのに対して、両分施区では0.7~0.8 g/m²と小さかった。また、千粒重は化成分施区23.0 gに対して22.0~22.2 gと軽く、登熟歩合は化成分施区85.5%に対して74.7~74.8%と劣った(第3図、第2表)。

2007年は穂肥時期を早め、中干し前後の出穂38日前と出穂30日前施用とで比較した。移植後40日から幼穂形成期の窒素吸収量の増加程度は、(穂-30)分施区が2.6 g/m²であったのに対し、中干し前に穂肥を施用した(穂-38)分施区では4.2 g/m²と高かった(第6図)。品質面では、玄米蛋白含量、外観品質ともに同程度であったが、収量はm²当り籾数がやや多かった(穂-38)分施区で7%多かった(第3表)。

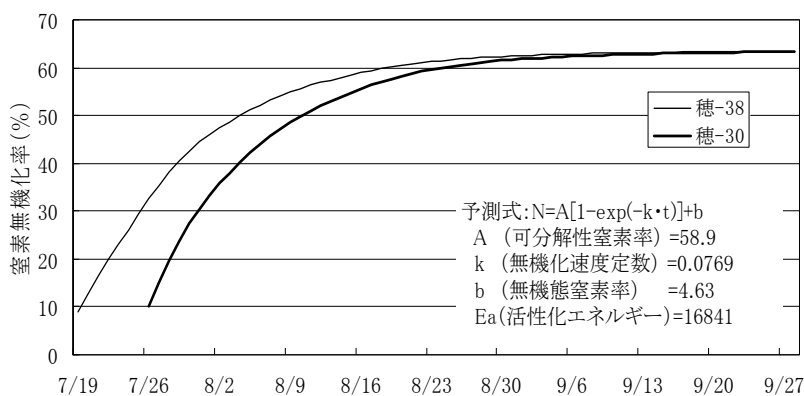
3) 施肥量

2006年は果穂里を用いた2つの分施区および全量基肥区で、化成分施区と同量の窒素を施用した。この場合、茎数は両分施区で化成分施区よりも1~3割少なく推移し(第1図)、葉色も0.1~0.5淡く推移した(第2図)。収量は、化成分施区を指数100とした場合、千粒重と登熟歩合の違いから(基-14)分施区が81、(基-30)分施区が83、全量基肥区が84と低くなった(第2表)。

そこで、2007年度は果穂里を用



第7図 果穂里の窒素無機化率(25℃培養)
風乾土20g相当量の生土に窒素成分10.5mgの果穂里を混和



第8図 穂肥での果穂里施用の窒素無機化予測(地温:2007, 51号田)

28日後に60%の窒素が無機化した。畑状態の場合、無機態窒素に占める硝酸態窒素の割合は期間が長いほど大きくなり、培養28日後には大部分が硝酸態窒素となった(第7図)。

湛水状態で果穂里を表層添加した場合の窒素無機化パターンは、単純型モデルに適合した。算出された特性値と栽培試験圃場における2007年の地温を用いると、出穂30日前に穂肥を施用した場合は、幼穂形成期までに40%、出穂38日前に施用した場合は50%の窒素が無機化すると予測される。また、両穂肥時期とも出穂期までに60%強の窒素が無機化すると予想される(第8図)。

考 察

1 施肥方法

移植2週間前に全量基肥として施用した場合、分施よりも初期の茎数は確保しやすいが、幼穂形成期から穂揃期以降に葉色が淡くなることから、後半の窒素供給が不足したと考えられる。また、玄米の充実が悪く品質が不安定となることが懸念される。これは、同じ有機質肥料である発酵鶏糞600kgを基肥で施用しても、追肥時期までの肥料効果は認められず、収量を確保するためには、追肥の施用が必要であるとする報告(香西、川田2001)とも一致している。これらのことから、登熟期まで栄養状態を高く保ち、収量・品質を安定させるためには、基肥と穂肥を施用する分施体系が適すると考えられる。

また、移植7日前に全量基肥として施用した2007年の試験で、葉色の淡化時期が遅くなり、品質への影響も若干少なくなる傾向があったの

いた2つの分施区および全量基肥区ともに、化成分施区の3割増の窒素を施用した。茎数は、両分施区で化成分施区よりも少なく推移したものの有効茎歩合が高かったため、穂数は化成分施区と比べて(穂-30)分施区で9%、(穂-38)分施区で7%少ない程度であった。葉色は、果穂里を分施した場合、移植後40日までは0.1~0.5淡く推移するものの、幼穂形成期には化成分施区よりも0.9濃く、穂揃期では化成分施区と同程度になった(第5図)。収量は、化成分施区を指数100とした場合、(穂-30)分施区、全量基肥区が96、(穂-38)分施区が102で化成分施区と同等になった(第3表)。

2 培養試験

生土に果穂里を混和して室内培養した場合、湛水状態では培養14日後に40%強、56日後に60%の窒素が無機化した。畑状態では湛水状態よりも無機化が若干早く、培養7日後に50%、

は、果穂里の肥効が生育後半まで維持されたものと考えられる。このことから、作業面を優先させて全量を基肥として施用する場合は、施用時期を移植1週間前頃（代かき直前）に遅らせる方が良いと考えられる。

2 施肥時期

1) 基肥時期

有機質肥料を用いる場合、有機態窒素が無機化するのに時間を要するため、化学肥料と比べて肥効が遅れる。魚を原料とした肥料に含まれる有機態窒素の肥効発現についても、植物油かすよりは早い、化学肥料と比べて遅いことが知られている（三幣1976）。本試験においても、25℃で果穂里を培養した場合、畑状態では1週間で5割程度の無機化が確認された。このことから、化学肥料と比べて果穂里からの無機態窒素の供給は緩やかであり、施肥直後に移植すると初期生育に必要とする無機態窒素が不足するため、化学肥料よりも早い時期に基肥を施用する必要があると考えられる。

加えて、畑状態で培養した場合、期間が長いほど無機態窒素に占める硝酸態窒素の割合が高くなったことから、無機化した窒素の硝化作用の影響も無視できない。一般に土壌中では15℃以上で硝化作用が起こるといわれており（土壌微生物研究会1981）、本試験の基肥施用時期の地温は20℃程度であったことから、試験圃場においても硝化作用が起こる環境にあったと考えられる。硝酸態窒素は、下層への浸透や還元層での窒素ガスの揮発による脱窒が起こりやすいことから、土壌に吸着するアンモニア態窒素に比べて損失が多い。小川ら（1998）は入水・代かき20日前にナタネ油粕を施用した場合、入水直後に土壌中の硝酸態窒素が前述した理由により減少したことを報告している。また、施肥時期を早めると、有機質肥料の無機化を促進することは可能であるが、施肥から代かきまでの期間が長くなるほど生育・収量が低下する傾向があることから、施肥窒素を有効利用し、生育量を確保するための有機質肥料の施用時期は、代かき5日前から20日前までの範囲が適当であるとす報告もある（古川農試2003）。

基肥の施用時期については、今回の栽培試験から施用時期と生育、収量との関係を明確にすることはできないが、溶脱の多い砂壤土などでは、硝化作用による窒素の流亡が懸念される。また、畑状態で25℃1週間培養した場合は、窒素の無機化は進んでいるものの、硝酸態窒素の割合は比較的少ない。これらのことから、平坦部で6月上旬移植の「ヒノヒカリ」に果穂里を施用する場合には、移植2週間前頃（代かき1週間前頃）に施用することで、窒素の流亡を抑え、かつ初期生育を安定的に確保できるものと考えられる。

2) 穂肥時期

穂肥時期については、「ヒノヒカリ」に化学肥料を用いる場合、本県では出穂20日前と10日前に2回穂肥を施用するのが一般的である。穂肥として果穂里を出穂25日前に施用した2006年の試験結果では、果穂里の分施区では幼穂形成期から穂揃期にかけての窒素吸収量は化成分施区と比較して小さく、千粒重や登熟歩合の向上も全量基肥区と同程度であり、穂肥効果が現れにくい。この結果を受けて、穂肥を出穂30日前と中干し前（出穂38日前）の施用に早めた2007年の試験では、中干し前に穂肥を施用することで、施用後の窒素吸収量の増加程度が大きくなり、出穂30日前に施用した場合よりも増収することが示唆される。

第8図に示した穂肥の無機化予測によると、出穂30日前および中干し前のどちらに施用した場合でも、出穂期までに易分解性窒素が無機化を終え、本県で食味に悪影響を与えるといわれる出穂10日前以降の窒素供給（平松ら2000）は少ないと想定される。2007年の試験でも、第3表に示すように玄米蛋白含有率は化成分施区よりも若干低くなり、食味には悪影響を及ぼさないとと思われる。一方、穂肥の無機化予測から、施用時期が早いほど幼穂形成期頃の無機態窒素量は多くなることも明らかである。

本試験は比較的生育量が確保しにくい圃場での栽培であるため、中干し前の穂肥施用に収数増加の効果が見られるが、逆に生育量が大きい圃場での幼穂形成期前の窒素供給は倒伏を招き、

品質を低下させる恐れがある。従って、穂肥については出穂30日前頃の施用を基本とし、倒伏の恐れがない圃場については、早めの施用が効果的と考えられる。

3 施肥量

化成肥料と同量の窒素量で生育量が確保できず収量が劣るのは、湛水状態での培養試験において無機化率は60%程度であること（第7図）、有機質肥料の窒素の肥効は60~70%程度といわれる（松崎1985）ことから、無機態窒素の供給不足であることが原因と思われる。なお、本試験の無機化率は、メーカーが示す7割程度に対して若干低く、培養中に無機化した窒素が一部揮散した可能性もある。一方で、基肥、穂肥のそれぞれについて3割増量した場合には、茎数は前半少く推移するものの有効茎歩合が高く、葉色は濃く維持されて、化学肥料と同程度の収量、品質が確保されることから、施肥量は化学肥料の3割増の窒素量を施用する必要があると考えられる。

摘 要

県内で普及が進んでいる有機質肥料「果穂里」について、水稻「ヒノヒカリ」への効率的な使用方法を示した。

「果穂里」を全量基肥として施用すると、登熟期に窒素不足となり、玄米の充実が劣るため、基肥+穂肥の分施肥体系が適する。

基肥は移植2週間前頃、穂肥は出穂30日前頃に施用する。ただし、生育量が小さく粒数が不足するような圃場では、穂肥を早めに施用することで増収できる。

施肥量は化学肥料の3割増の窒素量を施用する。この時、茎数は化学肥料よりも少なく推移するものの、幼穂形成期頃の葉色は濃く推移し、化学肥料と同程度の収量が確保できる。

引用文献

- 葎田隆治. 1990. 農業技術体系作物編2 イネ. 技522の32-37. 農文協. 東京.
- 土壌微生物研究会編. 1981. 土の微生物. 366. 博友社. 東京.
- 古江広治、上沢正志. 2001. 反応速度論的手法での土壌および有機質資材の有機態窒素の無機化特性値データ集. 農業研究センター研究資料43: 1-50.
- 古川農業試験場土壌肥料部. 2003. 水稻の無化学肥料栽培における有機質肥料基肥の施用時期について. 宮城県普及に移す技術参考資料78: 49-50.
- 平松禮治、井上浩一郎、蔵重宏史、福永明憲、小林行高、平田俊昭ら. 2000. 山口県稲作指導指針. 第3 高品質・良食味・安定生産: 30-36. 山口県農林部・JA 山口経済連.
- 香西清弘、川田陽子. 2001. 水稻の基肥としての鶏ふんの利用. 香川県農業試験場成果情報.
- 松崎敏英. 1985. 農業技術体系土壌施肥編6-1 施肥の原理. 原理126-130. 農文協. 東京.
- 小川仁、波多間美貴子、黒島忠司、梯美仁. 1998. 水稻の無化学肥料栽培におけるナタネ油粕の効果的な基肥施肥法. 徳島農試研究報告34: 23-27.
- 澤田富雄、井上浩一郎、曳野亥三夫、吉川年彦. 1991. 混合有機質肥料の施用が水稻の生育・収量・品質に及ぼす影響. 兵庫県立中央農業技術センター研究報告[農業編]39: 17-22.
- 杉浦進、金野隆光、石井和夫. 1986. 土壌中における有機態窒素無機化の反応速度論的解析法. 農業環境技術研究所報告1: 127-166.
- 三幣正巳. 有機質肥料の種類. 植物栄養土壌肥料大辞典: 1227-1233. 養賢堂. 1976.
- 鳥生誠二. 2003. 有機質肥料「粒状まごころ」の特徴と施肥法. 愛媛県農業試験場研究報告37: 7-12.

コムギ縞萎縮病の発生地域における品種「ふくさやか」 への品種転換の有効性

村本和之・野崎匠・唐津達彦・笹谷孝英*

Efficiency of the Wheat Cultivar 'Fukusayaka' in the Control of the Yellow mosaic in Affected Fields

Kazuyuki MURAMOTO, Takumi NOZAKI, Tatsuhiko KARATSU
and Takahide SASAYA

Abstract : In April 2005, yellow mosaic disease of wheat occurred in the wheat cultivar 'Norin61' field in Yamaguchi city. The use of resistant cultivars is one of the promising ways to overcome the disease. Although the pathogenic different strains of Wheat yellow mosaic virus (WYMV) were reported, the pathotype of WYMV in Yamaguchi city was not confirmed.

By the sap-inoculation test to the differential cultivars, the pathotype of WYMV in Yamaguchi city is Type I. When wheat cultivar 'Fukusayaka' which was obtained by the crossbreeding of the resistant cultivars, 'Shirasagikomugi' and 'Shiroganekomugi' examined against Type I of WYMV, the yellow mosaic disease did not occur. The replacement of the 'Norin61' by 'Fukusayaka' cultivar is effective in controlling the yellow mosaic disease of wheat in this area.

Key Words : Yellow mosaic disease of wheat, Wheat yellow mosaic virus,
WYMV, Pathotype, Fukusayaka

キーワード : コムギ縞萎縮病、コムギ縞萎縮ウイルス、病原型、ふくさやか

緒言

山口市名田島地域は山口県内の主要な麦作地帯で、大麦と小麦が約360ha 栽培されている。1970年代には大麦主体の産地であったが、需要上の制約やオオムギ縞萎縮病の発生などによって大麦の作付け割合が減少し、現在では小麦が主に作付けされている。

2005年4月、本地域の主力小麦品種である「農林61号」において、コムギ縞萎縮病が発生した。

小麦で問題となる土壌伝染性のウイルス病としては、コムギ縞萎縮ウイルス(WYMV)によるコムギ縞萎縮病およびムギ類萎縮ウイルス

*独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター

(SBWMV)によるコムギ萎縮病が知られている。双方とも土壌生息性菌類である *Polymyxa graminis* により媒介される土壌病害であり、本菌は休眠胞子を形成し、土壌中に長期間生存する(草場ら 1976)。本病に対する防除方法は、実用的な防除薬剤がないことから、抵抗性品種の利用、遅播や深耕、播種量の増加などの耕種的技術に限られている。これらのうち、抵抗性品種の利用は防除対策として確実であるとされている(渡辺 2006)。

西日本では「新中長」、「シラサギコムギ」、「関東107号」などを育種素材とした「シロガネコムギ」、「アサカゼコムギ」、「チクゴイヅミ」などのコムギ縞萎縮病抵抗性品種が育成され、成果を挙げてきた(大藤ら 1996)。しかしながら、

WYMV の系統によって品種に対する病原性が異なることや、抵抗性品種である「シロガネコムギ」の抵抗性を打破する WYMV の系統の存在が明らかにされており (大藤 2006)、抵抗性品種の導入にあたって、その地域に分布する系統の病原性を明らかにする必要がある。

そのため、本地域でのコムギ縞萎縮病の発生分布や病原型、更には各地で本病と混発しているコムギ萎縮病 (小川ら 1995、狭間ら 2005) の発生の有無について明らかにし、有効な抵抗性品種の選定を行うことを目的に試験を行った。

本研究を実施するにあたり、独立行政法人 国際農林水産業研究センター大藤泰雄博士には、判別品種の種子、数々の御助言を賜った。独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター石川浩一博士には、抗血清の分譲を賜った。また、山口農林事務所、山口中央農業協同組合の皆様には多大なる御協力を頂いた。ここに記して、感謝の意を表す。

材料および方法

1 発生実態の解明

2007年3月15日と2008年3月17日に、コムギ縞萎縮病が問題となっている山口市の97圃場を無作為抽出し、本病の発生実態調査を行った。

1圃場当たり100茎 (50茎2か所) を調査し、病徴の有無から発病茎率を求めた。ウイルス感染の確認のため、発病が認められた圃場では発病茎の上位第2葉を、発病の認められなかった圃場では任意の茎の上位第2葉を5枚採取し、ウイルス検定に供試した。

WYMV の検定は酵素結合抗体法 (ELISA) により行った。また、SBWMV については、2008年に病徴の認められる15圃場から採取した葉についてウエスタンブロット法により検定を行った。

2 コムギ縞萎縮病発生圃場における小麦各品種の発病および収量

常発圃場である圃場Aに小麦4品種を播種し、発病茎率と収量を調査した。また、発病調査時に各区から葉を採取し、ELISA により WYMV の感染の有無を調べた。

1) 2007年栽培試験 (2006年播種)

2006年11月17日に「ふくさやか」(石川ら2005)、「中国155号」、「農林61号」、「ニシノカオリ」をシーダーテープにより播種した。播種量は8kg/10a、基肥は10a当り N : 5.1kg、P₂O₅ : 5.8kg、K₂O : 5.1kg とし、追肥は2007年3月10日に N : 3.5kg、P₂O₅ : 4.0kg、K₂O : 3.5kg を施用した。試験は1区5.1m²の2反復で行った。

発病調査は2007年3月16日に1区当たり10茎の上位第2葉について行った。また、各品種の成熟期に1区当たり1.7m²を刈り取って精子実重を計量し、1a当りの収量に換算した。

2) 2008年栽培試験 (2007年播種)

2007年は「ふくさやか」、「農林61号」について試験を実施した。2007年11月19日に播種機により6kg/10aを条播した。1区102m²の1反復で行い、各区の畝は並列して配置した。基肥は10a当り N : 5.1kg、P₂O₅ : 5.8kg、K₂O : 5.1kg とし、播種後の管理は農家の慣行とした。

発病調査は2008年3月17日に1区当たり3か所、それぞれ20茎計60茎の上位第2葉について行った。また、各品種の成熟期に1区当たり2.4m²を3か所刈り取って精子実重を計量し、1a当りの収量に換算した。

3 山口市に分布するWYMVの病原型

山口市名田島地域に分布する WYMV の病原型を大藤の方法 (大藤 2006) により類別した。圃場Aから採取した WYMV-A 株と圃場Bから採取した WYMV-B 株を接種源とし、判別品種

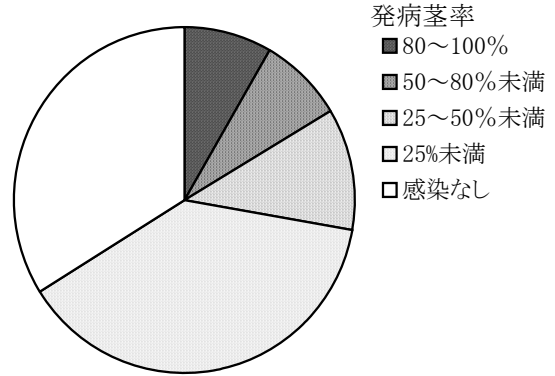
第1表 判別品種の反応を基にしたコムギ縞萎縮ウイルス(WYMV)の系統類別 (大藤ら 2006)

WYMV病原型	判別品種名		
	ナンプコムギ	フクホコムギ	北海240号
I型(WYMV-T株タイプ)	S	S ^z	R ^y
II型(WYMV-M株タイプ)	S	R	R
III型(WYMV-Yt株タイプ)	S	S	S

^z S: 罹病性(WYMVに感染し、かつ、明瞭な病徴を生じるもの)

^y R: 抵抗性(WYMVに全く感染しないか、感染するが病徴を生じないもの)

(「ナンブコムギ」、「フクホコムギ」、「北海240号」) および発生地域の主要品種である「農林61号」の3葉期の苗に、カーボランダムを用いて汁液接種をした。試験には1品種当たり5~15株の苗を供試した。接種後は7℃の人工気象室内に1週間置いた後、5℃で管理し、2か月後にELISAにより感染の有無を調べた。病原型は第1表により判定した。



第1図 コムギ縞萎縮病の発生程度別割合
調査:2007年3月15日、2008年3月17日

4 山口市に分布するWYMVの「ふくさやか」に対する病原性

圃場Aから採取した WYMV-A 株を、「ふくさやか」の苗に汁液接種した。対照として「農林61号」、「ニシノカオリ」にも接種した。接種方法および接種後の管理は3と同様とした。2か月後に ELISA により感染の有無を調査した。

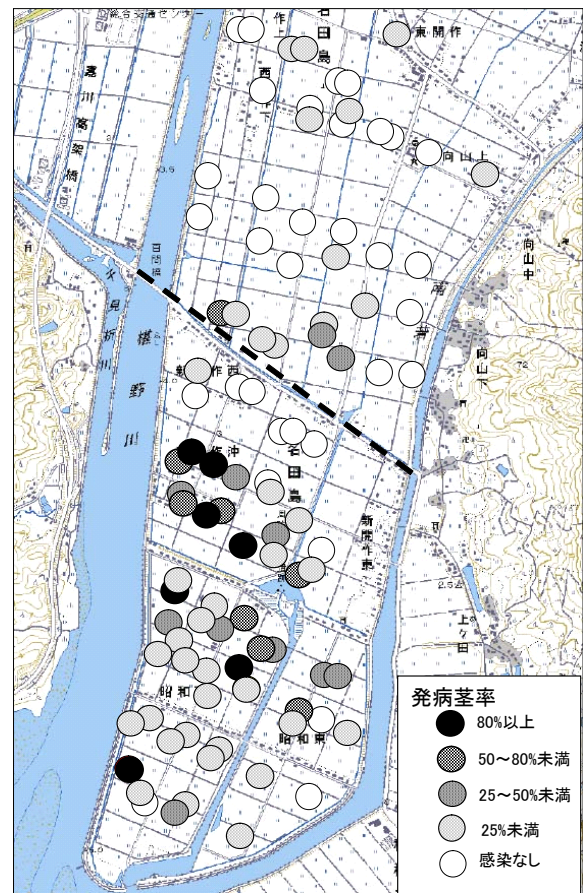
5 コムギ縞萎縮病発生地域に播種された「ふくさやか」における発病状況

2008年4月8日と2009年3月17日に、コムギ縞萎縮病発生地域の「ふくさやか」が播種された圃場を対象に、本病の発生調査を行った。調査方法は1と同様とした。

結果

1 発生実態の解明

発生実態調査を行った圃場のうち、2007年には61.2%、2008年は70.8%の圃場で本病の発生が確認された。「農林61号」、「ニシノカオリ」のいずれの品種にも発病が認められ、発病茎率に差は認められなかった(第2表)。発病茎率80%以上の発生の激しい圃場の割合は8.2%であり、発病茎率25%未満の少発生圃場は38.1%であった(第1図)。地域内の南部に発生および発病茎率の高い圃場が多く、発生分布に大きな偏りが認められた(第2図)。



第2図 山口市におけるコムギ縞萎縮病の発生分布
調査:2007年3月15日、2008年3月17日
(国土地理院数値地図より転載)

第2表 山口市におけるコムギ縞萎縮病の発生状況

品 種	2006年播種 ^z			2007年播種 ^y		
	調査圃場数	発生圃場率 ^x (%)	発病茎率(%)	調査圃場数	発生圃場率 ^x (%)	発病茎率(%)
農林61号	34	55.9	16.4	34	61.8	25.2
ニシノカオリ	15	73.3	6.8	14	92.9	24.6
合計	49	61.2	13.4	48	70.8	25.0

^z 発病調査 2007年3月15日、

^y 発病調査 2008年3月17日

^x ELISAにより、WYMVの感染を確認

コムギ縞萎縮病の発生地域における品種「ふくさやか」への品種転換の有効性

第3表 コムギ縞萎縮病発生圃場に播種した小麦品種の発病程度と収量

品 種	2006年播種 ^z			2007年播種 ^y		
	発病茎率 (%)	WYMV	収量 (kg/a)	発病茎率 (%)	WYMV	収量 (kg/a)
ふくさやか	0.0	— ^x	54.6	0.0	—	43.2
中国155号	0.0	—	45.9			
農林61号	75.0	+	37.9	92.4	+	32.4
ニシノカオリ	65.0	+	37.7			

^z 播種2006年11月17日、発病調査2007年3月16日

^y 播種2007年11月19日、発病調査2008年3月17日

^x ELISAの結果を示す、+は陽性、—は陰性

第4表 山口市に分布するコムギ縞萎縮ウイルスの判別品種に対する反応

ウイルス株	採取場所	判別品種名			参考 農林61号	病原型
		ナンブコムギ	フクホコムギ	北海240号		
WYMV-A	圃場A	13/15 ^z	14/15	0/15	13/14	I型
		S ^y	S	R	S	
WYMV-B	圃場B	2/5	2/5	0/5	3/5	I型
		S	S	R	S	

WYMV陽性個体のすべてで発病が認められた

^z ELISAでWYMV陽性の個体数/供試個体数

^y S:感受性反応、R:抵抗性反応

これらの発病株について、ELISAあるいはウエスタンブロット法でウイルス診断を行ったところ、WYMVは広域に検出されたが、SBWMVについては確認されなかった。

2 コムギ縞萎縮病発生圃場における小麦各品種の発病および収量

1) 2007年栽培試験 (2006年播種)

本地域の主要品種である「農林61号」と「ニシノカオリ」は、いずれも WYMV の感染と発病が認められた。一方、「ふくさやか」と「中国155号」では感染も発病も認められなかった (第3表)。

2) 2008年栽培試験 (2007年播種)

「ふくさやか」については、2007年栽培試験と同様に2008年栽培試験においても感染も発病も認められなかった。

2年間の試験において、「ふくさやか」の収量は43.2~54.6kg/aであり、発病の認められた「農林61号」と比較して、10.8~16.7kg/a多かった。

3 山口市に分布するWYMVの病原型

判別品種に対する接種試験の結果、圃場Aおよび圃場Bから採取した WYMV (WYMV-A 株、WYMV-B 株) は、いずれも「ナンブコムギ」、「フクホコムギ」に感染し、「北海240号」には感染が認められなかった (第4表)。感染が認め

られた個体は、いずれもモザイク症状を示した。このことから、圃場Aおよび圃場Bに分布する WYMV はいずれも I 型に類別された。

4 山口市に分布するWYMVの「ふくさやか」に対する病原性

「ふくさやか」への WYMV (WYMV-A 株) の汁液接種の結果、感染率は70%で、「農林61号」、「ニシノカオリ」における感染率とほぼ同じであった (第5表)。

第5表 山口市に分布するコムギ縞萎縮ウイルスの各種品種に対する反応 (汁液接種)

反復	品 種		
	ふくさやか	農林61号	ニシノカオリ
I	6/10 ^z	5/7	—
II	6/8	7/9	—
III	3/6	3/6	4/6
	S ^y	S	S

WYMV陽性個体のすべてで発病が認められた
接種源は山口市から採取したWYMV-A株とした

^z ELISAでWYMV陽性の個体数/供試個体数

^y S:感受性反応、R:抵抗性反応

5 コムギ縞萎縮病発生地域に播種された「ふくさやか」における発病状況

「ふくさやか」が播種された44圃場について、本病の発生状況を調査した結果、発生の認められた圃場は確認されなかった (第6表)。また、

SBWMV の感染が疑われる病徴も確認されなかった。

第6表 「ふくさやか」におけるコムギ縞萎縮病の発生状況

生産年	圃場数	発生圃場率(%)
2007年播種 ^z	14	0
2008年播種 ^y	30	0

コムギ縞萎縮病発生地域

WYMVのELISAの結果はすべて陰性であった

^z 2008年4月8日調査 ^y 2009年8月17日調査

考 察

発生実態調査の結果、本地域の広範囲の圃場でコムギ縞萎縮病の発生が認められたが、地域内の南部に発生圃場および発病茎率の高い圃場が多く、発生分布に大きな偏りが認められた。このことから、本地域において本病が発生し始めたのは近年であり、年月の経過とともに分布が拡大しているものと推察される。

本病の発生が認められた圃場は約6割であったが、4割は発生茎率25%未満の少発生であり、これらの圃場でのコムギ縞萎縮病による収量への影響は少ないと考えられる(渡辺ら 1995)。しかしながら、オオムギ縞萎縮病の例では、発病株率の増加は病原密度の低い初期には徐々に進むが、病原密度が一定水準を超えると急激に増加する(小川ら 1995)ことから、発生の少ないこれらの圃場においても、発生が急激に増加する可能性があり、今後の発生動向に注意が必要である。本地域ではコムギ縞萎縮病が広範囲に認められ、コムギ萎縮病は認められなかったことから、現時点ではコムギ縞萎縮病を中心とした防除対策の必要があると考えられる。

コムギ縞萎縮病の常発圃場に播種した「ふくさやか」および「中国155号」の両品種ともWYMVの感染は認められず、試験を実施した圃場に分布するWYMVに抵抗性であると考えられる。このうち、「ふくさやか」は、発病の認められた「農林61号」に比べて収量が10.8~16.7kg/a多く、2006年に県奨励品種に採用されたことから、本地域での普及性は高いと考えられる。

次に、本地域に分布するWYMVの病原型を

明らかにするため、発病株から分離したWYMVを判別品種に汁液接種した。その結果、供試した2分離株とも「フクホコムギ」に感染し、「北海240号」には感染しないことから、I~III型のうちのI型(以下WYMV-I型)に類別された。

WYMV-I型は東北以西の広い地域から分離され、農家の一般圃場で「農林61号」や「フクホコムギ」に感染し発病させる病原型で、「シラサギコムギ」には感染しない(大藤 2006)。このことから、「シラサギコムギ」に由来する抵抗性を有する品種の選択は、本地域のコムギ縞萎縮病の防除対策に有効と考えられる。

「ふくさやか」は、「シラサギコムギ」を種子親、「シロガネコムギ」を花粉親として育成された品種である(石川ら 2005)。また、花粉親の「シロガネコムギ」は「シラサギコムギ」を種子親とし、WYMV-I型の分布する九州沖縄農業研究センターの検定圃場で抵抗性品種として選抜された品種である(大藤 2006)。

「ふくさやか」への汁液接種試験では、圃場試験の結果と異なり、「農林61号」と同様に感染と発病が認められた。したがって、「ふくさやか」はWYMV-I型に対して完全な抵抗性ではないと考えられる。しかしながら、「シラサギコムギ」や「シロガネコムギ」も汁液接種ではWYMV-I型に感染し発病する(大藤 2006)ことから、「ふくさやか」もこれらの品種と同程度の抵抗性を有しているものと考えられる。

2006年度に県の奨励品種に採用された「ふくさやか」は、2007年秋から県内への普及が始まった。圃場試験や病原型の判定結果により、本地域のコムギ縞萎縮病対策として「ふくさやか」への品種転換が有望と考えられることから、現地圃場における有効性を検証するため、2007年と2008年秋に播種された「ふくさやか」の圃場において、本病の発生の有無を調査した。その結果、調査した44圃場の全てにおいて発生は認められず、WYMVの感染もないことが確認された。

以上のことから、「ふくさやか」はWYMV-I型に対して完全な抵抗性ではないものの、圃場では感染しないことが検証された。圃場で「ふくさやか」に感染すると考えられるIII型(以下WYMV-III型)は、本地域には分布していない

と考えられ、「ふくさやか」への品種転換は本地域のコムギ縞萎縮病対策として有効と考えられる。同様に WYMV-I 型の分布する西日本の多くの地域でも、「ふくさやか」への品種転換がコムギ縞萎縮病対策として有効であると考えられる。

今後、WYMV-III型や SBWMV が本地域に侵入すれば、「ふくさやか」に大きな被害を及ぼす可能性がある。そのためにも、WYMV を拡大させない対策として、トラクターなどの土壌を落とすなどの予防策や発生状況のモニタリングが重要である。

摘 要

2005年4月、山口市の小麦「農林61号」において、コムギ縞萎縮病が発生した。本病の防除対策として、抵抗性品種の利用が有効である。病原であるコムギ縞萎縮ウイルス(WYMV)には品種に対して病原性の異なる系統が存在するが、山口市に分布する WYMV の病原型については未検討であった。

判別品種への接種試験の結果、山口市に分布する WYMV は I 型であり、「シラサギコムギ」や「シロガネコムギ」に対して強い病原性を示す III 型ではないことが明らかとなった。「シラサギコムギ」と「シロガネコムギ」の交配により育成された「ふくさやか」を播種した現地圃場において、本病の発生は認められず、「ふくさやか」への品種転換は本地域のコムギ縞萎縮病対策として有効であった。

引用文献

- 狭間渉・加藤徳弘. 2005. 大分県におけるムギ類萎縮病類の発生および品種間差異並びにウイルスの系統. 大分農技研報. 32 : 61-73
- 石川直幸・長嶺敬・谷中美喜子・高山敏之・田谷省三・甲斐由美・谷尾昌彦・佐藤淳一・村上泰臣・住田哲也. 2006. 製麺適性の優れた早生・短稈小麦新品種「ふくさやか」の育成. 近中四農研報. 4 : 25-37
- 草場敏彦. 1976. ムギ類ウイルスのポリミキサによる伝搬. 植物防疫. 30 : 181-184
- 小川奎・渡辺健・飯田幸彦・千葉恒夫・山崎郁子・柏崎哲・土崎常男. 1995. 茨城県におけるムギ類の土壤伝染性ウイルス病の発生生態と防除に関する研究 第1報 病原ウイルスの系統と発生生態. 茨城農総セ農研研報. 2 : 1-52
- 大藤泰雄. 2006a. 日本におけるコムギ縞萎縮ウイルスの病原性の分化と判別条件. 東北農研研報. 105 : 73-96
- 大藤泰雄・八田浩一・石黒潔. 2006b. 日本産コムギ縞萎縮ウイルス(WYMV)株の病原性を類別するコムギ判別品種. 日植病報. 72 : 93-100
- 渡辺健・小川奎・飯田幸彦・千葉恒夫・山崎郁子・上田康郎. 1995. 茨城県におけるムギ類の土壤伝染性ウイルス病の発生生態と防除に関する研究 第2報 被害と防除法. 茨城農総セ農研研報. 2 : 53-100
- 渡辺健. 2006. 農業総覧病害虫防除・資材編1 普通作物 縞萎縮病(コムギ) 追録第12, p. 501-503. 農山漁村文化協会. 東京.

2008年以降の山口県における ヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の多発生要因

中川浩二・溝部信二

Numerous occurrence factor of Small brown planthopper and the Rice stripe virus disease in Yamaguchi prefecture after 2008

Kouji NAKAGAWA and Shinji MIZOBE

Abstract: Occurrence of Rice stripe virus disease was admitted mainly to Yamaguchi prefecture midwest in 2008. There was a lot of occurrence in particular in Nagato city on the Sea of Japan coast. Although there was a lot of occurrence by rice transplanting cropping type in the first and the middle ten days of May, there was a little occurrence by rice transplanting cropping type relatively after the last ten days of May.

A main factor of numerous occurrence of the Rice stripe virus disease, Small brown planthopper came flying much the first 5 days of June. The percentage of insects infected with Rice stripe virus (The flocculation test using high density latex) was 11.5%. The percentage at this time was a high rate (It wasn't high rate by the staying overwinter insects which collected from fields of wheat in May). During the early tillering stage and 7 leaf stage of rice plants, the flying insects appear carrying disease. Then the virus disease was shown and damaged the plants.

Effect test (soaking method) of agricultural chemicals in the laboratory with Small brown planthopper which was picked from the fields where a lot of Rice stripe virus disease occurred was performed. As a result, the effect of Fipronil was high, and the Imidacloprid was the inferior tendency compared with that. Although the state of the high rate of the percentage of insect infected with Rice stripe virus was also continued in 2009, disease damage of plants was low.

Key Words : Numerous coming, Numerous occurrence factor,
Rice stripe virus disease, Small brown planthopper,
The percentage of insect infected with Rice stripe virus, 2008

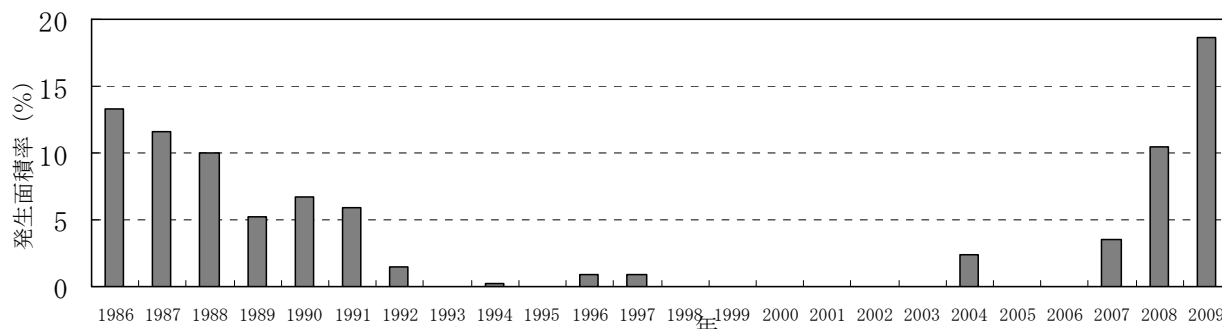
キーワード : 多飛来、多発生要因、イネ縞葉枯病、ヒメトビウンカ、保毒虫率、2008年

緒 言

イネ縞葉枯病は、イネ縞葉枯ウイルス (Rice stripe virus) (以下RSV)を保毒したヒメトビウンカ (*Laodelphax Striatella* FALLÉN) がイネ

を吸汁することにより、永続的に伝搬されるウイルス病である。山口県における本病の発生は、1991年頃まで発生面積率5%以上であったがその後減少し、2007年までは常習発生地を中心に散見される程度で目立った発生は認められなかった。しかし、2008年には6月下旬以降、

2008年以降の山口県におけるヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の多発生要因



第1図 イネ縞葉枯病発生面積の推移

日本海沿岸の長門市を中心とした県中西部で広域に発生し、8月には発病株率が70%を超え、被害が発生した圃場も一部で認められた。山口県全体でも、2008年の発生は平年に比べて多い状況であった。また、2009年には多発生した地域は認められなかったが、山口県全体の発生は依然として多い状況にある(第1図)。

ヒメトビウンカは休眠性を持っており、国内で畦畔などの雑草中で越冬し、麦類で増殖の後、イネへ移動してRSVを媒介する。2008年には山口県外でも、九州や中国地方の日本海側でイネ縞葉枯病の多発生が認められ、その主な要因は中国大陸からのヒメトビウンカの多飛来によるものと考えられている(松村・大塚、2009)。こうした海外からの多飛来現象と併せて、山口県におけるRSV保毒虫率(以下保毒虫率)の推移、イネの作付け時期毎の発生、防除状況からイネ縞葉枯病の多発生要因を分析することにより、今後必要な対策を講じることが可能となる。本研究では、2008年以降の多発生要因について調査、分析したもので、その結果を報告する。

材料および方法

1 飛来および発生状況

1) 空中ネットによる飛来調査

2008年および2009年5月第6半旬～7月第4半旬に山口市大内、山陽小野田市日の出、長門市油谷の3地点において発生予察事業の調査実施基準(農林水産省植物防疫課、2001)に従って空中ネットを設置し、捕獲されたウンカ類の虫数を毎日調査し、半旬毎に集計した。

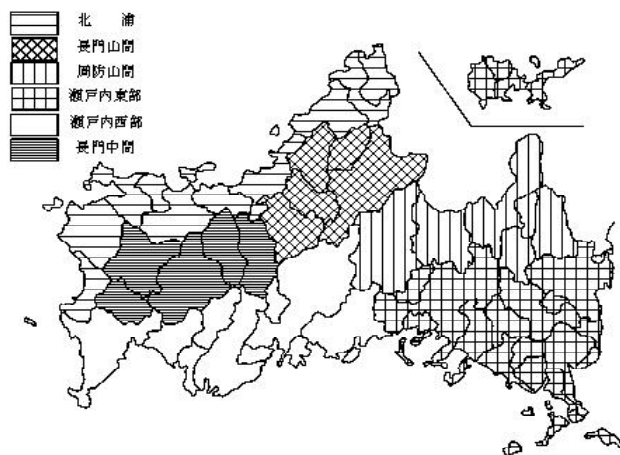
2) 水稻巡回調査圃場における発生状況調査

2008年および2009年6～9月の第3半旬と第6半旬に、山口県内水稻巡回調査地点86圃場において、イネ縞葉枯病の発生状況を調査した。

調査は、発生予察事業の調査実施基準(農林水産省植物防疫課、2001)に従い各圃場25株のイネ縞葉枯病発病株数を調査した。さらに、各巡回調査圃場の栽培管理者などにイネの移植時期などの栽培状況と防除の実施状況について聞き取り調査を行った。調査結果は山口県病害虫発生地帯区分別(第2図)、イネの移植時期別、箱施用剤の使用状況別に取りまとめた。

2 ヒメトビウンカのRSV保毒虫検定

供試虫は、2008年5月～2009年9月に空中ネットおよび小麦圃場、水稻巡回調査圃場および周辺圃場、イネ縞葉枯病多発圃場、休閑田においてすくい取りで捕獲したヒメトビウンカの成虫と幼虫を用いた(第1表)。



第2図 山口県病害虫発生地帯区分

第1表 ヒメトビウンカの採取日、場所、検定日等

採取日	場所	採取時の虫のステージ	検定時までの状態	検定日
2008年5月26日 ～28日	5市町の小麦巡回調査ほ場	幼虫		2008年7月4日
2008年6月2日 ～27日	3市の空中ネット及び2市の 水稻巡回調査ほ場		冷凍保存	2008年7月4日
2008年8月12日 ～10月14日	9市町的水稻巡回調査ほ場 及び周辺ほ場	成幼虫		2008年10月9日、27日
2008年9月4日	長門市的水稻栽培ほ場 (イネ縞葉枯病多発ほ場)			2008年10月9日
2009年3月11日 ～4月2日	10市町の休閒田	成幼虫		2009年4月2日
2009年5月20日 ～27日	5市町の小麦巡回調査ほ場	幼虫	冷凍保存	2009年5月28日
2009年8月10日 ～9月30日	9市町的水稻巡回調査ほ場	成幼虫		2009年11月11日

検定は、抗体感作高比重ラテックス液（日本植物防疫協会）を用いた高比重ラテックス凝集反応法（河野・高橋、1997）により、RSVの保毒の有無を判断した。すなわち、虫体を小試験管に入れて磨砕液を加えガラス棒で粉碎した後、抗体感作検定液を加え攪拌し、室温で静置した。数時間後、沈澱の状況を肉眼で確認した。検定は2008年7月、10月、2009年4月、5月、11月に計7回行った。1回当たりの供試頭数は175～300頭となった。

3 ヒメトビウンカの薬剤感受性

成虫の薬剤感受性を調査した。供試虫は2008年8月8日に長門市油谷、2008年9月5日に下関市豊北町において出穂したイネ栽培圃場ですくい取りにより採取し、イネ（品種：ヒノヒカリ）芽出し苗を用いて、25℃で16時間明期8時間暗期の条件下で累代飼育した群を用いた。

試験は、農薬実験法（深見ら、1981）の浸漬法を改変して行った。すなわち、7本程度ずつまとめて抜き取った2～3葉期のイネ幼苗を、展着剤（5,000倍）を加用した所定濃度の薬液に10秒間浸漬し、表面を風乾した後、プラスチック容器（直径7cm、高さ11cm）に供試虫とともに入れた。その後、25℃で16時間明期8時間暗期の恒温室に置き、24時間後と48時間後に薬剤別の生死を判別し、死虫率を求めた。

試験は2008年10月11日、10月19日、10月23日に各薬剤について2反復または4反復とし、各処理区当たり12頭前後を供試した。

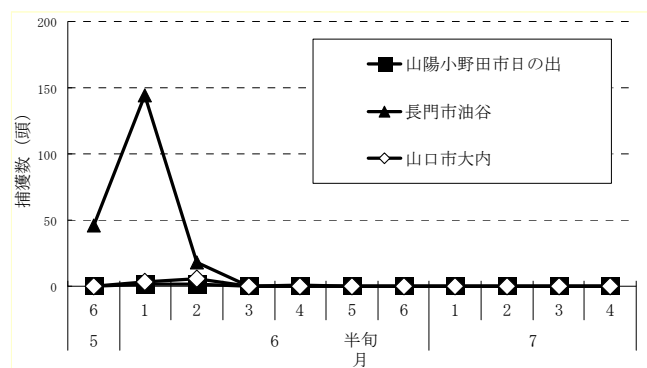
結果

1 飛来および発生状況

1) 空中ネットによる飛来調査

2008年6月第1半旬に、長門市油谷の空中ネットにおいてヒメトビウンカが多数捕獲されたが（6月2～5日の合計140頭）、6月第2半旬の捕獲数は18頭、それ以降の期間中の捕獲数合計は1頭であった。また、山口市大内および山陽小野田市日の出においては、調査期間中を通して捕獲数は少数であった（第3図）。さらに、ヒメトビウンカが多数捕獲された長門市油谷の空中ネットの6月第1半旬におけるトビイロウンカ、セジロウンカ等のウンカ類の捕獲数は0頭であった。

2009年の各地点における空中ネットでの捕獲数は、2008年に比べて少数であった。



第3図 空中ネットでのヒメトビウンカ捕獲数

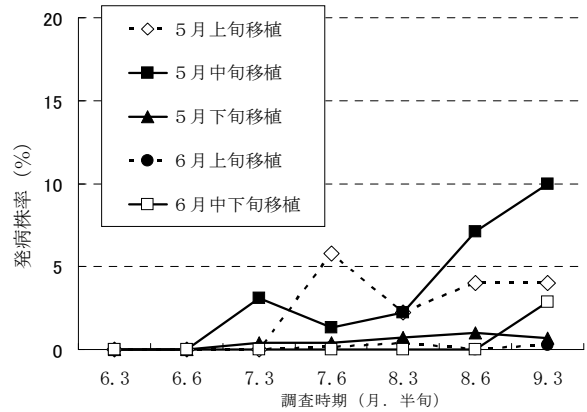
2008年以降の山口県におけるヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の多発生要因

2) 水稲巡回調査圃場における発生状況調査

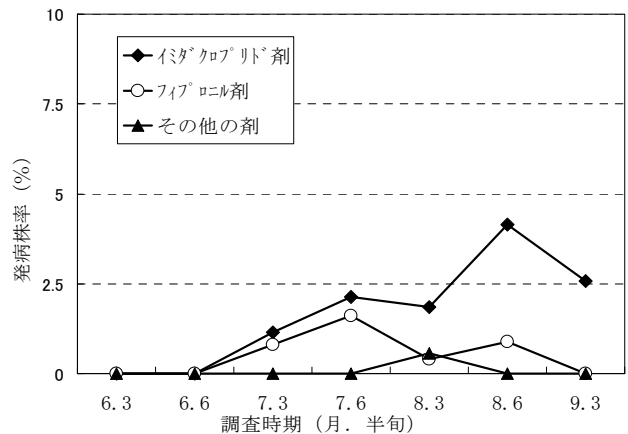
2008年のイネ縞葉枯病の発生は、8月第3半旬に発生圃場率10.5%と平年に比べて多かった。発生は7月第3半旬以降の時期に多く、地域的には、特に長門中間地帯、長門山間地帯で多かった(第4図)。また、イネの移植時期別の発生は、コシヒカリなど早生種の作付けが主である5月上旬および中旬に移植した圃場で特に多く、ヒノヒカリなど中生種の作付けが主である5月下旬以降に移植した圃場では、8月まで発病株率が1%以下と少なかった(第5図)。

各巡回調査圃場での聞き取りでは、長期持続型箱施用剤は98%の圃場で施用されていた。イネ縞葉枯病の発生が多かった5月移植の圃場においては、フィプロニル剤を施用した圃場の発病株率は最も高い時期で4.2%、イミダクロプリド剤を施用した圃場の発病株率は、最も高い時期で1.6%であった(第6図)。

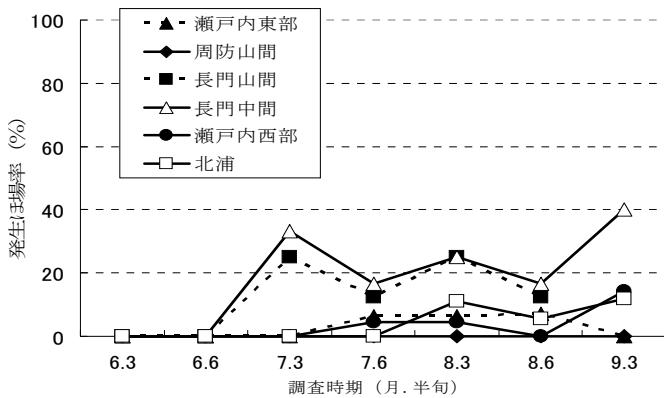
2009年のイネ縞葉枯病の発生は、8月第3半旬に発生圃場率18.6%と平年に比べ多かった。



第5図 移植時期別のイネ縞葉枯病の発生推移



第6図 箱施用剤別のイネ縞葉枯病の発生推移 (5月移植) (調査圃場数:イミダクロプリド剤28圃場、フィプロニル剤10圃場、その他の剤7圃場)



第4図 地帯別のイネ縞葉枯病の発生推移

2 ヒメトビウンカのRSV保毒虫検定

2008年5月に収穫後の小麦から採取したヒメトビウンカの保毒虫率は2.9%で、前年と同程度(3.0%) (山口県病害虫防除所、2007)であったが、6月に空中ネットなどで採集した個体の保毒虫率は、11.5%と高かった。その後、8~10月に巡回調査圃場などで採取した個体の保毒虫率は5.9%と高かった。特に、イネ縞

第2表 RSV保毒虫率 (2008年)

採集作物等	採集日	採集地	地点数 (か所)	供試虫数 (頭)	保毒虫 (頭)	保毒虫率 (%)	備考
小麦	5月26-28日	下関市、防府市、他小麦産地	7	175	5	2.9	出穂時すくい取り
ネットトラップ等	6月2-27日	山陽小野田市、長門市、山口市 他	5	200	23	11.5	
水稲 (ひこばえ含む)	8月12日 -10月14日	巡回調査地点 (県中西部)	21	253	15	5.9	ヒメトビウンカ発生多ほ場
水稲	9月4日	長門市	7	175	36	20.6	イネ縞葉枯病多発地域

第3表 R S V保毒虫率（2009年）

採集作物等	採集日	採集地	地点数 (か所)	供試虫数 (頭)	保毒虫 (頭)	保毒虫率 (%)	備考
休閑田	3月11-26日	巡回調査地点	34	280	20	7.1	雑草地すくい取り
小麦	5月20-27日	巡回調査地点	10	300	24	8.0	出穂時すくい取り
水稻	8月10日 -9月30日	巡回調査地点	18	250	21	8.4	出穂時すくい取り

第4表 ヒメトビウンカに対する各種薬剤の感受性

採集地	供試薬剤	有効成分 (%)	使用倍率 (倍)	反復数	供試虫数 (頭)	死虫率 (%)	
						24時間後	48時間後
長門市	フィプロニル水和剤	5.0	2000	4	47	76.7±12.3 a	83.1±15.1 a
	クロチアニジン水和剤	20.0	5000	4	48	35.5±10.7 b	71.4±19.0 ab
	ジノテフラン水溶剤	20.0	3000	2	24	25	58.3
	イミダクロプリド水和剤	20.0	2000	4	47	23.0± 6.1 bc	47.3± 8.5 b
	無処理	—	—	4	46	4.4± 5.0 c	6.6± 8.6 c
下関市	フィプロニル水和剤	5.0	2000	2	27	22.2	59.3
	クロチアニジン水和剤	20.0	5000	2	26	15.4	38.5
	イミダクロプリド水和剤	20.0	2000	2	24	4.2	20.8
	無処理	—	—	2	25	4.0	12.0

注) ±は標準偏差 異なるアルファベットは5%レベルで有意差あり (Tukey多重比較)

葉枯病が多く発生した長門市の多発圃場で採取した群の保毒虫率は、20.6%と高かった（第2表）。

2009年3月の休閑田の保毒虫率は、7.1%と高く、5月に小麦から採取した個体および8～9月に巡回調査圃場で採取した個体でも高かった（第3表）。

3 ヒメトビウンカの薬剤感受性

ヒメトビウンカに対する各種薬剤の感受性は、長門市の群、下関市の群ともにフィプロニル水和剤で最も高く、次いでクロチアニジン水和剤、イミダクロプリド水和剤の順であった（第4表）。

考 察

2008年のイネ縞葉枯病の多発生は、近県では長崎県など九州や島根県でも報告されている（大津ら、2009；島根県、2008）。2008年6月第1半旬に、山口県の空中ネットなどで捕獲されたヒメトビウンカの保毒虫率は11.5%で、飛来前の同年5月下旬に小麦で採集した越冬個体の保毒虫率（2.9%）と比べて極めて高かったことから、山口県における多発生の本要因としては、保毒虫率の高い群が6月第1半旬に山口

県中西部を中心に多数飛来し、その群がイネにR S Vを媒介したためと考えられる。

この飛来波の飛来源を推定するため、後退軌道解析が行われた結果、飛来源は中国江蘇省を中心とした地域であると推測されている（大塚・松村、2009）。飛来源と考えられている中国江蘇省では2000年以降、ヒメトビウンカの発生が多く、イネ縞葉枯病も大流行し（寒川、2005）、保毒虫率もここ数年極めて高いことが確認されている（松村・大塚、2009）。

2008年のイネ縞葉枯病とヒメトビウンカの発生モデルを概略的に示したものが第7図である。イネの植え付け時期別の発生は、5月上中旬植えの作型（早生種）で多く、5月下旬植え以降の作型（中生種）で比較的少なかった。本病に対するイネの感受性は、発芽後からほぼ幼穂形成期頃まで認められる（安尾ら、1965）。さらに、1～4葉期の頃が最も感染しやすく（新海、1955）、特に3～4葉期のイネの感受性が高く（新海、1962）、5～7葉期の頃がこれに次ぐ（新海、1955）。2008年の場合、多くの早生種では多飛来時のイネの生育ステージが分けつ初期（4葉期頃）～7葉期頃であり、ウイルスに感染して被害が出やすい時期であったことが考えられる。また、巡回調査圃場における聞き取り調査では、ウンカ類を対象にした長期持

2008年以降の山口県におけるヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の多発生要因

続型箱施用剤は98%の圃場で施用されていたものの、この時期には箱施用剤の効果が低下していたことが考えられる。

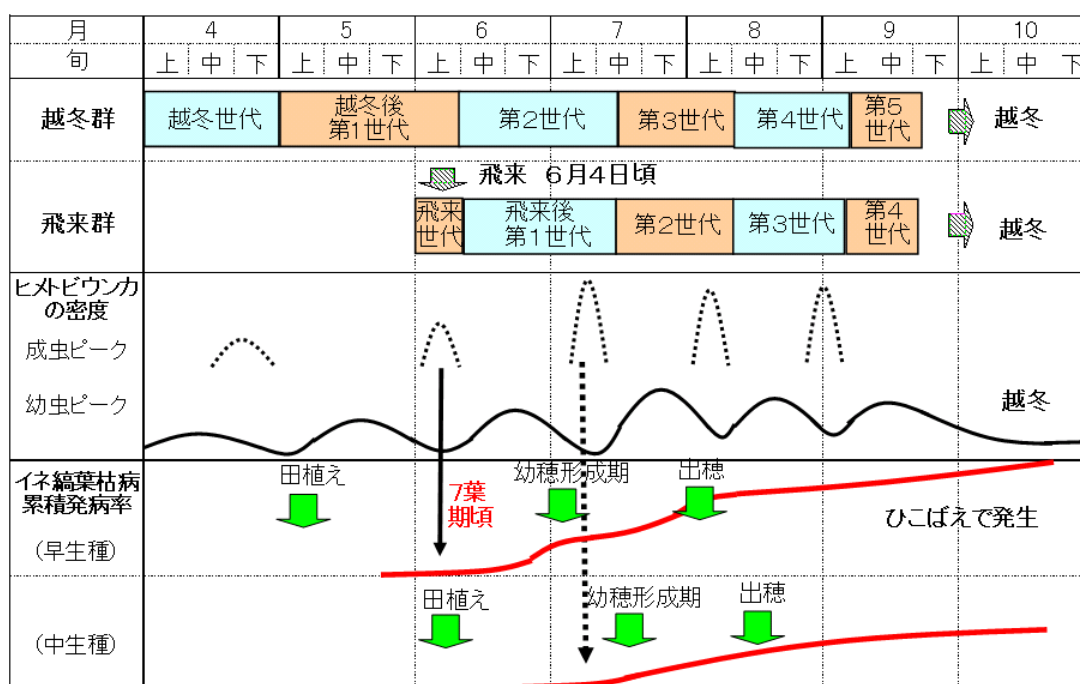
次に、県内の巡回調査圃場の調査結果でイミダクロプリド剤の効果が低い傾向にあったことから、イネ縞葉枯病の発生の多かった圃場からヒメトビウンカを採取し、薬剤感受性検定を行った。その結果、フィプロニル剤の効果は認められたが、イミダクロプリド剤で感受性が低下していた。鹿児島県や熊本県では、2008年に多飛来が観察された後に採集されたヒメトビウンカで、イミダクロプリド剤に対する感受性低下が認められたが、フィプロニル剤に対する感受性低下は認められていない（真田ら、2009）。また、長崎県でイミダクロプリド箱施用剤の使用割合が高い地区において、多発圃場が確認されている（大津ら、2009）ことなども、イミダクロプリド剤における薬剤感受性低下傾向の裏付けとなっている。さらに、中国江蘇省を中心とした地域ではフィプロニル剤の価格が高く使用量は少ないが、イミダクロプリド剤は、4月中下旬の麦の出穂期とイネの苗代および早植え水田の防除剤として使用されており、イミダクロプリド剤の防除効果は低下している（寒川、2005）とする報告があるなど、飛来源の薬剤感受性の状況は多飛来後の山口県および九州各県

の状況と一致していた。

イネ縞葉枯病は、保毒虫率が5～6%以上の地帯では流行の危険があるとされる（岸本ら、1985）。2009年のイネ縞葉枯病の発生は平年に比べて多く、イネに移動する前の5月下旬の小麦でヒメトビウンカの発生量も多く、保毒虫率は8.0%と高かった。2009年には、田植え前に防除対策を呼びかけ、箱施用剤による防除の徹底や休耕田の耕起など耕種的な対策が行われたため、山口県内では2008年のような被害は発生しなかった。

2009年には、空中ネットによるヒメトビウンカの多数捕獲は、日本国内で報告はないものの、6月上旬に韓国西海岸側の複数地点で確認されている（大塚ら、2009）。その後の解析により、こうした韓国への多飛来も2008年の日本への飛来同様、中国大陸からの長距離移動によるものと考えられている（大塚ら、2009）。

九州と対岸の中国江蘇省では2000年以降、ヒメトビウンカとRSVが多発生しており、その要因として、①ヒメトビウンカとRSVに感受性のジャポニカ稲栽培面積の拡大、②イネの播種・移植時期の早進化による小麦畑で発生するヒメトビウンカの移動促進、③イネ収穫後の不耕起栽培など、省力的耕起による小麦栽培法が増加したことが考察されている（寒川、2005）。



第7図 イネ縞葉枯病発生模式図

こうした中国の状況があることから、今後も気象条件によっては中国の麦収穫時期でヒメトビウンカが移出する5月下旬～6月上旬頃に、中国大陸から日本への長距離移動が起こる可能性がある。

多飛来時に備えた基本的な対策として、田植え前の箱施用剤による防除が重要である。しかし、発生は箱施用剤の薬効低下やイネの生育ステージに影響を受けると考えられる。このため、田植え後は病害虫発生予察情報に注意し、本田では情報に応じた有効な薬剤選択により、追加防除を行うことが重要である。

摘 要

山口県における2008年のイネ縞葉枯病多発生の主な要因は、6月第1半旬に県中西部を中心にヒメトビウンカが多飛来したことおよびその群のRSV保毒虫率が高かったためである。

2008年における植え付け時期別のイネ縞葉枯病の発生は、5月上中旬植えの作型（早生種）で多く、6月第1半旬のヒメトビウンカ多飛来時における早生種イネの生育ステージは、分けつ初期から7葉期頃であり、この時期はウイルスに感染し被害が出やすく、併せて、箱施用剤の効果が低下していたため多発生につながった。

2008年に多発生したヒメトビウンカに対して、フィプロニル剤の効果は認められたものの、イミダクロプリド剤の感受性が低下していた。

2009年のイネ縞葉枯病の発生は平年に比べて多かったが、箱施用剤による防除や休耕田の耕起などの耕種的な対策が行われたため、2008年のような被害は発生しなかった。

引用文献

深見順一・上杉康彦・石塚皓造・富沢長次郎. 1981. 農薬実験法 1 殺虫剤編. p. 78-80. ソフトサイエンス社. 東京.
河野敏郎・高橋義行. 1997. 高比重ラテックス

による植物ウイルスの簡易検定. 日本植物病理学会報. 63: 403-405.

岸本良一・山田佳廣・岡田斉夫・松井正春・伊藤清光. 1985. イネ縞葉枯病の流行機構. 植物防疫. 39: 531-537.

松村正哉・大塚彰. 2009. ヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の近年の発生状況. 植物防疫63: 293-296.

農林水産省植物防疫課. 2001. 病害虫発生予察事業の実施について 発生予察事業の調査実施基準. 6. 57-60.

大津礼子・酒井美幸・江藤博之. 2009. 2008年の長崎県におけるヒメトビウンカとイネ縞葉枯病の発生状況. 第53回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨. 211.

大塚彰・松村正哉・真田幸代. 2009. 2009年6月の韓国におけるヒメトビウンカ多飛来現象. 九州病害虫研究会第78回大会要旨.

大塚彰・松村正哉. 2009. 2008年6月の多飛来: 移動解析による飛来源と飛翔停止気温の推定. 第53回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨. 211.

真田幸代・松村正哉・竹内博昭・大塚彰. 2009. 2008年6月の多飛来: 薬剤感受性からみた飛来個体群の飛来源推定. 第53回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨. 212.

島根県. 2008. 平成20年度病害虫発生予察技術資料第1号および3号

新海昭. 1955. 稲縞葉枯病とヒメトビウンカとの関係. 関東東山病害虫研究会年報. 2: 5-6.

新海昭. 1962. 稲ウイルス病の虫媒伝染に関する研究. 農業技術研究所報告C. 14: 54-76.

寒川一成. 中国江蘇省におけるイネ縞葉枯病の大流行. 2005. 農業技術. 60: 405-409.

山口県病害虫防除所. 2007. 平成19年度農作物有害動植物発生予察事業年報. p. 20.

安尾俊・石井正義・山口富夫. 1965. 稲縞葉枯病に関する研究. 農事試験場研究報告. 8: 17-108.

ハウスワサビの夏播き作型の開発

廣林祐一・古江寿和*・杉山久枝**・日高輝雄

Wasabi (*Wasabia japonica* Matsum.) Cultivation Type of Sowing Seeds in Summer.

Yuichi Hirobayashi, Toshikazu Furue, Hisae Sugiyama and Teruo Hidaka

Abstract: The study aimed at developing the cultivation type of wasabi sowing seeds in summer. It could be harvested within a year from seed sowing time for processing.

Seedling growth was difficult at high temperature under natural summer conditions.

Cultivation type of sowing seeds in summer needed to use controlled temperature growth chamber, and it could be maintaining of seedling about 60 days period at any time of year.

Experiment was performed cultivation type of sowing seeds in summer at the low and high areas above the sea level. The yield of cultivation at low area was sufficient for processing within a year from seed sowing time for processing. However, cultivation at high area was low yield due to low temperature during winter season.

In the high area, yield for processing could be harvested sufficiently within a year from sowing seeds because cultivation under double covering of plastic film for heat retention could protect the plants to grow in winter season.

Key Words : forcing, raw materials for processing, seedling,
sowing seeds in summer, wasabi

キーワード : 促成栽培、加工用原料、育苗、夏播き、ワサビ

緒 言

本県は、岩国市北部の山間部を中心に、全国的にも有数な畑ワサビの産地となっており、その中でも収益性の高いハウス促成栽培が取り組まれている。この栽培では夏期の高温を避けるため、山上げ育苗が行われている。山上げ育苗は、9～10月に播種して2か月程度育苗した苗を、12月に林間畑に移植（山上げ）し、そのまま冷涼な場所で夏期の高温を越す（夏越し）方

* 現在：岩国農林事務所

**現在：山口農林事務所

法である。ハウスには、播種から1年後の秋に定植し、収穫まで栽培する。この作型では、2～3月の花茎収穫を経て5月頃に株全体を掘り上げ、練りワサビや漬物などの加工向けに出荷している。

この作型は、約1年9か月の栽培期間のうち、育苗に1年間を要する。また、山上げ育苗には高標高が必要とされ、このような夏越しに適した条件の良い林間畑の維持・確保が、自然災害を受けやすいなどから困難となっている。さらに山上げ育苗は、栽培農家の高齢化も重なって労力面の負担も大きいことから、育苗過程の改

善が求められている。

そこで、初秋に定植し、秋冬期の生育期間を確保することで、播種から1年以内の初夏に収穫が可能となる、すなわち山上げ育苗が不要となるハウスワサビの夏播き作型の開発に取り組み、一定の成果を得たので、ここに報告する。開発した夏播き作型は、人工気象室を用いることで自然条件下では育苗が極めて困難な夏期の育苗を可能とし、この苗を秋にハウス内に定植することによって、翌年の初夏に加工用原料として収穫するものである。

材料および方法

1 夏播き育苗技術の開発

1) 全期間を自然環境下とした育苗試験(実験1)

山口県農林総合技術センター徳佐寒冷地分場(以下、徳佐分場)(標高312m)において、2007年6月11日から8月30日にかけて、雨よけ遮光(90%遮光)条件下で、7回にわたり播種した。試験は1区300粒の反復なしとし、供試品種は‘島根3号自殖株選抜系統’を用いた。水稻用育苗箱に培地(与作N-150)を2l充填し、播種した。播種約1か月後、本葉が展開し始めた頃に、セルトレイ128穴へ移植した。培地は、1lの与作N-150に対して、5gの緩効性肥料(マイクロロングトータル201-70)を混合して用いた。発芽率を播種30日後に、成苗率を播種70日後に調査した。

2) 本葉展開時まで人工気象室を用いた育苗試験(実験2)

徳佐分場において、温度を15℃に設定した人工気象室内に、2007年8月16日および9月6日に播種した。供試品種として‘島根3号自殖株選抜系統’を用い、播種から移植までは実験1と同様に管理した。セルトレイ72穴へ移植後、屋外の雨よけハウス(雨よけ遮光条件)内において約2か月間育苗した後、10月31日にガラス温室へ移動し保温を開始した。9月6日播種については、11月31日から加温(温床;15℃設定)(加温区)と無加温(無加温区)の2種類の処理を行った。試験は1区30株と

し、定植可能苗となった日(本葉3枚程度)に生育調査を行った。

3) 全期間を人工気象室とした育苗試験(実験3)

山口県農林総合技術センター本場(山口市大内)において、2008年8月4日から概ね10日間隔で5回に分け、水稻育苗用トレイに培地(与作N-150)を充填し、播種した。‘静岡青茎’を用い、播種前に種子を100ppmのジベレリンに3日間浸漬した。播種20日後にセルトレイ128穴へ移植し、さらに40日育苗した。育苗は、20℃に設定した人工気象室内において、16時間日長、PPFD $150\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ の条件下で行い、照明には植物観賞用蛍光灯(FL40SBR, Panasonic)を使用した。試験は1区20株とし、生育調査は播種60日後に、葉数、最大葉の葉柄長・葉身長・葉幅について行った。

2 本圃での栽培管理技術の確立

1) 人工気象室育苗を用いた標高の異なる地域での栽培(実験4)

試験には、実験3で育成した苗を用いた。

8月播種(8月4日、8月12日、8月25日)の3区は岩国市錦町(標高約400m)で、9月播種(9月3日、9月13日)の2区は岩国市土生(標高約100m)の現地農家ハウス内へ播種からほぼ2か月後に順次定植し、収穫まで栽培した。栽植密度はいずれも株間30cm、条間30cmとした。錦圃場では定植から11月および4月から収穫まで、土生圃場では4月から収穫まで寒冷紗(遮光率50%)による遮光を行った。基肥は化成肥料(くみあい有機入り化成苦土A801)をN15kg/10a、 P_2O_5 15kg/10a、 K_2O 15kg/10a、さらに100kg/10aの炭酸苦土石灰を施肥し、追肥は行わなかった。試験は1区20株の2反復とし、葉数、最大葉の葉長を調査し、データロガー(おんどとり Jr. TR-52)を用いて冬期の試験圃場におけるハウス内気温を測定した。土生圃場は2009年5月15日に、錦町圃場では6月4日に収穫を行った。収穫時に葉数、最大葉の葉長、1株重、加工用重量、根重、分枝数を調査した。

2) 中標高地 (312m) におけるビニル二重被覆栽培 (実験5)

本試験は、ビニル二重被覆により、冬期の生育停滞を回避する目的で実施した。実験2で育成した苗を用いて、徳佐分場内のビニルハウスに、2007年11月14日および11月19日に定植した。処理区をビニル二重被覆、対照区をビニル一重被覆で栽培し、施肥および栽植密度は実験4と同様とした。生育調査は定植時、定植1か月後、3か月後に行い、葉数、最大葉の葉長を測定した。

結果

1 夏播き育苗技術の開発

1) 全期間を自然環境下とした育苗試験 (実験1)

夏期に自然環境下 (雨よけ遮光条件) で播種すると、発芽率は極めて低くなった。発芽率が最も高い場合でも16%程度と低く、7月以降

表1表 全期間、自然環境下で育苗した場合の発芽及び成苗率²

播種日	発芽率 (%)	成苗率 ² (%)
6/11	10.9	5.5
6/26	15.6	8.6
7/13	0.0	0.0
7/25	0.3	0.0
8/9	0.0	0.0
8/16	1.3	1.0
8/30	1.6	1.6

²播種70日後に定植可能な苗をカウント

は、ほとんど発芽しなかった (第1表)。いずれの播種日においても、定植可能な苗 (本葉3枚程度) は育成できなかった。

2) 本葉展開時まで人工気象室を用いた育苗試験 (実験2)

8月16日に人工気象室内に播種し、移植後 (9月中旬以降) は雨よけ遮光条件下においてセル成型育苗法で育苗すると、播種92日後の11月16日に定植可能な苗 (本葉3枚程度) に生育した (第2表)。9月6日播種・無加温区では、播種105日後の12月20日に定植可能な苗となった。12月20日時点では、9月6日播種・加温区の生育は、無加温区と比べて促進された。

3) 全期間を人工気象室とした育苗試験 (実験3)

人工気象室で育苗した場合、自然条件下では育苗が困難な夏期においても、約60日で本葉3枚、葉長15cm程度、根鉢を形成した定植可能な苗が育成できた (第3表)。また、どの播種期においても生育に差は認められなかった。

2 本圃での栽培管理技術の確立

1) 人工気象室育苗を用いた標高の異なる地域での栽培 (実験4)

12~3月のハウス内平均気温は錦圃場で5.6℃、土生圃場では8℃であった (第1図)。土生圃場では定植後、冬期においても順調に生育を維持したのに対し、錦圃場では定植から12月までは順調に生育したものの、12月から2月

第2表 本葉展開時まで人工気象室で育苗した場合の苗の生育

播種日	育苗環境			温床設置	定植可能苗形成時期	育苗日数 (日)	苗の生育	
	播種から移植するまで	移植後から10月31日まで	10月31日から定植時まで				葉数 (枚)	葉長 (cm)
8月16日				なし	11月16日	92	3.1	14.3
9月6日	人工気象室内 (15℃設定)	雨よけハウス (自然条件下)	育苗温室内 (保温あり)	なし	12月20日	105	3.5	13.8
9月6日				11月30日から加温 (15℃設定)	12月20日	105	4.0	17.4

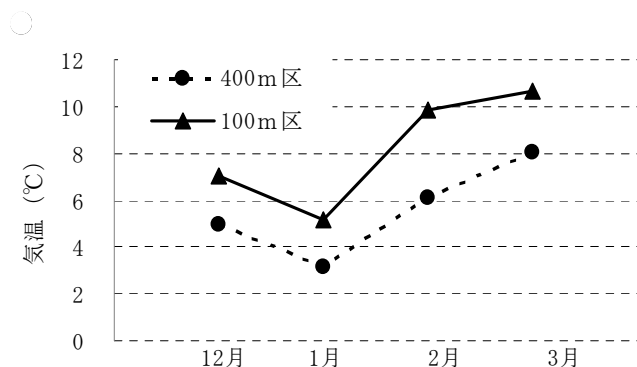
第3表 全期間人工気象室内で育苗した場合の苗の生育

播種期	育苗日数 (日)	葉数 (cm)	最大葉		
			葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)
8月4日	60	3.2	10.4	5.0	6.2
8月12日	59	2.7	11.5	4.9	6.2
8月25日	63	3.1	10.1	4.8	6.1
9月3日	62	2.6	12.2	5.1	6.4
9月12日	63	2.8	11.5	4.9	6.3

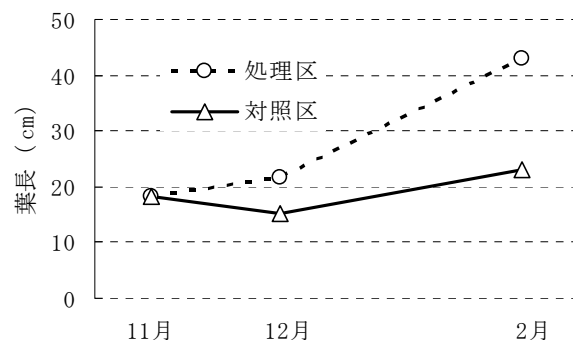
ハウスワサビの夏播き作型の開発

までの間、生育が停滞した（第2図、第3図）。
 錦圃場と土生圃場とを比較すると、生育・収量はすべてにおいて土生圃場で優れた。

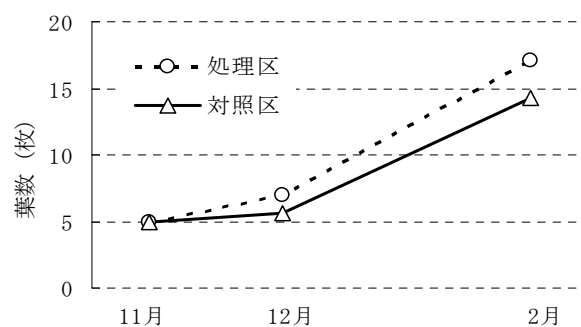
土生、錦圃場ともに播種日（定植）が早い区で、収量が高くなる傾向にあった。土生圃場では加工用部分（根茎部と葉柄部）が 500g 以上となり、十分な収量を確保できたが、錦圃場では加工用部分が 100g 前後で、十分な収量は得られなかった。



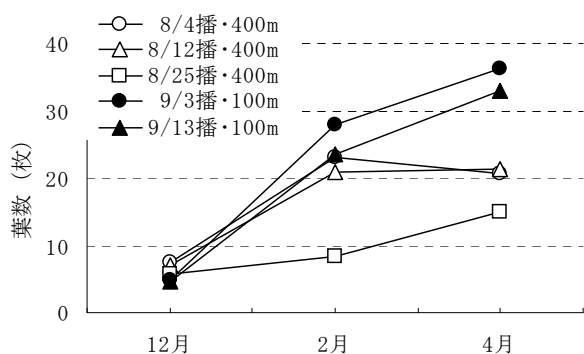
第1図 試験圃場ハウス内平均気温の推移



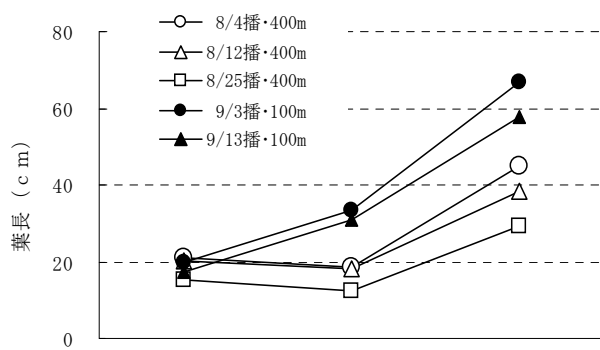
第4図 二重被覆の有無がワサビの葉長に及ぼす影響



第5図 二重被覆の有無がワサビの葉数に及ぼす影響



第2図 播種期・圃場別の葉数の推移



第3図 播種期・圃場別の葉長の推移

2) 中標高地 (312m) におけるビニル二重被覆栽培 (実験5)

対照区の葉長は、定植から3か月後の2月時点でほとんど増加していなかったのに対し、ビニル二重被覆を行った処理区では、2月まで増加傾向にあり、生育が促進された（第4図）。また、生葉数は処理区で多くなったが、その差は小さかった（第5図）。

考 察

1 夏播き育苗技術の開発

ワサビの栽培において、播種から収穫まで1年以内の栽培を目指す場合、定植後の生育期間を確保するためには、気温が低下する9月から10月に定植する必要がある、さらに夏期に苗を育成する技術が求められる。ワサビの発芽に必要な温度は12～13℃程度であり（足立, 1987）、20℃以上では発芽率が低下する（中村ら, 1990）ことから、夏期の高温条件下での育苗は困難と考えられる。実験1では、雨よけハ

ウス下で夏期（6月から8月）に播種すると、高温のため発芽せず、定植可能な苗は育成できなかった。6月の発芽率が若干良かった要因は、梅雨で天候が悪く、高温が維持しなかったためと考えられる。しかし、その後の夏期高温を経て、定植可能な苗に育ったものはわずかであった。以上のことから、夏期に自然条件下で育苗することは発芽率の低さ、苗の生育不良により、非効率であると考えられる。

生育適温内である15℃の人工気象室内では、問題なく発芽した。9月中旬の移植後に雨よけハウスで管理すると、約2か月後の11月中旬に定植可能な苗が育成できたことから、自然条件下における秋播き（9月から10月に播種し、11月下旬以降に定植）苗と比較して、育苗が前進化された。また、播種時期が遅れた場合、気温が下がる10月下旬頃から温床を使用することにより生育が維持され、定植の前進化が可能となる。しかし、播種から1年以内の収穫を目的とした「ハウスワサビの夏播き作型」では、冬期の低温を考慮すると、さらに定植時期を前進化させる必要がある。

ワサビの生育温度範囲は6～20℃である（足立，1987）ことから、実験3では育苗温度を20℃とした。20℃の人工気象室内で育苗すると、育苗期間は実験2の約90日よりさらに短縮し、任意の時期に約60日で定植可能な大きさの苗が育成できる。これにより、慣行栽培より1～2か月早い9～10月に定植することが可能となる。本実験では、光量はPPFDを $150 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ として栽培を行った。しかし、ワサビは半陰性植物であることから、今後さらに低光量による育苗や生育に効果的なスペクトル、光源等について、苗の生産コスト低減に向けた検討が必要である。

2 本圃での栽培管理技術の確立

実験4では、従来ワサビ栽培の不適地とされた低標高地において、実用水準の収量を得ることができた。一方、錦圃場（標高400m）で収量が低水準に留まった要因として、1月のハウス内平均気温が3.1℃であったことから、冬期の低温により生育が停滞したと考えられる。2

月の生育は、両区を比較すると葉数に大きな差は認められないものの、12月より土生圃場では増大したのに対し、錦圃場ではむしろ低下している。足立（1987）によると、草丈の伸長は秋期に認められるが、12月から2月にかけての低温期には少なくなる。これは、大きな古い葉が枯死して、秋期発生的小型葉と代わるためであり、その後、春暖とともに急激に伸長すると言われている。錦圃場における3月の生育状況は、主茎中心部の新葉は大きく、周りの古葉は小型となっていることから、同様の生育を経過したと言える。4月においても両区の生育差に変化はなく、しかも収量にそのまま大きな差が出ていることから、2月までの生育の差が、収量の差に大きく影響していると考えられる。したがって、加工用ワサビの収量を十分確保するには、冬期の生育を維持し、生育が旺盛となる3月までに株を充実させることが重要と考えられる。

実験5では、ビニル二重被覆栽培による冬期中標高地における生育を調査した。実験4と同様に、葉数に差は認められない一方で、最大葉の生育差は顕著に現れ、ビニル二重被覆区で優れる結果となった。これは、二重被覆とすることでハウス内気温を、ワサビの生育が停滞する6℃以下の時間を短くし、冬期の生育を維持できたためと考えられる。本実験では、収穫比較調査を行っていないが、ビニル二重被覆区における加工用部分の収量は1kg/株程度を確保できた。標高が高い地域では、冬期の生育停滞を考慮すると、秋期に株を充実させる必要があり、可能な限り早い時期に定植するとともに、冬期にはビニル二重被覆することで、収量の増加が可能と考えられる。

慣行のハウス促成栽培では、2～3月に花茎を収穫しており、これが生産者の冬期の貴重な収入源になっている。実験4において、定植の遅い土生圃場では花茎の抽出はなかったが、錦圃場では最も早く定植した10月10日定植区で株当たり5本程度の花茎抽出を確認した。

坂井ら（2002）は、ワサビの花芽分化の条件を、一定の大きさ（根茎長1.1～2.0、根茎径1.0cm～1.5cm）に達した後、15℃以下の低温に24日程度連続して遭遇することとしている。

また、自然条件下では、10月中旬～1月下旬頃に花芽形成が起こるとされている。花茎の抽出が多く認められた錦圃場において、定植が早い10月10日定植区では、生育が停滞する冬期までに、株がある程度充実していたことから、花芽分化には株の大きさによる影響が大きいと考えられる。本作型において花径収穫も視野に入ると、可能な限り定植期を前進化させ、冬期までに株を充実させることで、花茎収穫が可能になることが想定される。この場合、秋冷が早く、定植期の前進化が可能な中標高地が適地であると考えられる。

以上のことから、夏期に人工気象室を用いて約60日間で苗を育成し、気温が低下した秋期にビニルハウスに定植して冬期は保温することで、播種から1年以内に加工用として収穫するハウスワサビの夏播き作型が可能となった。

本作型は夏越しが不要で、秋から初夏にかけての短期栽培であることから、従来、ワサビ栽培の不適地とされていた低標高地において新たな産地化が可能となるとともに、地球温暖化が進行し、ワサビ栽培が難しくなった場合の産地の再構築にも活用できる(日高ら2009)。また、中山間地域における夏秋施設野菜との輪作や、遊休ハウスを活用した新たな産地化も期待できる。

また、本作型では人工気象室を使用することから、関連施設を有する育苗農家、業者に苗生産を委託する必要がある。仮に、可販収量を4000kg/10a(500g×8000株)とし、加工用原料単価を300円/kgとすると、販売価格は120万/10aとなり、そのうち25%を苗代に振り分けると、株当たり37.5円となる。ワサビ苗が50円～150円で流通している実態を踏まえると、実用化に向けては苗の低コスト生産が大きな課題となる。そこで、当センターでは、地域の遊休施設を使ったワサビ苗の低コスト生産技術について引き続き検討することとしている。

山口県のハウスワサビ栽培では、冬期の収入確保を目的として、葉や花茎を収穫する産地がある。本作型においても、収益性の高い栽培法とするために、葉や花茎の収穫が可能となるよう栽培地の標高や定植期、栽培管理方法など今

後さらに検討を深める必要がある。

摘 要

夏越しを必要としない、播種から1年以内に収穫するハウスワサビの夏播き作型の開発に取り組んだ。

夏期の自然条件下では高温のため、育苗は困難であった。播種から子葉展開まで人工気象室、その後自然条件下で育苗した場合、播種から約90日後の11月中旬に定植可能な苗が育成できた。全期間人工気象室で育苗した場合、約60日で定植可能な苗が育成できた。この方法では苗の周年生産が可能である。

人工気象室で育成した苗を用い、標高の異なる圃場(400m、100m)でワサビの栽培試験を実施した。低標高(100m)の地域において、播種から1年以内に加工用原料としてワサビを収穫することができた。中標高(400m)の地域では、冬期の低温により生育の停滞がみられ、十分な収量を得ることができなかった。標高の高い地域では、ビニル二重被覆で保温を行うことにより、冬期における生育の停滞を避けることができ、播種から1年以内に加工用原料としてワサビが収穫できた。

引用文献

- 足立昭三. 1987. ワサビ栽培. p. 1-199. 秀潤社. 東京.
- 日高輝雄・廣林祐一・古江寿和・杉山久枝. 人工気象室育苗苗を用いた加工用ワサビ栽培期間の短縮. 2009. 園芸研. 8(別2): 248.
- 星谷佳功. 1996. ワサビ. p. 1-168. 農文協. 東京.
- 中村俊一郎・Peramachi SATHIYAMOORTHY. 1990. ワサビ種子の発芽に関する研究. 園学雑. 59: 573-577.
- 坂井崇人・刀祢茂弘・河村和成・陶山紀江. 2002. 畑栽培におけるワサビの花芽発育過程と花芽分化に影響を及ぼす要因. 山口農試研報. 53: 41-49.

小輪系ユリ「プチフーズ」、「プチブラン」、 「プチルナ」及び「プチロゼ」の育成

尾関仁志*・光永拓司・藤田淳史・松本哲朗**

Breeding of New Lilies 'Petit fraise', 'Petit blanc', 'Petit lune' and 'Petit rose' with Small Flowers

Hitoshi OZEKI, Takuji MITSUNAGA,
Atsushi FUJITA and Tetsuro MATSUMOTO

Abstract : New lily varieties 'Petit fraise', 'Petit blanc', 'Petit lune' and 'Petit rose' were bred in Yamaguchi Prefectural Technology Center For Agriculture and Forestry. These varieties are interspecific hybrids of Asiatic hybrid lily (*Lilium spp.*) and *L. concolor* by cut-style pollination and ovule culture. The varieties have smaller flowers than Asiatic hybrid lily, and give little smell. The perianth of 'Petit fraise' is pale yellowish pink with small spots. The flower size is about 11cm in diameter. The perianth of 'Petit blanc' is yellowish white with small spots. The flower size is about 11cm in diameter. The perianth of 'Petit lune' is bright yellow with no spots. The flower size is about 10cm in diameter. The perianth of 'Petit rose' is strong purplish pink with no spots. The flower size is about 12cm in diameter.

The bulbs 8cm or more in diameter are used for cut flower production after storage at 5 °C. The bulbs can be produced by scale propagation.

Key Words : lily, interspecific hybrids

キーワード : ユリ、種間雑種

緒 言

ユリは、テッポウユリ (*Lilium longiflorum*) やヤマユリ (*L. auratum*)、ヒメサユリ (*L. rubellum*) など、観賞価値の高い原種が日本に存在している。これらの原種は品種改良に利用され、ヤマユリやヒメサユリなどを母本としたオリエンタルハイブリッドや、スカシユリ (*L. maculatum*)などを母本としたアジアティックハイブリッドなどが育成されてきた。

近年、花柱切断法と胚培養技術の利用により

* 現在:下関農林事務所

**現在:花き振興センター

本研究は「山口ブランド米等新品種研究開発事業」と「やまぐちオリジナル品種等育成加速化事業」により実施した。

種間雑種を得ることができるようになり、さらに子房輪切り切片の培養などにより、遠縁間でも雑種個体が得られるようになったことから (Arzate-Fernandez ら, 1995; Kanoh ら, 1988)、様々な組み合わせで交雑の可能性が広がった。この技術を応用し、テッポウユリとアジアティックハイブリッドの雑種である LA ハイブリッドや、テッポウユリとオリエンタルハイブリッドの雑種である LO ハイブリッド、オリエンタルハイブリッドとトランペットハイブリッドの雑種である OT ハイブリッドなどが盛んに育成され、オランダを中心とした海外から輸入されている。国内でも、シンテッポウユリ (*L. × formolongi*) とアジアティックハイブリッドの雑種 (池田ら, 2001; 松本ら, 1998; 光永ら, 2002; 岡田ら, 2001; 玉掛・樋浦, 2008)、シンテッポウユリとヒメサユリの雑種 (岡崎ら, 1992; 鈴

小輪系ユリ「プチフリーズ」、「プチブラン」、「プチルナ」及び「プチロゼ」の育成

木ら, 2001)、シンテッポウユリとオリエンタルハイブリッドの雑種(森本ら, 2002)などが育成されている。

現在、ユリの切り花はオランダやチリ、ニュージーランドからの輸入球を用いて生産されており、花が大きくて豪華なオリエンタルハイブリッドを中心に、オランダで育成された品種が各産地で栽培されている。

一方、山口県では新たな需要を開拓するため、フラワーアレンジメントなどに利用しやすい、花径が小さいユリの育成に取り組み、アジアティックハイブリッドとヒメユリ (*L. concolor*) を交配して「プチソレイユ」を育成した(尾関ら, 2003)。しかしながら、花きを販売する上では、様々な用途や場面で使用できるように、花色や花形のバリエーションを揃えることが重要である。そこで、多様なニーズに対応し、需要の拡大を図るため、「プチソレイユ」とは花色が異なる新品種の育成に取り組んだ。

その結果、前報(尾関ら, 2009)で育成した3品種に加え、新たに「プチフリーズ」、「プチブラン」、「プチルナ」、「プチロゼ」の4品種を育成したので、育成経過と特性について報告する。

なお、本研究を遂行するに当たり、育成系統の評価などに協力いただいた花き生産者、市場、生花商、全農山口県本部、農業協同組合、関係機関の方々に深く感謝の意を表す。

育種目標

フラワーアレンジメントに利用しやすい小輪タイプで、これまでにない花色や花形の新品種を育成する。

育成経過

1 「プチフリーズ」

「プチフリーズ」の系譜を第1図に示した。2000年に、当センターで育成した系統LI95901に同LI94902の花粉を花柱切断法により交配し、60日後に肥大した子房から胚珠を取り出して培養した。胚珠培養により発芽した個体を試験管に移植し、小球根を養成した。培養方法は、前

報(光永ら, 1996)と同様である。

培養球は2001年10月にバーミキュライトへ移植して順化した後、11月にガラス温室に定植し、球根を養成した。2003年に、花の大きさ、花色、花形などの特性から1次選抜した。1次選抜後、球根を増殖しながら切り花栽培特性を調査し、2005年5月に花き生産者、市場関係者、関係機関による優良系統検討会で高い評価を得て、品種登録候補に選定した。2007年に切り花栽培適応性と球根増殖適応性から最終選抜した。2008年5月に「プチフリーズ」と命名し、品種登録を出願した。

2 「プチブラン」

「プチブラン」の系譜を第2図に示した。2000年に、当センターで育成したLI95901に同LI94902を交配し、胚珠培養した。培養方法および1次選抜までの育成経過は「プチフリーズ」と同様である。花径が小さく、花色が白いなど新規性の高い形質を有することから品種登録候補に選定し、2007年に切り花栽培適応性と球根増殖適応性から最終選抜した。2008年5月に「プチブラン」と命名し、品種登録を出願した。

3 「プチルナ」

「プチルナ」の系譜を第3図に示した。2000年に、当センターで育成したLI95901に同LI94904を交配し、胚珠培養した。培養方法および最終選抜までの育成経過は「プチフリーズ」と同様である。2008年5月に「プチルナ」と命名し、品種登録を出願した。

4 「プチロゼ」

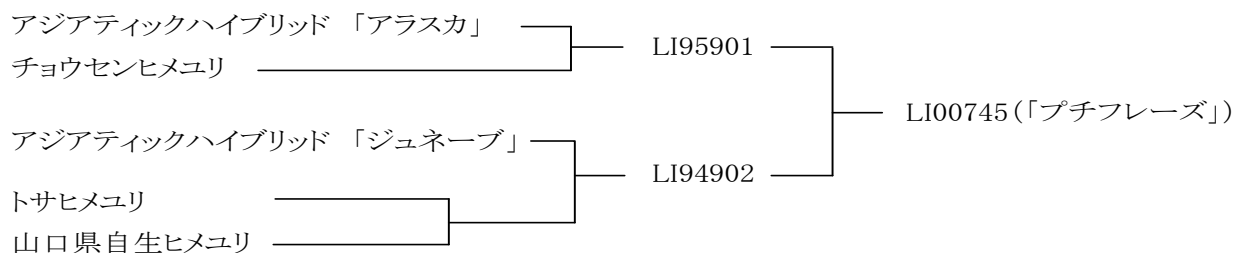
「プチロゼ」の系譜を第4図に示した。2000年に、当センターで育成したLI95901に同LI94904を交配し、胚珠培養した。培養方法および最終選抜までの育成経過は「プチフリーズ」と同様である。2008年5月に「プチロゼ」と命名し、品種登録を出願した。

特性の概要

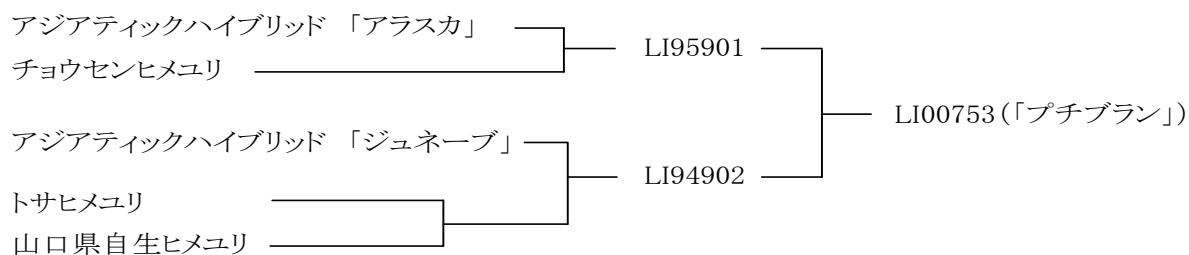
1 形態的特性

形態的特性は、アジアティックハイブリッド「シャンティ」、「ナバラ」、「モナ」、「トスカーネ」を対照品種として調査した。調査には、5℃で8週間以上冷蔵処理した球根を定植し、2～4月に開花した株を供試した。栽培は、最

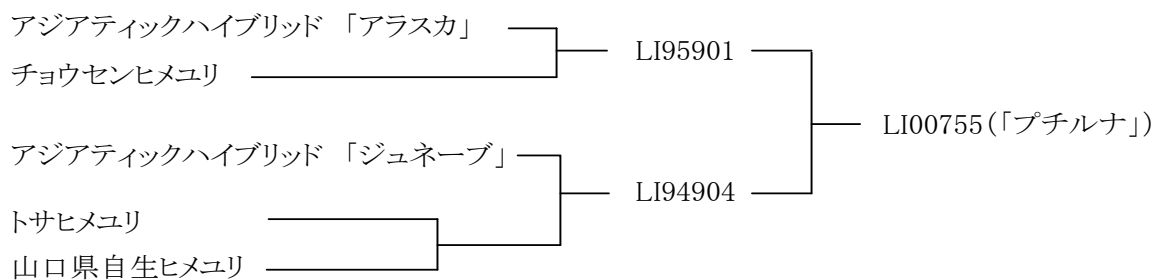
低温度10℃、換気温度25℃で管理したガラス温室で行った。施肥量はN、P₂O₅、K₂Oとも1.4kg/aとし、全量追肥とした。栽植距離は、育成した小輪系新品種では株間15cm、条間7.5cm、対照品種としたアジアティックハイブリッドは株間12cm、条間12cmとした。各品種あたり10株を調査した。



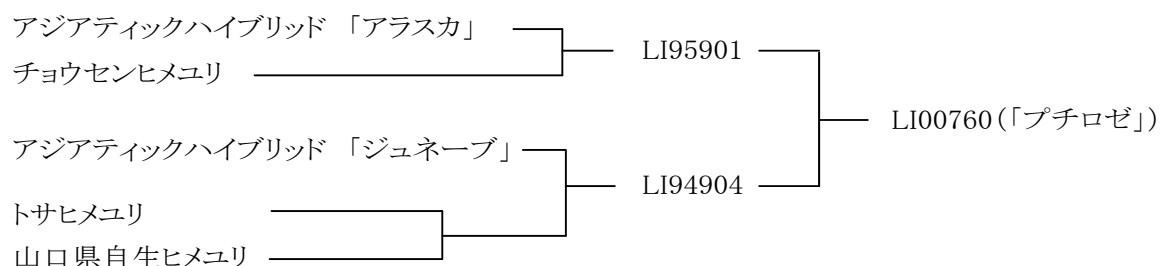
第1図 「プチフリーズ」の系譜



第2図 「プチブラン」の系譜



第3図 「プチルナ」の系譜



第4図 「プチロゼ」の系譜

小輪系ユリ「プチフリーズ」、「プチブラン」、「プチルナ」及び「プチロゼ」の育成

1) 花に関する特性

(1) 「プチフリーズ」

花房の形状は総状花序、花の形はスカシユリ型である。花被の色は、主な色が淡黄ピンク（日本園芸植物標準色表 カラーチャートNo. 0702）で、基部がピンク（日本園芸植物標準色表 カラーチャートNo. 0111）の複色である（第5図）。花被に斑点はあるが、非常に小さいため、ほとんど目立たない。葯の色は赤色、花粉の色は赤褐色である（第1表）。

花の直径は11cm程度で、ピンク色のアジアティックハイブリッド「シャンティ」や「トスカーネ」の約2/3と小さい。内花被、外花被とも「シャンティ」に比べて長さに対する幅が狭い。

花の向きは斜め上で、開花直前のつぼみの着色もよいため、切り花として高い評価が期待できる。花の香りはほとんどない（第1表）。

(2) 「プチブラン」

花房の形状は3輪では散形花序、4輪以上では総状花序となる。花の形はスカシユリ型である。花被の色は黄白（日本園芸植物標準色表 カラーチャートNo. 2902）の単色である（第6図）。花被における斑点は6個程度と少なく、小さいため、ほとんど目立たない。葯の色は褐色、花粉の色は淡褐色である（第1表）。

花の直径は11cm程度と、白色のアジアティックハイブリッド「ナバラ」の約2/3と小さい。花の向きは斜め上で、開花直前のつぼみの着色もよい。花の香りはほとんどない（第1表）。

(3) 「プチルナ」

花房の形状は散形花序で、花の形はスカシユリ型である。花被の色は明黄（日本園芸植物標準色表 カラーチャートNo. 2506）の単色である（第7図）。花被に斑点は全く無い。葯と花粉の色は黄色である（第1表）。

花の直径は10cm程度と、黄色のアジアティックハイブリッド「モナ」の約3/5と小さい。花の向きは斜め上で、開花直前のつぼみの着色もよい。花の香りは、ほとんどない（第1表）。

(4) 「プチロゼ」

花房の形状は総状花序で、花の形はスカシユリ型である。花被の色は、主な色が鮮紫ピンク（日本園芸植物標準色表 カラーチャートNo. 9504）で、中肋部がやや濃い鮮紫ピンク（日本園芸植物標準色表 カラーチャートNo. 9505）の複色である（第8図）。花被に斑点は全く無い。葯と花粉の色は橙色である（第1表）。

花の直径は12cm程度と、ピンク色のアジアティックハイブリッド「トスカーネ」の約3/4と小さい。花の向きは斜め上で、開花直前のつぼみの着色もよい。花の香りはほとんどない（第1表）。

第1表 花に関する特性

品種名	花の形状		花色(JHS標準色表によるカラーチャートNo.)			内花被の斑点		やく	花粉	花径	花被の大きさ(mm)				花の	花の	第1花柄	花蕾数	
	花序	花形	花被表面の主な色	複色の色z	複色の位置z	斑点数y	大きさ				内花被	外花被	幅	長さ					幅
プチフリーズ	総状花序	スカシユリ型	淡黄ピンク (No.0702)	ピンク (No.0111)	花卉基部	19.6	0.3	赤	赤褐	10.9	27.8	66.7	21.3	67.4	斜上	ピンク	無~微	5.2	3.4
プチブラン	散形花序x	スカシユリ型	黄白 (No.2902)			6.4	0.4	褐	淡褐	11.3	28.6	68.1	22.7	68.2	斜上	黄白	無~微	4.6	4.6
プチルナ	散形花序	スカシユリ型	明黄 (No.2506)			0.0	-	黄	黄	9.8	34.3	62.9	22.3	64.9	斜上	明黄	無~微	5.1	3.2
プチロゼ	総状花序	スカシユリ型	鮮紫ピンク (No.9504)	鮮紫ピンク (No.9505)	化开中肋部	0.0	-	橙	橙	11.6	30.4	71.8	23.4	73.1	斜上	淡紫ピンク	無~微	5.8	5.9
シャンティ(対照品種)*	総状花序	スカシユリ型	ピンク (No.0403)			2.1	0.7	黄	黄	16.1	48.4	94.7	38.9	96.6	斜上	淡黄ピンク	無	9.9	3.1
ナバラ(対照品種)*	総状花序	スカシユリ型	淡緑黄 (No.2903)			0.0	-	褐	橙褐	16.1	52.4	92.4	38.0	94.4	斜上	浅黄緑	無	5.3	5.1
モナ(対照品種)*	総状花序	スカシユリ型	明黄 (No.2506)			0.3	1.1	褐	淡褐	16.2	46.7	97.0	35.9	99.1	斜上	明緑黄	無	10.0	6.3
トスカーネ(対照品種)*	総状花序	スカシユリ型	ピンク (No.0103)			12.3	0.4	黄	黄	15.6	37.2	92.1	27.6	92.1	斜上	ピンク	無	3.5	3.5

z複色品種について調査

y内花被1枚あたりの斑点数

*3輪では散形花序、4輪以上では総状花序となる

*アジアティックハイブリッドの栽培品種



第5図 「プチフリーズ」



第6図 「プチブラン」



第7図 「プチルナ」



第8図 「プチロゼ」

2) 茎葉に関する特性

(1) 「プチフリーズ」

開花期の草丈は80cm程度と「シャンティ」に比べて低い。茎には毛じがなく、アントシアニンによる着色が見られる。葉は、アジアティックハイブリッドよりヒメユリに似ており、形状はやや細長い披針形で、光沢のある濃緑色である。葉数は「シャンティ」より少ない(第2表)。

(2) 「プチブラン」

開花期の草丈は80cm程度と「ナバラ」に比べて低い。茎には毛じがなく、アントシアニンによる着色が見られない青軸の品種である。茎は非常に硬く、切り花として高い評価が期待できる。葉はやや細長い披針形で、光沢のある濃緑色である。葉数は24枚程度と育成した4品種の中で最も多い(第2表)。

(3) 「プチルナ」

開花期の草丈は90cm程度と「モナ」に比べて低い。茎には毛じがなく、アントシアニンによる着色が見られない青軸の品種である。茎は硬く、切り花として高い評価が期待できる。葉は披針形で、光沢のある濃緑色である(第2表)。

(4) 「プチロゼ」

開花期の草丈は110cm程度と高くなり、長い切り花長での収穫が可能である。茎には毛じがなく、アントシアニンによる着色が見られない青軸の品種である。茎は硬く、切り花として高い評価が期待できる。葉は、アジアティックハイブリッドよりヒメユリに似ており、育成した4品種の中で最も長い。形状はやや細長い披針形で、弱い光沢のある濃緑色である(第2表)。

小輪系ユリ「プチフリーズ」、「プチブラン」、「プチルナ」及び「プチロゼ」の育成

第2表 茎葉に関する特性

品 種 名	草 丈 (cm)	茎 長 (cm)	茎の直径 (mm)	茎の毛じ	茎のアントシアニン による着色	葉の形	葉の大きさ		葉色	葉の 光沢	葉の着生 角度	葉数 ^z
							葉幅(mm)	葉長(cm)				
プチフリーズ	81.2	64.4	4.4	無	有	披針形	11.0	12.8	濃緑	有	上向き	19.1
プチブラン	80.8	64.9	5.9	無	無	披針形	12.9	15.3	濃緑	有	上向き	24.0
プチルナ	91.9	75.8	5.6	無	無	披針形	12.9	13.2	濃緑	有	上向き	19.7
プチロゼ	109.8	88.3	5.5	無	無	披針形	10.4	16.5	濃緑	有	上向き	18.3
シャンティ(対照品種) ^y	91.0	70.8	7.4	無	有	長楕円形	16.9	16.3	濃緑	有	水平	26.5
ナバラ(対照品種) ^y	128.1	102.2	9.3	無	有	披針形	17.2	14.4	濃緑	有	上向き	41.9
モナ(対照品種) ^y	97.3	64.8	8.2	無	有	披針形	17.3	14.4	濃緑	有	上向き	28.4
トスカーネ(対照品種) ^y	105.4	87.4	8.3	無	有	披針形	19.0	13.2	緑	有	水平	33.7

^z茎の中央部1/3に着生する葉数

^yアジアティックハイブリッドの栽培品種

第3表 促成栽培における特性^z

品種名	冷蔵処理 ^y 期間(週)	到花日数 (日)		草丈 (cm)	花蕾数 (個)	葉数 (枚)	開花株率 (%)
プチフリーズ	4 ^x	135	± 6 ^v	76.4	3.5	48	100.0
	6 ^x	126	± 5	79.6	3.8	45	100.0
	8 ^x	126	± 5	76.6	3.7	45	95.8
プチブラン	4 ^x	-	-	-	-	-	0.0
	6 ^x	-	-	-	-	-	0.0
	8 ^x	166	± 4	65.7	4.5	67	8.3
プチルナ	10 ^w	131	± 3	93.1	4.1	45	100.0
	4 ^x	184	± 5	59.1	1.7	46	12.5
	6 ^x	130	± 11	62.9	2.7	47	75.0
プチロゼ	8 ^x	110	± 4	72.6	2.5	42	79.2
	4 ^x	149	± 10	89.0	4.7	50	100.0
	6 ^x	138	± 7	89.7	4.3	47	95.8
	8 ^x	130	± 5	89.0	4.0	47	91.7

^z 冷蔵処理した球根を定植し、最低気温10℃で管理した

^y 掘り上げた球根を15℃で予備冷蔵処理後、5℃で冷蔵処理した期間

^x 球周8-10cmの球根を冷蔵処理し、2007年10~11月に定植した

^w 球周6-8cmの球根を冷蔵処理し、2008年11月10日に定植した

^v 平均値±標準誤差

2 生態的特性

1) 促成栽培における特性

促成栽培における特性を第3表に示した。掘り上げ後、15℃で予備冷蔵処理し、5℃で4週間冷蔵処理した球根を2007年10月29日に、6週間冷蔵処理した球根を2007年11月12日に、8週間処理した球根を2007年11月26日にそれぞれ定植した。また、「プチブラン」については、10週間冷蔵処理した球根を2008年11月10日に定植した。栽培は、最低気温10℃、換気気温25℃で管理したガラス温室で行った。施肥量はN、P₂O₅、K₂Oとも1.4kg/aとし、全量追肥とした。栽植距離は、株間15cm、条間7.5cmとした。調査には、各試験区あたり24株を供試した。

「プチフリーズ」では、5℃での冷蔵処理が

4週間でもすべての株が開花した。6週間処理での到花日数は120~130日であった。球周8~10cmの球根で、草丈は約80cm、3~4輪を確保することができた。

「プチブラン」については、5℃での冷蔵処理が8週間でもほとんどの株が開花しなかった。開花には10週間の冷蔵処理が必要で、到花日数は約130日であった。球周6~8cmの球根で、草丈は約90cm、4輪を確保することができた。

「プチルナ」では、5℃での冷蔵処理が6週間以上で約80%の株が開花したが、8週間の処理により到花日数が短くなり、開花の揃いが良好となった。8週間処理での到花日数は105~115日と4品種の中で最も短かった。球周8~10cmの球根で、草丈は約70cm、2~3輪であった。

第4表 子球形成りん片繁殖法による増殖球数と球重

品種名	球周別の掘り上げ球数 ^z (個)					球根総重量 ^y (g)
	12cm以上	10-12cm	8-10cm	6-8cm	6cm未満	
プチフレーズ	0.0	0.0	0.5	5.5	17.5	75.8
プチブラン	0.2	1.4	2.6	10.4	10.4	134.7
プチルナ	0.7	2.5	7.2	4.8	3.7	169.3
プチロゼ	0.0	1.2	7.6	9.8	9.6	202.9

^z 球周10-12cmの増殖母球1球から増殖された球数

^y 増殖母球1球から増殖された球根の総重量

第5表 小球根を利用した増殖法による増殖球数と球重

品種名	球周別の掘り上げ球数 ^z (個)					球根総重量 ^y (g)
	12cm以上	10-12cm	8-10cm	6-8cm	6cm未満	
プチフレーズ	0.8	2.2	4.8	19.8	30.8	277.1
プチブラン	6.6	1.2	1.6	5.2	14.6	447.0
プチルナ	7.6	0.4	0.6	5.0	16.2	414.1
プチロゼ	3.8	1.2	3.2	8.6	36.6	327.2

^z 球周6-8cmの増殖母球10球から増殖された球数

^y 増殖母球10球から増殖された球根の総重量

「プチロゼ」については、5℃での冷蔵処理が4週間でもすべての株が開花したが、処理期間を長くすると到花日数が短くなり、開花の揃いが良好となった。8週間処理での到花日数は125～135日であった。球周8～10cmの球根で、草丈は約90cm、4輪が確保できた。

2) 球根増殖における特性

(1) りん片を利用した増殖

球周10～12cmの球根を母球として、りん片を剥いで増殖した。りん片は、重量比1:1の水を含むピートモスでパッキングし、18℃で子球を形成させた後、2007年11月15日に定植した。基肥はN 0.4kg/a、P₂O₅ 0.3kg/a、K₂O 0.3kg/aを、追肥はN、P₂O₅、K₂Oとも0.6kg/aを施用した。定植は、幅100cmの畝に垂直方向に、母球1球分のりん片を1列に並べる方法で行い、列幅は15cmとした。増殖した球根の掘り上げは、2008年7月29日に行った。各試験区当り増殖母球10球を供試し、平均的な5球について調査した。

各品種の増殖特性を第4表に示した。りん片繁殖法では、球周10～12cmの母球1球から切り花栽培に利用できる球周8cm以上の球根は、「プチフレーズ」で0.5球、「プチブラン」で4.2球、「プチルナ」で10.4球、「プチロゼ」で8.8球得られた。また同時に、4品種とも切り花栽培には利用できない球周8cm未満の小球根が数多く発生した。

「プチフレーズ」では、栽培期間中に葉枯病

が発生したため、球数は確保できたものの肥大が劣り、掘り上げた球根の総重量は最も低かった。

(2) 小球根を利用した増殖

切り花栽培に利用できない小球根を母球として増殖した。球周6～8cmの小球根を2006年12月12日に定植した。基肥はN 0.4kg/a、P₂O₅ 0.3kg/a、K₂O 0.3kg/aを、追肥はN、P₂O₅、K₂Oとも0.8kg/aを施用した。定植は、幅100cmの畝に垂直方向に、10球を1列に並べる方法で行い、列幅は15cmとした。増殖した球根の掘り上げは、2007年7月11日に行った。調査には、各試験区当り増殖母球50球を供試した。

各品種の増殖特性を第5表に示した。切り花栽培には利用できない球周6～8cmの球根を母球とすると、すべての品種で定植球数の70%以上が切り花栽培用の球根に肥大した。「プチフレーズ」と「プチロゼ」については、2球以上に分球する球根が多く、球周8cm未満の球根が数多く増殖された。

切り花栽培における適地および栽培上の注意

育成品種は、山口県内全域に適応する。切り花栽培は施設栽培とし、12～4月の促成栽培では加温が必要である。単位面積当りの定植球数は45球/m²と既存ユリ品種に比べて多く、定植することが可能である。病虫害防除は、既存ユ

リ品種に準じて実施する必要がある。また、現地試験において葉焼け症の発生が認められたため、その対策が必要である。

今後の展開と品種の普及

プチシリーズは、小型で飾りやすい花として開発した品種である。今回育成した4品種を含めると、小輪タイプで花色が異なる8品種が揃い、幅広い用途での利用が可能となった。特にニーズが高かった白色やピンク色の品種が加わることにより、需要の拡大が期待できる。しかし、花き品種の変遷は激しく、ニーズは多様化していることから、小輪タイプの品種を定着するために新たな花形や花色の品種を育成していくことが重要である。

育成した4品種を産地で試作した結果、生産者や消費者から高い評価が得られたため、2009年秋から切り花栽培を始めている。今後、市場で評価を得るためには、市場ニーズに応じた切り花の安定的な出荷が求められる。これらの品種は、作型の組み合わせにより10月から翌6月までの連続出荷が可能であると考えられるが、詳細な作付計画作成のためには、定植時期別の到花日数や球根の由来に応じた冷蔵処理方法などを調査することが必要である。また、種苗コストを低減するために、切り下球根を活用した作型の開発も必要である。

育成品種は、県内全域への普及が見込まれており、大量の球根を安定的に供給するための球根増殖体制の確立が急務となっている。現在、切り花栽培用球根の確保のために、山口県内において球根産地の育成に取り組んでおり、並行して切り花栽培農家は自家増殖に取り組んでいる。

これらの取り組みにより、オリジナル品種の早急な普及・定着と、山口県の花き産地の活性化が可能になると考えられる。

摘要

アジアティックハイブリッドとヒメユリを花柱切断法で交配し、胚珠培養技術を用いて、小輪タイプの新品種「プチフリーズ」、「プチブラン」、「プチルナ」および「プチロゼ」を育成した。各品種の特性は、以下のとおりである。

- 1 「プチフリーズ」は、花の直径が約11cmと小さく、花色が淡黄ピンクで、花被の斑点が小さく目立たない。
- 2 「プチブラン」は、花の直径が約11cmと小さく、花色が黄白で、花被の斑点が小さく目立たない。
- 3 「プチルナ」は、花の直径が約10cmと小さく、花色が明黄で、花被の斑点は全くない。
- 4 「プチロゼ」は、花の直径が約12cmと小さく、花色が鮮紫ピンクで、花被の斑点は全くない。
- 5 切り花栽培には4品種とも球周8cm以上の球根を用い、5℃で冷蔵処理した球根を10月下旬から11月に定植すると、到花日数は「プチフリーズ」が120～130日、「プチブラン」が約130日、「プチルナ」が105～115日、「プチロゼ」が125～135日となる。
- 6 球周10～12cmの球根を母球として増殖すると、切り花栽培用の球根が「プチフリーズ」は0.5球、「プチブラン」は約4球、「プチルナ」は約10球、「プチロゼ」は約9球増殖される。

引用文献

- Amaury-M. Arzate-Fernandez, T. Tanisaka, T. Nakazaki and H. Ikehashi. 1995. Efficient hybridization between *Lilium* × *elegance* and *L. longiflorum* through *in vitro* ovary slice culture. *Breeding Science*. 48 : 71-75.
- 池田郁美・永井輝行・坂本浩・勝田英郎・滝修三. 2001. ユリ‘若狭富士’‘若狭の曙’‘若狭の歌姫’‘若狭の舞姫’の育成経過とその特性. *福井園試研報*. 12 : 14-24.
- K. Kanoh, M. Hayashi, Y. Serizawa and T. Konishi. 1988. Production of interspecific hybrids between *Lilium longiflorum* and *L. ×elegance* by ovary slice culture. *Japan. J. Breed* : 38 : 278-282.
- 松本 理・岡藤由美子・光永拓司・中村建夫. 1998. 胚珠培養によるユリ新品種「アプリコットマリッジ」の育成. *山口農試研報*. 49. 1-4.
- 光永拓司・岡藤由美子・松本 理. 1996. 胚珠培養によるシンテッポウユリ×スカシユリの種間雑種の作出および雑種の特性. *山口農試研報*. 47 : 19-25.
- 光永拓司・尾関仁志・岡藤由美子・山本雄慈・松本 理. 2002. 胚珠培養によるユリ新品種マリッジシリーズの育成. *山口農試研報*. 53 : 50-58.
- 森本泰史・土岐昌弘・村西久美・永宗正規・鴻野信輔. 2002. 胚培養によるユリ新品種‘アフロ’の育成. *岡山農試研報*. 20 : 47-49.
- 岡田昌久・新田益男・松本満夫. 2001. 3倍体LAハイブリッドユリ品種「ゆうこの初恋」の育成. *高知農技セ研報*. 10 : 27-32.
- 岡崎桂一・馬場雄史・浦島 修・川田穰一・国重正昭・村上欣治. 1992. 胚培養によるテッポウユリ、シンテッポウユリとオトメユリ、ササユリの種間雑種. *園学雑*. 60 : 997-1002.
- 尾関仁志・光永拓司・山本雄慈・松本 理. 2003. 小輪系ユリ「プチソレイユ」の育成. *山口農試研報*. 54 : 43-46.
- 尾関仁志・光永拓司・藤田淳史・松本哲朗. 2009. 小輪系ユリ「プチフィーユ」、「プチエトワール」、「プチシュミネ」の育成. *山口農試研報*. 57 : 59-66.
- 鈴木誠一・庄子孝一. 2001. シンテッポウユリとヒメサユリから育成されたユリの新品種・杜の乙女・杜の精・杜のロマンの特性. *宮城農セ研報*. 68 : 16-22.
- 玉掛秀人・樋浦里志. 2008. ユリLAハイブリッド新品種「ミスティレディ」および「ロイヤルスノー」の育成. *北海道立農試集報*. 92 : 29-39.

水稻新品種「せとのにじ」の育成

羽嶋正恭・金子和彦*・井上浩一郎**・山榮午朗***・吉永巧****・
中谷康正*****・森岡徹文*****・村山英樹*****・渡辺大輔

Study On The New Rice Cultivar 'Setononiji'

Masayasu HAJIMA, Kazuhiko KANEKO, Kouichirou INOUE, Gorou YAMAE,
Takumi YOSHINAGA, Yasumasa NAKATANI, Tetufumi MORIOKA,
Hideki MURAYAMA, Daisuke WATANABE

A bustract : 1. 'Setononiji' was bred by crossing 'Hinohikari' and 'Maturibare' as its cultivar parents, in 1994. The present study treied to determine the characteristics of 'Setononiji'.

2. 'Setononiji' is cultivar of early maturing, its heading date and the date of maturing is 2 days faster than those of 'Nipponbare'.

3. The culm length of 'Setononiji' is 8cm shorter than the length of 'Nipponbare', the lodging resistance is strong, the plant type is an intermediate type.

4. The yielding ability of this variety is slightly lower than 'Nipponbare'.

5. The quality of grain is as good as that of 'Nipponbare', but, milky white rice kernel is more in 'Setononiji' to be formed than in 'Nipponbare'.

6. The blast disease resistance gene is 'Pia, Pii', field resistance to leaf blast is weak, and panicle neck is middle.

7. The eating quality is as good as that of 'Hinohikari' ' or better than 'Nipponbare'.

Key words : a rice cultivar, 'Setononiji', early maturing, yielding ability, quality of grain, eating quality

キーワード : 水稻新品種、せとのにじ、早生、収量性、品質、食味

緒 言

水稻新品種「せとのにじ」は、早生熟期の良質・良食味品種として育成した品種である。

2000年から「山口6号」の系統名で奨励品種決定調査に供試し、奨励品種の採用には至らなかったが、2006年から周南農業協同組合の導入要望のもと、同農協管内の瀬戸内沿岸部へ普及

*現在：山口農林事務所、**現在：下関農林事務所、***現在：周南農林事務所、****現在：田布施農林事務所、*****現在：歯科医院勤務、****
現在：周南農林事務所、***現在：長門農林事務所

に移され、2008年には光市を中心に約8haで栽培されている。

ここに、その育成経過並びに特性の概要を報告し、本品種の普及や利用のための参考に供する。

本品種の育成に当たって、病害・障害抵抗性検定などに御協力いただいた独立行政法人近畿中国四国農業研究センター、島根県農試験場（現．島根県農業研究センター）、鹿児島県農業試験場（現．鹿児島県農業開発総合センター）の担当者の方々、現地試験の担当農家、関係農林事務所、並びに普及に向けて御尽力をいただいた周南農業協同組合に対し、深甚なる謝意を表する。

育成の背景と育種目標

全国的に良食味志向が高まる中、山口県においても「コシヒカリ」や「ヒノヒカリ」、「ひとめぼれ」更には、県オリジナル品種の「晴るる」、と、次々に良食味とされる品種が奨励品種に採用された。一方、従前の主力品種である早生熟期の「ヤマホウシ」と「日本晴」は、食味評価が低く作付面積が著しく減少した。このため、2001年以降は「コシヒカリ」などの良食味品種の作付面積比率が8割を超え、極早生（「コシヒカリ」熟期）と中生（「ヒノヒカリ」熟期）による作期の2極化に至った。

現場では、収穫時期などの作業集中や共同乾燥調製施設の非効率な利用が問題とされた。また、平坦部の「コシヒカリ」や中間部の「ヒノヒカリ」等良食味品種の不適地栽培が増加したことから、県産米の1等米比率を低下させるひとつの要因に挙げられた。

このような状況のもと、早生熟期で作期分散が図れ、食味の優れる品種の導入が現場から強く求められてきた。そこで、育種目標を早生熟期（「ヤマホウシ」～「日本晴」）の良質・良食味とし、品種育成に取り組んだ。

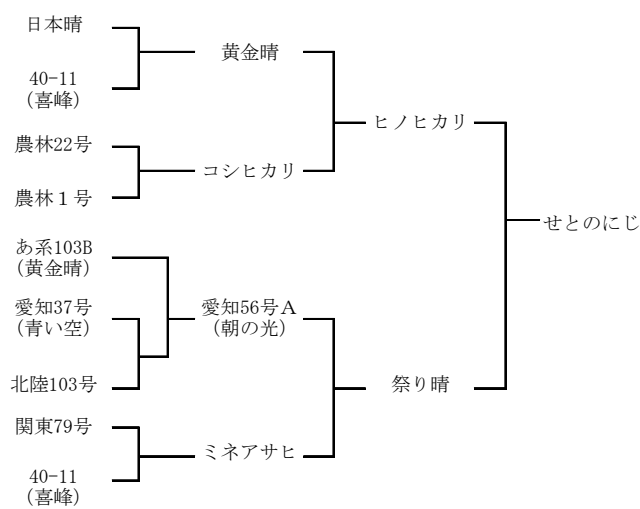
来 歴

「せとのにじ」は、種子親を「ヒノヒカリ」、花粉親を「祭り晴」として人工交配を行い、選抜・固定して育成した品種である（第1図）。

「ヒノヒカリ」は、「コシヒカリ」を種子親に持ち、特に食味が優れる品種（八木ら1990）で

あり、「祭り晴」は「日本晴」熟期で、いもち病と縞葉枯病の耐病性を有し、収量・品質などの栽培特性にも優れた品種（朱宮ら1994）である。この2品種を交配親に利用することで、目標とする早生熟期、良食味形質などを有する品種の育成を目指した。

育成経過



第1図 「せとのにじ」の系譜

品種育成は徳佐寒冷地分場（当時、阿東町徳佐。以下、徳佐分場または山間部と記す）と山口県農業試験場（山口市大内、現、農林総合技術センター。以下、山口本場または平坦部と記す）が連携して行った。人工交配からF₂集団の養成までを徳佐分場が取り組み、F₃集団以降の育成を山口本場で実施した。育成経過を第1表に示す。

第1表 「せとのにじ」の育成経過

年次	1994 ^z	1995	1996		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2005
世代	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁
交配			集団養成		個体選抜	系統選抜	系統生産力		原々種養成		
(123) ^y											
供試数					360	32	5	92	40	10	44
選抜数					32	5	1	40	10	44	32
系統群名	94-40-137										
系統名	94-40						や系20号		山育6号 山口6号		

^z 1994～95年は徳佐分場、1996年以降は山口本場で育成した

^y は雑種1代で得た種子数を示す

1994年に人工交配を行い、雑種第1代で123粒の種子を得た。翌年から集団養成を開始し、1996年には圃場とビニールハウスを利用してF₄集団まで養成した。個体選抜は1997年に行い、6月下旬に350個体を圃場へ展開し、熟期と草姿から32個体を選抜した。1998年の系統選抜は6月中旬移植の1本植えで行い、収量性、品質、玄米タンパク含有率などから5系統を選抜した。また、1999年の系統生産力検定では、6月中旬移植の3本植えで行い、熟期が「ヤマホウシ」とほぼ同じで、食味の最も優れた「や系20号」(94-40-137)を有望として選抜した。

早生品種の普及を急ぐ必要があったことから、系統名を「山口6号」(「山育6号」)と付し、翌年の2000年から奨励品種決定調査本調査と現地調査に供試した。2000～2002年の3年間に供試し、食味評価は良好であったものの、品質面で「日本晴」より乳白が出やすい傾向が認められたことやより有望な供試系統が他にあったことなどから、奨励品種化は見送られ、2002年をもって特性の把握を完了した。

その後、2004年に現地試験(周南市鹿野)で当品種の食味と作期分散に適した熟期を評価していた周南農業協同組合から、試作要望が挙げられた。そこで、翌年の2005年に光市小周防で現地実証を行った結果、熟期や収量性などが現地で評価され、当地域に導入する意向が固まった

ため、2006年9月に「せとのにじ」の名称で品種登録出願を行った。

特性の概要

山口本場(標高33m、砂壤土)、徳佐分場(標高310m、埴壤土)で実施した奨励品種決定調査の供試結果に加え、特性検定試験地に依頼して得た特性検定結果等をもとに、「せとのにじ」の諸特性を述べる。

主な調査は、山口県主要農作物奨励品種決定調査の調査方法及び項目により、山口県定点調査基準に準じて実施した。

1 一般特性

主な形態的特性、穂相、玄米の形状等を第2～4表、生態的特性を第5表に示す。

1) 形態的特性

生育中の葉色は「日本晴」並である。稈長は「日本晴」より8cm短く、70cmと短稈である。穂数は「日本晴」よりやや少なく草型は中間型に属する。穂長は「日本晴」並で、1穂粒数が「日本晴」よりやや多いが、1次枝梗粒率は「日本晴」並である。また、出穂後の止葉が立ち、受光態勢は良好である。稈の太さ、剛柔とも「日本晴」並で、耐倒伏性は「日本晴」と同様の“強”であるが、短稈なため「日本晴」より優れる。

第2表 「せとのにじ」の形態的特性

品種名	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	移植時		耐倒 伏性	稈		芒		ふ先 の色	粒着 密度	脱粒 難易
				草丈	葉色		(細太)	(剛柔)	(多少)	(長短)			
せとのにじ	70	20.8	369	中	中	強	中	やや剛	極稀	短	黄白	中	難
日本晴	78	20.5	416	中	中	強	中	やや剛	稀	短	黄白	中	難
ヤマホウシ	89	20.2	335	中	やや濃	中	中	中	稀	短	黄白	やや密	難
コシヒカリ	89	19.1	377	やや長	中	弱	中	やや柔	稀	短	黄白	中	難
ヒノヒカリ	80	18.8	415	中	中	強	中	中	稀	短	黄白	中	難

2000～2002年の奨励品種決定調査・6/14移植(標肥:0.8Nkg/a)の平均値

第3表 「せとのにじ」の穂相(山口本場)

品種名	1穂 ^z 粒数	枝梗数 ^y (本/穂)		1次枝梗 ^x 粒比率 (%)	着粒 密度
		1次	2次		
せとのにじ	89.1	11.3	22.0	56.1	中
日本晴	77.1	12.0	19.7	56.5	中
ヤマホウシ	105.5	11.0	21.7	49.5	やや密

^z 1穂粒数は2000～02の平均値で、2株全穂を調査した

^y 枝梗数は中庸な株の上位3穂で調査(2005年)

^x 1次枝梗粒比率は2001～02の平均値で、中庸な株の上位3穂の値

水稻新品種「せとのにじ」の育成

第4表 「せとのにじ」の玄米²の形状等 (2005年、山口本場)

品種名	長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ/幅	長さ/厚さ	粒の形状	玄米 の色	千粒重 (g)
せとのにじ	5.26	3.00	2.08	1.76	2.53	半円	淡褐	20.8
日本晴	5.24	3.03	2.11	1.73	2.48	半円	淡褐	22.4
ヒノヒカリ	5.19	2.99	2.06	1.74	2.52	半円	淡褐	21.7

² 1.85mm以上の玄米を供試し、1品種20粒、2反復で調査

第5表 「せとのにじ」の出穂・成熟期

品種名	山口本場		徳佐分場	
	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
せとのにじ	8.18	9.26	8.08	9.21
日本晴	8.20	9.28	8.11	9.26
ヤマホウシ	8.19	9.27	8.08	9.20
コシヒカリ	8.11	9.16	7.29	9.08
ヒノヒカリ	8.26	10.05	8.17	10.04

2000～2002年の奨励品種決定調査による

第6表 「せとのにじ」の病害発生程度 (2000～02年)

場所	区	品種名	葉いもち 穂いもち ごま葉枯 紋枯			
			(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)
山口本場	標準植 (標肥)	せとのにじ	0.2	0.3	0.4	0.9
		日本晴	0.2	0.1	0.4	1.0
		ヤマホウシ	0.1	0.3	0.1	0.7
		ヒノヒカリ	0.4	0.2	0.1	0.9
徳佐分場	標肥	せとのにじ	0.8	2.5	1.0	2.8
		日本晴	0.5	2.5	0.7	2.3
		ヤマホウシ	0.5	1.9	0.3	2.1
		コシヒカリ	1.4	2.1	0.3	2.1

第7表 「せとのにじ」の病害抵抗性検定

品種名	判定 (弱～強の5段階)			
	葉いもち ほ場抵抗性	穂いもち ほ場抵抗性	白葉枯病 抵抗性	紋枯病 抵抗性
せとのにじ	やや弱	中	中	やや弱
日本晴	中	中	中	やや弱
ヤマホウシ	中	中	—	—
コシヒカリ	弱	弱	中	弱
ヒノヒカリ	弱	やや弱	中	やや弱

葉いもちは山口本場 (2001～2002年)、穂いもちは徳佐分場 (2000～2002年)
白葉枯病は島根農試 (2001年)、紋枯病は鹿児島農試 (2005年) で実施
いもち病は自然発病、その他は接種により発病させた

芒は「日本晴」より明らかに少なく、穂の先端に極く稀に発生する程度で、ふ先の色は“黄白”である。また、脱粒性は“難”である。

玄米の色が“淡褐”で、粒形は「日本晴」や「ヒノヒカリ」と同じ半円状である。千粒重は20.9gと「日本晴」、「ヒノヒカリ」より軽い。

2) 出穂期・成熟期

平坦部では、出穂期が「コシヒカリ」より7日遅く、「日本晴」より2日、「ヒノヒカリ」より8日早い。成熟期は「コシヒカリ」より10日遅く、「日本晴」より2日、「ヒノヒカリ」より9日早い。本県での熟期区分は「日本晴」と同様の早生に属する。また、山間部では「日本晴」より出穂期が3日早く、成熟期は5日早い。

2 病害、障害抵抗性

1) 病害発生程度

圃場での病害発生程度を第6表に示す。

葉いもちと穂いもちの発生は、平坦部・山間部とも「日本晴」と同程度であったが、山間部では発生の程度が大きかった。また、ごま葉枯病と紋枯病は、概ね「日本晴」並の発生であった。

2) いもち病抵抗性

葉いもち圃場抵抗性検定が山口本場、穂いもち圃場抵抗性検定は徳佐分場で行なった。葉いもちが“やや弱”、穂いもちは“中”と判定し、概ね「日本晴」並の抵抗性を有していた (第7表)。

また、いもち病真性抵抗性は近畿中国四国農業研究センターに依頼し、「ヒノヒカリ」と同様にPia、Piiを有することが推定された (第8表)。

3) 白葉枯病抵抗性

白葉枯病抵抗性検定は、島根県農業研究センターに依頼して行った。その結果、「日本晴」と同等の“中”と判定された (第7表)。

4) 紋枯病抵抗性

紋枯病抵抗性検定は、鹿児島県総合技術センターに依頼して行った。その結果、「日本晴」と同等の“やや弱”と判定された (第7表)。

5) 穂発芽性

穂発芽性検定は山口本場で行い、「日本晴」より優れ、“難”であった (第9表)。

第8表 葉いもちの真性抵抗性 (2005年、近畿中国四国農業研究センター)

品種系統名	稲86-137	24-22-1-1	TH68-126	TH68-140 (山)	真性 推定
	(007) ^z	(037)	(033)	(035)	
せとのにじ	S ^y	S	R	R	Pia, Pii
ヒノヒカリ	S	S	R	R	Pia, Pii
新 2 号	S	S	S	MS	+
愛 知 旭	S	S	S	R	Pia
藤 坂 5 号	S	S	MR	S	Pii
ク サ ブ エ	R	S	S	S	Pik
ツ ユ ア ケ	R	S	S	S	Pik-m
フクニシキ	R	R	R	R	Piz
k 1	R	R	R	R	Pita
PiNO4	R	R	R	R	Pita-2
とりで 1 号	R	R	R	R	Piz-t
BL1	R	R	R	R	Pib

^zは菌株のコードを示す

^y判定はSが罹病性、Rが抵抗性、MSがやや罹病性、MRがやや抵抗性を示す

第9表 穂発芽性 (2001~02年、山口本場)

	2001年		2002年	
	穂発芽程度	判定	穂発芽程度	判定
せとのにじ	2.0	難	0.2	難
日 本 晴	4.5	やや難	3.0	中
中生新千本	5.9	中	3.1	中
コシヒカリ	2.5	難	0.8	難
ヒノヒカリ	1.0	難	0.3	難

成熟期に中庸な株から穂を採取し、育苗マットに置床し、育苗器内(28℃)で発芽させた

調査は7日目に行い、「中生新千本」を基準品種で“中”とし、5段階評価(難~易)で行った

第10表 高温耐性検定 (2006年、鹿児島県農業研究センター)

品種名	出穂期 (月.日)	倒伏 (0-5)	背白+基白 (ほ場)				判定
			1	2	3	平均	
せとのにじ	7.26	1.0	8.0	7.0	7.0	7.3	やや弱
日 本 晴	7.26	0.0	7.0	8.0	8.0	7.7	やや弱
ヒノヒカリ	8.03	0.0	9.0	9.0	9.0	9.0	弱
祭 り 晴	7.28	0.0	9.0	9.0	9.0	9.0	弱

5月中旬に移植し、1.8mm以上の玄米について背白、基白のそれぞれを達観の0(無)~9(甚)、10段階で評価し、背白+基白の発生程度から5段階(強~弱)で判定した

6) 高温耐性

高温耐性検定は、鹿児島県総合技術センターに依頼して行った。その結果、「日本晴」と同等の“やや弱”と判定された(第10表)。

3 収量性・品質

奨励品種決定調査の結果を第11表、品質特性結果を第12表に示す。

1) 収量性

平坦部では、「日本晴」と比較し、6月中旬植えの標準植区が94%とやや低かった。また、移植期別では、5月中旬の早植区が122%と多収であり、6月下旬植えの晩植区は標準植区とほぼ同等であった。

山間部では、「日本晴」対比107%とやや多収

であった。

また、多肥区ではいずれの試験地でも穂数が標肥区より増加し、平坦部が112%、山間部は107%と多収であった。

砂壤土で窒素の保持力がやや低い山口本場の結果から判断すると、安定的な収量を得るには、水田の地力は中庸以上が必要と判断された。

2) 品質

平坦部、山間部とも標準植区の品質は、概ね「日本晴」と同等であった。障害粒は「日本晴」と比べて、山間部で乳白の発生が多く、腹白はいずれの栽培地でも少なかった。平坦部の移植期別では、早植区、晩植区とも標準植区とほぼ同等の品質であったが、乳白は標準植区より発生が多かった。また、多肥区では、山間部が標肥区とほぼ同等の品質であったのに対し、平坦部は標肥区に比べて乳白が増加し品質の低下が認められた。

4 刈取時期

登熟時期が高温多日照天候で推移した2002年の結果を第13表に示す。

上位3穂と株全体の穂における青粳率の推移は、ほぼ同等であった。登熟歩合は、出穂後積算気温94℃(上位3穂の青味粳率約22%時)以降で87%程度となり、青味粒率は3.7%以下に減少した。胴割粒率は、出穂後積算気温1156℃でも3%と少なかった。このことから、収穫時期の目安は、上位3穂の青味粳率20%前後からで、出穂後積算気温が950℃頃と判断された。また、高温年でも胴割粒率が少なかったことから、刈り遅れによる胴割を伴う品質低下は少ないと推察された。

水稻新品種「せとのにじ」の育成

第11表 奨励品種決定調査結果 (2000~02年)

場 区	品 種	出 穂 期 (月.日)	成 熟 期 (月.日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/m ²)	倒 伏 の 多 少 (0-5)	収 量 (kg/a)	収量比		千 粒 重 (g)	品 質 評 価 (1~9)	乳 白 (0~5)	玄 米 含 有 率 (%)	
									対 日 本 晴	対 肥 標					
山口 本場 (平坦部)	早植	せとのにじ	8.02	9.09	82	22.2	363	1.1	68.0	—	122	21.2	5.8	1.4	7.6
		せとのにじ	8.18	9.26	70	20.8	369	0.1	57.1	94	100	20.8	5.6	0.5	7.9
	標準植	日本晴	8.20	9.28	78	20.5	416	0.3	61.1	100	100	22.4	5.3	0.3	7.7
	(標肥)	ヤマホウシ	8.19	9.27	89	20.2	335	1.5	62.8	103	100	21.5	5.5	0.3	7.8
		ヒノヒカリ	8.26	10.05	80	18.8	264	0.3	59.6	98	—	21.7	6.1	0.4	7.6
	多肥	せとのにじ	8.18	9.30	77	22.7	400	1.5	67.0	111	112	20.5	6.8	1.5	9.2
		日本晴	8.21	10.02	80	20.2	444	0.8	60.4	100	101	22.2	6.5	0.8	8.4
		ヤマホウシ	8.19	10.01	92	20.6	385	2.8	65.7	109	97	21.5	6.3	0.5	8.9
	晩植	せとのにじ	8.24	10.04	65	22.2	357	0.0	57.4	98	101	20.7	5.5	0.6	8.4
		日本晴	8.27	10.07	73	20.0	445	0.1	58.4	100	96	21.7	5.6	0.5	8.0
	ヤマホウシ	8.25	9.82	81	19.5	353	0.6	59.3	102	94	21.3	5.7	0.4	7.9	
徳佐 分場	標準植	せとのにじ	8.08	9.21	79	22.4	384	1.2	73.8	107	100	21.3	5.6	1.3	8.1
	(標肥)	日本晴	8.11	9.26	84	20.5	448	2.3	69.1	100	100	22.7	5.4	0.7	7.9
		ヤマホウシ	8.08	9.20	95	20.8	382	3.2	69.1	100	100	22.4	5.1	0.4	7.9
(山間部)	多肥	せとのにじ	8.08	9.22	81	22.2	405	1.8	72.9	109	99	21.1	5.5	1.3	8.4
		日本晴	8.11	9.26	88	20.6	460	2.9	66.7	100	96	22.7	5.6	0.8	8.6
		ヤマホウシ	8.08	9.21	99	20.6	412	3.8	69.8	105	101	22.5	5.0	0.3	8.4

山口本場では早植が2001、2002年の平均値、多肥が2002年のみ値で、その他は分場とも2000~2002年の3か年平均値
 山口本場は早植を5月15日、標準植を6月14日、晩植を6月29日に移植し、分場は5月10日に移植した
 栽植密度は22.2本/m²で稚苗を3本手植え、a当のN施用量は山口本場が0.8、分場が0.58を基準とし、多肥区は20%増とした
 品質評価は5.0が1等の下限相当、玄米タンパク質含有率はニレコ社MODERL4500-NIRスペクトロメーターで測定した

第12表 「せとのにじ」の品質 (2000~2002年)

場所	栽培法	品種名	品質	光沢	乳白	腹白	心白
			(1-9)	(0-5)	(0-5)	(0-5)	(0-5)
山口 本場	標準植 (標肥)	せとのにじ	5.6	1.0	0.5	0.3	0.5
		日本晴	5.3	1.2	0.3	1.2	0.5
		ヤマホウシ	5.5	1.2	0.3	0.5	0.5
徳佐 分場	標準植 (標肥)	せとのにじ	5.6	2.0	1.3	0.8	0.2
		日本晴	5.4	2.0	0.7	1.4	0.1
		ヤマホウシ	5.1	2.0	0.4	1.1	0.5

第13表 「せとのにじ」の刈取時期 (2002年、山口本場)

出穂後 積算気温 (°C)	出穂後 日数 (日)	青味粒率 ^z 上位3穂 (%)	登熟 歩合 (%)	胴割粒率 ^y (%)	青味粒率 (%)
842	33	42.8	40.0	76.9	0.0
944	38	22.0	20.5	86.6	0.3
1049	43	12.5	12.8	87.9	1.7
1156	49	2.1	3.1	86.4	3.0

奨励品種決定調査の中庸な2株で調査

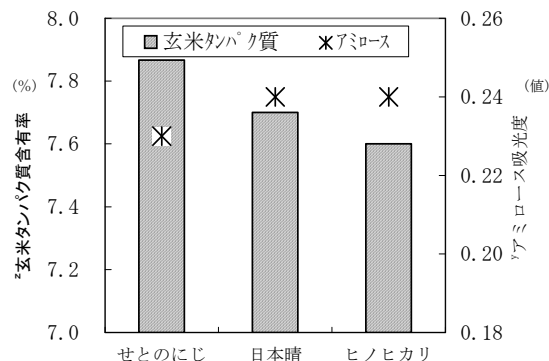
^z青味粒は日本園芸植物色票3304より青い粒をカウント

^y胴割粒率・青味粒率は各200粒調査、胴割粒率は一条以上をカウント

5 玄米タンパク・アミロース

玄米タンパク質含有率とアミロース吸光度について第2図に示す。

玄米タンパク質含有率は7.7%程度と「日本晴」、「ヒノヒカリ」よりやや高かった。また、徳佐分場の多肥栽培で含有率の上昇が認められ



第2図 「せとのにじ」の玄米タンパク質含有率とアミロース吸光度
^z玄米タンパク質含有率は2000~2002年の3か年の平均値
^yアミロース吸光度は2001、2002年の2か年の平均値

た(第11表)。アミロースは、分光光度計値で「日本晴」、「ヒノヒカリ」よりわずかに低く、アミロースは「日本晴」、「ヒノヒカリ」よりやや低かった。

6 搗精歩留及び食味官能

1) 搗精

搗精歩留は「日本晴」、「ヒノヒカリ」よりやや低く、搗精55秒以降は両品種より白度が高かった(第14表)。

2) 食味官能

「日本晴」より明らかに優れ、「ヒノヒカリ」

を基準品種として行った場合にも有意な差はなく、「ヒノヒカリ」に近い食味を有すると判断された(第15表)。また、炊飯した白米の胚芽は「ヒノヒカリ」より少なく、飯米の外観は「ヒノヒカリ」並～やや優れた。

7 直播栽培適性

湛水表面散播栽培と湛水土中直播栽培を行った結果を第16表に示す。

2000年の湛水表面散播栽培ではカルパーを粉衣して行い、2003年の湛水土中直播栽培では催芽粃で実施した。2000年の苗立数は「ヒノヒカリ」よりやや少なかったが、82本/m²と十分な苗立数を得ており、2003年では67本/m²と「ヒノヒカリ」より多かった。また、倒伏は2か年とも認められなかった。収量水準は2か年ともやや低調であったが、「ヒノヒカリ」とほぼ同等で、品質も概ね「ヒノヒカリ」並であった。

また、播種時の低温並びに低酸素状態で発芽・苗立ちが低下することが知られており、これ

らの条件下で品種間差が認められている(小高ら1989、九州沖縄農研2005)ことから、当品種の低温発芽性・低酸素出芽性に関する検定を行った。その結果、「せとのにじ」は、低温発芽性では処理5日、8日とも15℃での発芽数が少なく、判定は“不良”であった(第17表)。また、低酸素発芽性でも低酸素状態での葉鞘の伸びが最も短く、判定は“不良”であった(第18表)。

このため、湛水直播栽培の適性は、気温の低い山間部での適性は低いが、概ね「ヒノヒカリ」と同程度の適性を有していると判断された。

8 地域適応性

県下8か所で、現地の栽培様式に準じて実施した奨励品種決定調査現地調査結果を第19表、光市で行った現地実証の結果を第20表に示す。

1) 現地の収量・品質

収量は、地力がやや低い美東町を除いて、標高、移植時期が異なる場合でも、概ね「日本晴」と同等であった。品質はいずれの地帯でも「日

第14表 搗精^z(2005年、山口本場)

品種名	水分 (%)	搗精歩留 (%) ^y				白度 ^x			
		50秒	55秒	60秒	65秒	50秒	55秒	60秒	65秒
せとのにじ	14.7	90.9	90.5	89.7	89.5	38.0	39.3	41.5	42.3
日本晴	14.6	91.6	91.4	90.3	90.2	38.4	38.5	40.4	41.7
ヒノヒカリ	14.9	91.9	91.1	90.7	90.5	38.2	38.4	39.6	41.8

^z 奨励品種決定調査から1.85mm以上の玄米を用いた

^y 搗精はKeet社TP-2型精米機を用い50g、2反復で実施

^x 白度はKeet社C-300を用い2反復で実施

第15表 食味官能評価(2000～2002年、山口本場)

年次	試験月日	品種名	総合	外観	香り	味	粘り	硬さ	パネル数	
2000	1.15	せとのにじ	0.06	0.35	* -0.06	0.13	0.12	-0.06	18	
		ヒノヒカリ	0.24	0.06	0.33	0.18	0.67	-0.17		
	1.26	せとのにじ	0.22	0.30	-0.14	0.13	* 0.26	-0.36	23	
		日本晴	-0.26	-0.22	-0.13	-0.39	-0.35	0.09		
	2.22	せとのにじ	-0.15	0.08	0.00	-0.31	-0.08	0.08	13	
		日本晴	0.30	0.07	-0.07	0.14	0.07	0.00	10	
2001	3.13	せとのにじ	0.30	0.07	-0.07	0.14	0.07	0.00	10	
		日本晴	-0.50	* 0.10	0.00	-0.30	-0.30	0.30		
	3.14	せとのにじ	0.00	0.07	-0.07	0.14	0.07	0.00	14	
		日本晴	-0.43	* -0.07	0.07	-0.29	-0.14	-0.14		
	2001	1.31	せとのにじ	-0.28	0.28	-0.22	-0.17	-0.22	-0.56	* 18
	2002	12.19	せとのにじ	-0.05	0.05	-0.05	-0.05	0.20	-0.30	20
1.24		せとのにじ	-0.31	-0.31	-0.44	-0.25	0.06	-0.38	18	

基準品種は2000年が「ヤマホウシ」、2001年が「コシヒカリ」、2002年が「ヒノヒカリ」でいずれも場内産を用いた評価は基準品種との比較で、粘り(＋で粘が強)と硬さ(＋硬)が-3～3の7段階、それ以外は-5～5の11段階評価で実施数値は集計値/パネル数、*は5%の相関が認められたことを示す

水稻新品種「せとのにじ」の育成

1等であった。

本晴」並～やや優れたが、乳白の発生は瀬戸内西部を除いて多かった。

県下各地での結果から、収量性・品質において地力の低い圃場を除き、概ね県下全域で十分栽培が可能と判断できた。また、乳白の発生は山口本場と概ね同様な傾向となったことから、地域に導入する場合には、乳白を増加させない栽培法で普及させる必要があると考えられた。

2) 現地実証

現地実証は光市小周防で行い、出穂後の強風による被害が出た2006年を除き、約500kg/10a以上の収量を得た。また、品質は強風やトビイロウンカの被害を受けた年度については検査等級が2等となったが、障害のなかった2005年は

第16表 湛水直播栽培 (山口本場)

年次	品種名	カルパー粉衣	苗立数	最高莖数	出穂期	成熟期	㎡当	倒伏	収量	千粒重	品質
			・ 出芽数 本/㎡	(本/㎡)	(月・日)	(月・日)	(本/㎡)				
2000	せとのにじ	有 (2倍量)	82.0	—	8.13	9.19	392	0.5	46.6	21.2	5.0
	ヒノヒカリ	有 (2倍量)	90.0	—	8.21	9.29	502	0.3	58.4	22.1	5.0
2003	せとのにじ	無	66.8	417	8.14	9.19	262	0.0	51.9	22.6	5.0
	ヒノヒカリ	有 (1倍量)	56.4	451	8.22	9.26	309	0.0	50.0	22.9	5.0

播種量はいずれも0.3kg/a、2000年が表面散播(5月15日播種)、2003年はマット式湛水直播栽培(5月17日播種)で実施
 施肥は緩効性肥料の全量基肥施用とし、2000年が0.8Nkg/a、2003年が0.5/aで実施
 苗立数・出芽数は2000年が苗立数、2003年が出芽数で、検査等級は県農政事務所による

第17表 低温発芽性検定^z (2005年、山口本場)

品種名	5日目			8日目			判定 ^y
	出芽数		15°C/25°C	出芽数		15°C/25°C	
	15°C	25°C	出芽率	15°C	25°C	出芽率	
せとのにじ	0.5	47.0	1.1	24.0	47.0	51.1	不良
キヌヒカリ*	4.5	40.5	11.1	42.5	45.5	93.4	良
コシヒカリ	3.0	50.0	6.0	44.0	50.0	88.0	やや良
ひとめぼれ*	3.5	46.5	7.5	41.0	48.0	85.4	やや良
ヒノヒカリ	1.0	48.0	2.1	35.0	49.0	71.4	中

^z 各50粒の2反復とし、休眠打破後8月8日にシャーレへ置床、温度管理は低温区が15°C、対照区が25°Cとした

^y 判定は低温区と対照区との比率とし、基準品種(*)をもとに5段階(良～不良)で行った

第18表 低酸素出芽性 (2005年、山口本場)

品種名	区	葉鞘長(mm)									判定 (低酸素-対照)	
		A			B			C				平均
せとのにじ	低酸素	13	6	2	6	6	2	3	6	3	5.2	不良
	対照	6	5	5	3	3	3	5	3	5	4.2	(1.0)
キヌヒカリ*	低酸素	16	17	5	25	13	16	13	14	16	15.0	良
	対照	7	7	5	6	6	5	6	6	7	6.1	(8.9)
ひとめぼれ*	低酸素	16	8	19	5	4	4	15	8	15	10.4	やや不良
	対照	5	5	4	4	6	6	5	5	5	5.0	(5.4)
コシヒカリ	低酸素	22	14	20	14	19	18	14	10	20	16.8	良
	対照	5	5	4	6	6	6	5	5	6	5.3	(11.4)
ヒノヒカリ	低酸素	11	12	12	5	4	4	10	10	9	8.6	不良
	対照	6	6	6	6	7	6	6	5	5	5.9	(2.7)

催芽初を8月18日に寒天を注入した試験管へ5個体づつ置床し、デシケーター内で管理した
 低酸素区には脱酸素剤(サナルス)を5袋設置し、調査は2反復で1週間後に葉鞘の長い順に3個体の葉鞘長を測定した
 判定は基準品種*をもとに、対照から低酸素を差し引きした値をもとに5段階(良～不良)で行った

第19表 現地調査結果 (2000~2002年)

地帯	場所	年次	標高 (m)	移植 期 (月.日)	供試 品種	出穂期		成穂期		穂長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 の 多 少 (0-5)	収量 (kg/a)	対 本 晴 比 率	玄 米 千 粒 重 (g)	品 質 評 価 (1-9)	乳 白 (0-5)
						8月	9月	8月	9月									
長門山間	むつみ村	2001,02	290,300	5.15	せとのにじ 日本晴	8.09	9.21	74	20.8	358	0.1	57.1	104	21.3	4.5	0.3		
						8.11	9.22	78	19.1	373	0.0	54.7	100	22.7	4.6	0.3		
周防山間	鹿野町	2001,02	360	5.11	せとのにじ 日本晴	8.11	9.20	72	21.6	362	0.1	71.4	102	22.5	4.6	0.4		
						8.11	9.22	75	19.6	390	0.5	70.2	100	24.0	5.0	0.2		
	徳地町	2001,02	120	5.19	せとのにじ 日本晴	8.11	9.22	80	21.0	348	0.0	64.2	100	21.5	5.0	0.2		
						8.18	9.26	84	19.7	374	0.4	64.3	100	22.3	5.0	0.2		
長門中間	美東町	2000~02	80	5.24	せとのにじ 日本晴	8.09	9.21	75	20.7	305	0.0	61.7	92	22.8	5.3	0.3		
						8.10	9.24	79	20.1	358	0.0	67.0	100	23.8	5.5	0.2		
	豊田町	2001,02	40	6.12	せとのにじ 日本晴	8.22	10.07	80	22.5	315	0.8	58.5	103	21.3	6.8	1.5		
						8.21	10.08	86	21.8	345	1.8	56.7	100	22.4	7.0	1.3		
北浦	日置町	2000~02	20	5.25	せとのにじ 日本晴	8.13	9.19	78	20.4	379	0.2	59.3	101	21.4	5.8	0.8		
						8.14	9.20	78	19.5	409	0.2	58.6	100	22.4	5.5	0.2		
	萩市	2000~02	5	6.19	せとのにじ 日本晴	8.20	10.01	71	20.5	340	0.0	59.4	100	21.7	5.3	0.8		
						8.24	10.08	77	19.6	385	1.0	59.5	100	23.6	6.6	0.7		
瀬戸内東部	玖珂町	2000~02	50	6.07	せとのにじ 日本晴	8.18	9.26	72	19.7	367	0.1	52.3	103	21.2	5.8	0.7		
						8.19	9.27	72	18.3	388	0.2	50.6	100	23.6	6.2	0.2		
	田布施町	2000~02	35	6.06	せとのにじ 日本晴	8.15	9.23	75	21.0	329	0.0	58.4	99	21.8	5.8	0.6		
						8.17	9.25	79	19.5	374	0.4	58.9	100	23.0	5.8	0.3		
瀬戸内西部	防府市	2000~02	5,0	6.22	せとのにじ 日本晴	8.19	9.28	70	20.2	391	0.2	61.6	110	22.4	4.8	0.2		
						8.23	9.29	74	19.4	453	0.3	56.2	100	24.1	5.3	0.9		

実施場所は旧市町村名で明記、市長村合併後の名称は、むつみ村(現. 萩市むつみ)、鹿野町(現. 周南市鹿野)、徳地町(現. 山口市徳地)、豊田町(現. 下関市豊田町)、日置町(現. 下関市日置町)、玖珂町(現. 岩国市玖珂町)、秋徳町(現. 山口市秋徳)である

第20表 「せとのにじ」の現地実証 (2005年、光市)

年次	移植 時期 (月.日)	栽植 密度 (株/m ²)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	最高 茎数 (本/m ²)	穂長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 の 多 少 (0-5)	収量 (kg/10a)	千粒重 (g)	検査 等級	備考
2005	6.01	18.7	8.12	9.24	522	75	19.5	318	0.0	501	-	1.0	
2006	5.28	18.4	8.11	9.14	530	77	19.8	372	0.0	448	22.1	2.0	強風による籾の褐変多発
2007	5.29	19.2	8.17	9.25	506	77	20.2	350	0.0	582	21.5	2.0	トビイロカの多発

稚苗移植と同時に側条施肥を行い、施肥量はN成分5.9kg/10a(緩効性肥料を基肥全量施用)とした
品質検査はJA周南による

適地並びに栽培上の留意点

摘 要

「せとのにじ」における栽培上の留意点は以下のとおりである。

県下全域で栽培が可能であり、水田の地力は中庸以上が適する。

多肥栽培は、乳白の増加や玄米タンパク質含有率の上昇につながるのを避ける。

いもち病への耐病性は「日本晴」程度であるため、いもち病の多発地帯では基幹防除を行う。

「せとのにじ」は、1994年に徳佐寒冷地分場で「ヒノヒカリ」と「祭り晴」を人工交配し、1996年から山口県農林総合技術センター(山口県農業試験場)において選抜・固定化させて育成した品種である(品種登録出願:2006年9月)。

出穂期と成熟期は「日本晴」より2日早く、極早生品種や中生品種との作期分散に適する。短程で穂長は「日本晴」より8 cm 短く、耐倒

伏性は“強”である。穂数は「日本晴」よりやや少なく中間型に属する。芒は穂の先端に極く稀に発生し、ふ先は黄白、脱粒性は“難”である。

平坦部の収量性は「日本晴」よりやや劣るが、山間部ではやや優れる。品質は「日本晴」と同等に優れるが、乳白は発生しやすい。穂発芽性は「日本晴」より優れ、“難”である。

いもち病抵抗性は「日本晴」並で、葉いもちが“やや弱”、穂いもちが“中”である。白葉枯病抵抗性が“中”、紋枯病抵抗性は“やや弱”である。

食味官能は「日本晴」より明らかに優れ、「ヒノヒカリ」に近い。

引用文献

- 八木忠之・西山壽・小八重雅裕・轟篤・日高秀光・黒木雄幸・吉田浩一・愛甲一郎・本部裕朗1990. 水稻新品種“ヒノヒカリ”について：宮崎県総合農試研報25：1-30.
- 朱宮昭男・伊藤俊雄・工藤悟・藤井潔・加藤恭宏・坂紀邦・遠山孝通・澤一郎：1994. イネ縞葉枯病抵抗性の新品種「祭り晴」の育成：愛知農総試研報26：1-16.
- 小高真一・安部信行. 1989. 低温条件下におけるイネの高出芽性品種の検索—低温発芽性の品種間差異と苗立性検定法の開発：農業技術 43：5-168.
- 九州沖縄農研・水田作研究部・水田作総合研究チーム：2005. 品種の鞘葉伸長速度は催芽した酸素発生剤無被覆種子の出芽率に影響する：平成17年度九州沖縄農業研究成果情報21：53-54.

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」 における施肥の効率化

中司祐典・木村晃司*・有吉真知子

**Method of fertilizer application to save labor in wheat cultivar
"Nishinokaori" cultivation**

Masamichi NAKATSUKASA, Koji KIMURA and Machiko ARIYOSHI

Abstract. This study was conducted to establish a method of fertilizer application to save labor in wheat cultivar "Nishinokaori" cultivation, using controlled-release fertilizer. The non-split application of controlled-release fertilizer with the same amount of nitrogen of conventional fertilizing resulted in the yield and the grain protein content equal to those obtained by the conventional fertilizing. The yield was increased by the controlled-release fertilizer that released much amount of nitrogen from early March to mid-April. On the other hand, the grain protein content was increased by the controlled-release fertilizer that released much amount of nitrogen from early April to late May. Besides, topdressing at panicle formation stage by the linear type controlled-release fertilizer with total amount of nitrogen similar to conventional topdressing at panicle formation stage and anthesis time resulted in the grain protein content equal to this in the conventional topdressing.

Key Words : Coated urea, controlled-release fertilizer Grain protein content, Non-split application, Topdressing at the anthesis time

キーワード : 被覆尿素、開花期追肥、緩効性肥料、子実タンパク質含有率、全量基肥

緒 言

パン用小麦「ニシノカオリ」では、収量確保のための穂肥重点施肥の徹底と、加工適性の向上や「たんぱく」基準値達成のための開花期追肥が、栽培上のポイント(木村ら 2008)として指導されている。その一方で、担い手の大規模化などに伴い、施肥についても省力化が強く求められている。特に開花期追肥は従来品種では行っていなかった作業であり、コストはもちろん、精神面も含めた負担感が増し、作付け拡大の阻害要因の一つになっている。「ニシノカオリ」

*現在:農業振興課

は山口県初の硬質品種として需要が着実に伸び、供給量が需要量を満たせない状況が続く中、開花期追肥の省略を含めた施肥の効率化を急ぐ必要が生じている。

そこで、収量と品質が高位安定化する効率的施肥法として、被覆尿素入り複合肥料(以下、緩効性肥料)の基肥や穂肥での利用を検討し、一定の知見を得たので報告する。

なお、本試験については、全国農業協同組合連合会の肥料委託試験として実施し、成績検討会等においてご助言等いただくとともに、試験用肥料については、チッソ旭肥料株式会社(現ジェイカムアグリ株式会社)、セントラル合同肥

料株式会社、宇部興産農材株式会社（現エムシー・ファートイコム株式会社）から御提供いただいた。また、小麦の試験製粉および小麦粉品質調査については、(独)農研機構・近畿中国四国農業研究センター小麦研究グループに依頼した。ここに記して深く感謝の意を表す。

材料および方法

緩効性肥料は、基肥時または穂肥時にタイプの異なるものを施用し、「ニシノカオリ」の生育、収量、子実タンパク質含有率などへの影響を調査するとともに、全量基肥施用では施肥量についても検討した。

1 供試肥料

第1表に示すとおり、25～30日タイプの被覆尿素を主体とし、窒素成分のうち速効性を0～50%含む緩効性肥料を供試した（以下、各試験とも肥料名は第1表による）。供試肥料は試作改良品であるユートップ①改を除き、県内外で市販されているか、市販の製品と構成が類似のものとした。

第1表 供試した緩効性肥料

肥料名(区名)	窒素成分のうち、速効性と被覆尿素的構成割合
L P ①	速効性:LP30=48:52 ^z
L P ②	速効性:LP30:LPS30=40:40:20
L P ③	速効性:LP30:LPS40=40:40:20
L P ④	速効性:LP20=48:52
セラコート①	速効性:R25=40:60
セラコート②	速効性:R25:R30=40:45:15
セラコート③	速効性:R25=0:100
ユートップ①	速効性:U30:U50=50:37:13
ユートップ①改	速効性:U30:U50=35:48:17
ユートップ②	速効性:U30=50:50

^z被覆尿素的溶出パターンは、LP20、LP30、R25がリニア型、その他がシグモイド型で、被覆尿素名の数字は地温25℃で80%が溶出するまでの日数を表す。

被覆尿素名のLPはLPコート、RはセラコートR、Uはユートップの略

第2表 供試ほ場の化学性

ほ場	調査の前作	T-N (%)	T-C (%)	腐植 (%)	CEC (me/100g)	備考
64号田	水稻	0.13	1.3	2.2	9.9	'06年播種前調査
25号田	水稻	0.16	1.7	3.0	11.6	"
"	大豆	0.16	1.5	2.6	10.9	"
48号田	大豆	0.15	1.6	2.7	11.3	'07年播種前調査
(参考)環境基礎調査 ^z		0.22	2.1	3.6	12.9	

^zいずれのほ場も礫質灰色低地土・砂壤土

^y環境基礎調査は'93～'97の平均値(県内200ほ場)

2 緩効性肥料の全量基肥施用(慣行同量施肥)試験

2003～2005年度に、山口県農業試験場(山口市大内御堀、現山口県農林総合技術センター)内の同一圃場(64号田)で小麦品種「ニシノカオリ」を供試(以下、各試験とも「ニシノカオリ」)して試験を行った。供試圃場は化学性がやや劣り(第2表)、3か年とも前作は水稻で、稲わらは全量すき込みとした。播種期とa当り播種量は、2003年度が11月18日で0.5kg、2004年度が11月22日で0.7kg、2005年度が11月25日で0.7kgとした。

播種は耕起後当日または翌日に、トラクタでサイドリッジヤを装着したドリルシーダを牽引して耕うんおよび畦立てと同時にを行った。畦幅は1.5mで1畦4条とし、畦上の条間は2003年度では各25cm、2004年度では25、30、25cm、2005年度では20、40、20cmとした。なお、播種法は以下の各試験とも同様に行い、2006年度以降の畦上条間は2005年度と同様である。

施肥は、播種前日～当日の耕起後播種前に全面に散布して行い、試験区は第3表のとおりとした。慣行区として基肥、分けつ肥(1月下旬)、

穂肥(3月上旬)および開花期追肥(4月下旬～5月上旬:出穂期後7日頃)を速効性肥料で分施し、a当り窒素施肥量を2003年度はそれぞれ0.5、0.2、0.2、0.4の計1.3kg、2004と2005年度は0.4、0.2、0.4、0.2の計1.2kgとした。肥料は基肥では燐加安44号(N、P₂O₅、K₂Oの含有率がそれぞれ14%、17%、13%)、分けつ肥、穂肥では燐加安V550(同15%、5%、20%)、開花期追肥では硫安(2003年度)または尿素(2004、2005年度)を使用した。これに対し、試験区は緩効性肥料の全量基肥施用とし、供試肥料はL P ①(2003年度)、L P ②、③(2004、2005年度)、セラコー

ト①、②およびユートップ①、②で、施用量は慣行区の窒素総量と同じになるようにした。さらに、慣行区の開花期追肥を省略する分施（なし）区を設けた。P₂O₅とK₂Oは各区の施用量が等しくなるよう、不足分を重焼燐と塩化加里で補正し、以下、緩効性肥料に関する試験は全て同様にした。

生育中の管理としては、2月中旬頃に中耕（畦中央の条間のみ）、出穂期後に本県防除基準に準じて赤かび病の防除を行い、以下の各試験も同様とした。

1区面積は21～29㎡で2反復とした。調査は、原則として小麦調査基準（1986. 農業研究センター）に準じて行い、これに拠らない項目は図表の脚注に調査方法などを記した。茎数、穂数調査は生育中庸な同一地点（1.5㎡）で行い、収量調査は6㎡を刈り取って行った。調査方法は収量調査の刈り取り面積を除き、以下の各試験とも同様とした。

3 緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験

2003～2005年度に、「2）緩効性肥料の全量基肥施用試験」のユートップ②の施用量を、2003年度は23%削減（a当り窒素施肥量1.0kg）、2004と2005年度は25%削減（同0.9kg）する減肥区を設けた（第4表）。

さらに、2006と2007年度は、水稻跡と大豆跡の

圃場において、試作改良した緩効性肥料を主体に検討した。

2006年度は、当年夏作で1圃場を仕切って水稻と大豆を作付けた場内25号田（2003年度：水稻、2004～2005年度：大豆、第2表）と夏作水稻の64号田で試験を行った。圃場および前作ごとに、a当り窒素1.2kgを分施する慣行区を設け、25号田ではユートップ①とユートップ①の速効性窒素を減らし、緩効割合を高めた試作改良品ユートップ①改を、64号田ではセラコート①を供試し、それぞれ慣行区の窒素総量と同量の標肥区と25%削減し0.9kgとした減肥区を設けた（第5表）。

2007年度は、水稻跡の64号田と大豆跡の48号田（前年度水稻、第2表）で試験を行った。64号田では、a当り窒素1.2kgを分施する慣行区に対してユートップ①とユートップ①改を供試し、慣行区の窒素総量と同量を施用する標肥区と、ユートップ①改では25%削減して0.9kgとした減肥区とを設けた。大豆跡の48号田では、慣行区の基肥を半減して、a当り窒素を1.0kgとした。試験区は、ユートップ①とユートップ①改および被覆尿素100%であるセラコート③を供試し、各肥料とも慣行区の窒素総量と同量の標肥区と、25%削減し0.75kgとした減肥区とを設けた（第6表）。

1区面積は21～49㎡で2反復、収量調査の刈り取り面積は6.0～6.8㎡とした。

第3表 「緩効性肥料の全量基肥施用（慣行同量施肥）試験」の試験区構成（2003～2005年度）

区名	施肥体系 (窒素施肥量kg/a)	施肥量計 kg/a
LP ①('03)	全量基肥施用(1.2～1.3)	1.2～1.3 (慣行同量)
LP ②('04, '05)		
LP ③('04, '05)		
セラコート ①		
セラコート ②		
ユートップ ①		
ユートップ ②		
分施(なし)	穂肥まで慣行と同じ(開花期追肥なし)	0.9～1.0
慣行('03)	基肥(0.5)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.2)－開花期追肥(0.4)	1.3
慣行('04, '05)	基肥(0.4)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.4)－開花期追肥(0.2)	1.2

第4表 「緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験」の試験区構成（2003～2005年度）

区名	施肥体系 (窒素施肥量kg/a)	窒素施肥量 kg/a
ユートップ ②	全量基肥施用	1.2～1.3(慣行同量)
ユートップ ② 減肥		
分施(なし)	穂肥まで慣行と同じ(開花期追肥なし)	0.9～1.0
慣行('03)	基肥(0.5)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.2)－開花期追肥(0.4)	1.3
慣行('04, '05)	基肥(0.4)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.4)－開花期追肥(0.2)	1.2

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

第5表 「緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験」の試験区構成(2006年度)

ほ場 NO.	前作	区 名		施肥体系				窒素施肥量 kg/a
		(肥料名)	(施肥量)	(窒素施肥量kg/a)				
25	水稻・大豆	ユートップ①	標肥	全量基肥施用	基肥(0.4)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.4)－開花期追肥(0.2)			1.2
		ユートップ①改	標肥					0.9
		慣行	減肥					1.2
		慣行	減肥					0.9
64	水稻	セラコート①	標肥	全量基肥施用	基肥(0.4)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.4)－開花期追肥(0.2)			1.2
		慣行	減肥					0.9
		慣行	減肥					1.2

第6表 「緩効性肥料の全量基肥施用における施肥量削減試験」の試験区構成(2007年度)

ほ場 NO.	前作	区 名		施肥体系				窒素施肥量 kg/a
		(肥料名)	(施肥量)	(窒素施肥量kg/a)				
64	水稻	ユートップ①	標肥	全量基肥施用	基肥(0.4)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.4)－開花期追肥(0.2)			1.20
		ユートップ①改	標肥					1.20
		慣行	減肥					0.90
		慣行	減肥					1.20
48	大豆	ユートップ①	標肥	全量基肥施用	基肥(0.2)－分げつ肥(0.2)－穂肥(0.4)－開花期追肥(0.2)			1.00
		ユートップ①改	標肥					0.75
		ユートップ①改	減肥					1.00
		セラコート③	標肥					0.75
		セラコート③	減肥					1.00
慣行	減肥	0.75						
慣行	減肥	1.00						

第7表 「緩効性肥料の穂肥時施用試験」の試験区構成

試験年度	区 名	穂肥 時期	施肥体系(窒素施肥量kg/a)					計
			基肥	分げつ肥	穂肥	開花期追肥		
2003	ユートップ②穂肥	3上	0.5	0.2	0.6	-	1.3	
	分施(なし)	3上	0.5	0.2	0.2	-	0.9	
	慣行	行	3上	0.5	0.2	0.2	0.4	1.3
2004	LP①穂肥	3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2	
	分施(なし)	3上	0.4	0.2	0.4	-	1.0	
	慣行	行	3上	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2
2005	LP①穂肥	3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2	
	セラコート①穂肥	3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2	
	分施(なし)	3上	0.4	0.2	0.4	-	1.0	
2006	慣行	行	3上	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2
	LP④穂肥	2中・3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2	
	セラコート①穂肥	2中・3上	0.4	0.2	0.6	-	1.2	
慣行	行	3上	0.4	0.2	0.4	0.2	1.2	

4 緩効性肥料の穂肥時施用試験

2003～2005年度に、慣行区および分施(なし)区に対して、分げつ肥までを慣行区と同一の施肥とし、3月上旬の穂肥時に慣行区の穂肥と開花期追肥を合せたa当り0.6kgの窒素量を、緩効性肥料で施用する試験区を設けた。さらに、2006年度には、施用時期を3月上旬(3月2日)と2月中旬(2月15日)の2時期とした。緩効性肥料として、2003年度はユートップ②、2004年度はLP①、2005年度はLP①とセラコート①、2006年度はLP④とセラコート①をそれぞれ供試した(第7表)。

圃場はいずれも水稻跡の64号田を用い、1区面積は21～29㎡で2反復、刈り取り面積は6.0～6.3㎡とした。

5 被覆尿素の溶出試験

上記2～4試験の各年度において、供試した緩効性肥料を構成する被覆尿素を2.5g(ユートップは1g)ずつナイロン製の網袋に入れ、2.0mmの篩を通過した供試圃場の土と混和した後、麦条間の深さ5cm程度の位置に埋設した。埋設圃場は2～4試験と同一で、2圃場供試した2006年度は25号田、2007年度は64号田とした。埋設時期は基肥試験では播種直後、穂肥試験では施肥同日とした。埋設した被覆尿素は1回につき3袋ずつ、成熟期まで適宜掘り出し、ケルダール法により残存窒素量を測定し、埋設前の測定値との差から溶出量を算出した。

結果

1 気象および生育の概況

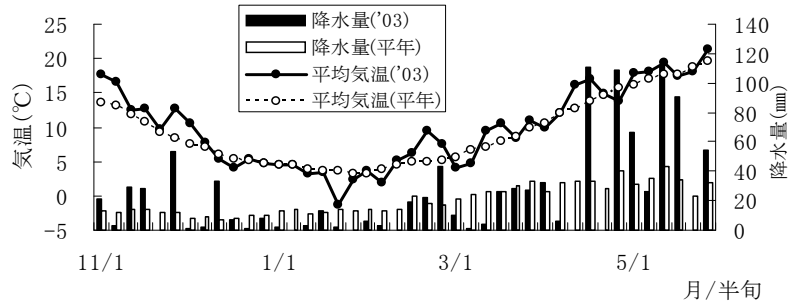
各試験年度における小麦生育期間の気象（山口市）を第1～5図に示した。気象の概況と生育の特徴は次のとおりである。

2003年度は、出芽後2月上旬頃までやや低温・少雨傾向で、初期生育はやや遅れ気味であったが、1月下旬以降の分けつ発生は旺盛であった。出穂期以降の降水量が多く、充実不良により品質が低下した。

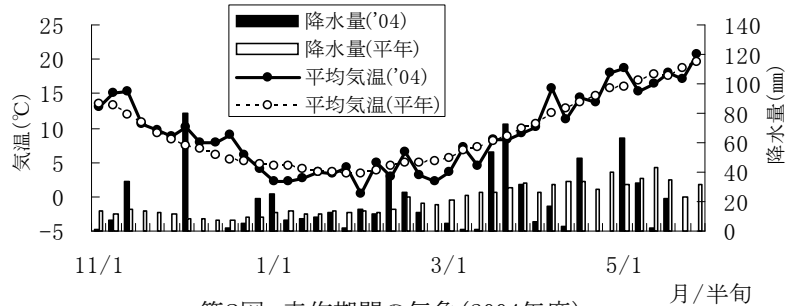
2004年度は、年内が高温に推移し、初期生育は順調であった。12月末から3月は低温で推移し、また、雨や雪の日が多く、一部で湿害が発生した。4月以降は少雨多日照で登熟が優れたが、穂数、1穂粒数とも少なく収量水準はやや低かった。

2005年度は、播種後1月上旬まで極端な低温が続き、出芽や分けつの開始が遅れた。その後3月までの気温は概ね平年並で雨や雪の日が多く、圃場は湿潤な状態が続いた。最高分けつ期は遅く、最高茎数は2004年度並に少なかった。4～5月は多雨寡日照であったが、成熟期前2週間はほとんど降雨がなかった。出穂期、成熟期は試験期間中で最も遅かった。

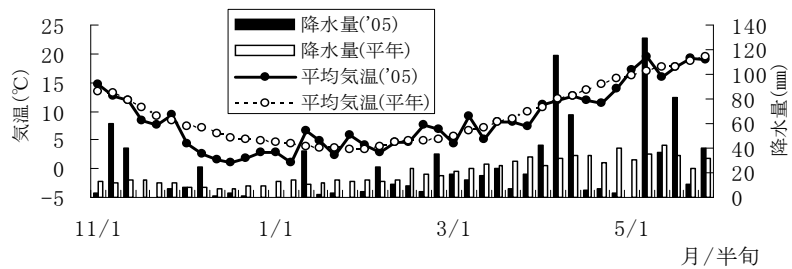
2006年度は、播種後の高温で出芽・初期分けつの発生とも順調であった。年明け後も3月1半旬まで高温で、2月の月平均気温は平年より3℃以上高かった。このため、分けつの発生は旺盛で、2月中旬には最高分けつ期に達した。年明け後成熟期までは少雨多日照傾向で推移したため、湿害は



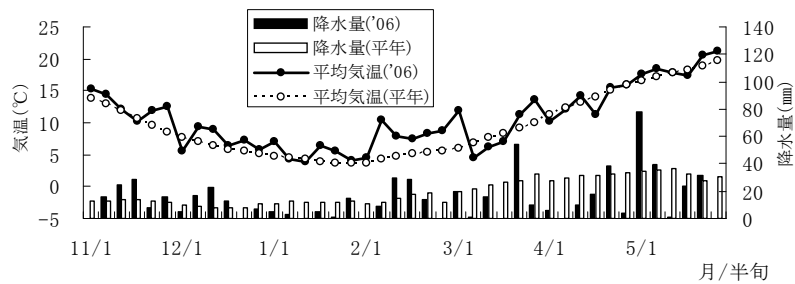
第1図 麦作期間の気象(2003年度)



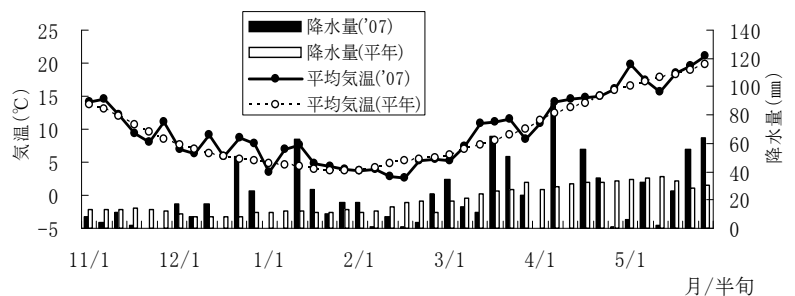
第2図 麦作期間の気象(2004年度)



第3図 麦作期間の気象(2005年度)



第4図 麦作期間の気象(2006年度)



第5図 麦作期間の気象(2007年度)

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

なく登熟も良好であった。

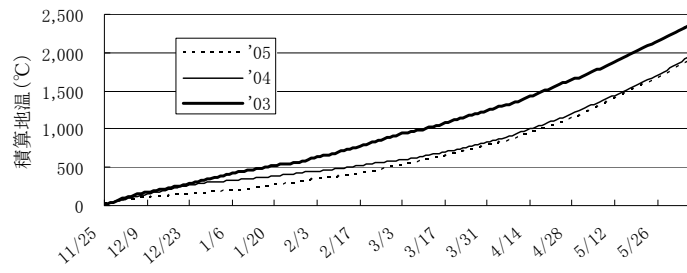
2007年度は、出芽後1月まで降水量が多く、気温は高めに推移した。2月は低温少雨多日照であったが、3月には再び高温多雨となり、湿害気味の生育となった。このため、例年より最高茎数が少なく、特に水稻跡で生育量不足が顕著であった。出穂後は好天に恵まれ、粒の充実が優れ品質は良好であったが、水稻跡では穂数不足から収量水準が低かった。

地温については、2003～2005年度における播種後の積算値を第6図に示した。2003年度は生育期間を通じて高く推移し、2004年度は初期に2003年度並であったが1月以降低くなった。2005年度は初期に低かったが、4月頃には2004年度並となった。

2 緩効性肥料の全量基肥施用

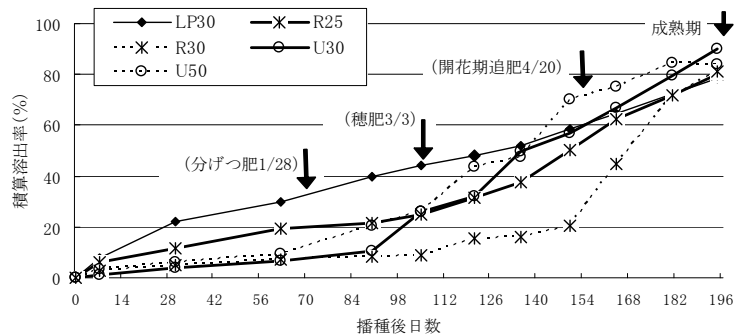
1) 被覆尿素的溶出

2003～2005年度の被覆尿素的溶出は、多少の年次変動はあるものの、分けつ期前半ではともにリニア型である「R25」と「LP30」、穂肥施用時期の3月上旬～4月上旬頃では「U30」、「U50」および「LPS30」、開花期に相当する4月下旬～5月上旬頃では「LPS40」と「R30」で多くなる傾向にあり、播種後高温であった2004年度の「R25」は、年内に50%近くが溶出した。いずれも、成熟期には約80%以上が溶出した(第7～9図)。被覆尿素的溶出率と施肥量および配合割合から算出した肥料ごとの期間別窒素溶出量は、3月上旬～4月上中旬ではLP②とユートップ①および②で、4月上中旬以降ではLP②、③とセラコート①、②で、それぞれ多くなる傾向にあった(第10図)。

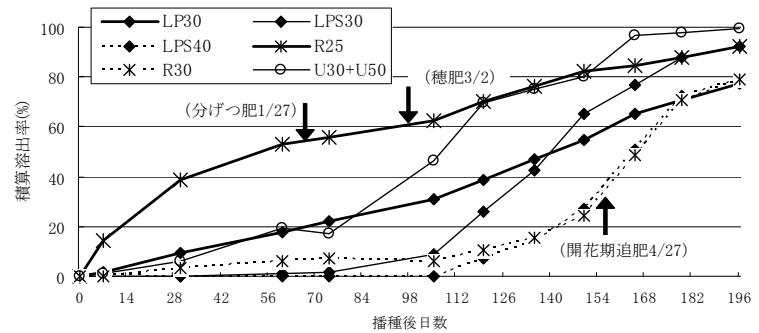


第6図 基肥施用後の積算地温

H社の温度ロガー3650を用いて地下約5cmの地温を1時間おきに測定し、日最高、最低値の平均値を積算した。

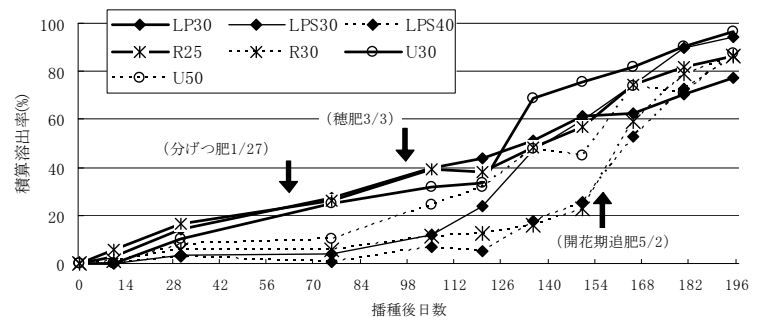


第7図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2003年度)



第8図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2004年度)

U30+U50はユートップ①の構成割合と同じ割合で混合したものの



第9図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2005年度)

2006、2007年度に供試した被覆尿
素の溶出は、2か年ともほぼ同様の
傾向にあったので、2007年度の結果
を第11図に示した。被覆尿素別の特
徴は、「U50」で溶出抑制期間がやや
長くなっているものの、その他は
2003～2005年度の結果と概ね同様で
あった。

肥料ごとの期間別窒素溶出量は、
緩効割合を高めたユートップ①改で
は、分けつ期以降生育期間を通じて
ユートップ①よりやや多く推移した。
セラコート③は速効性成分がない
ものの、2月上旬までの溶出量が
多かった（第12図）。

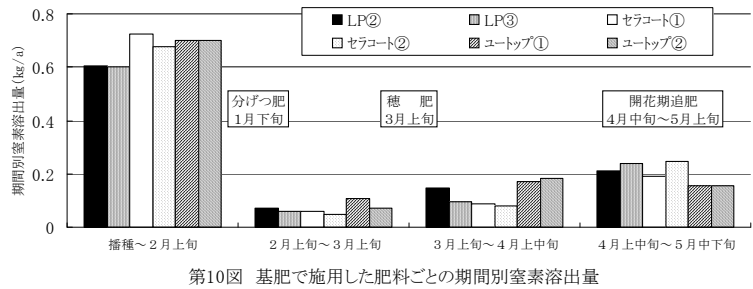
2) 慣行同量を全量基肥施用した 場合の生育および収量・品質 への影響

2003～2005年度の3か年とも、2
月上旬頃までの茎数に肥料の種類に
よる差は認められなかった。最高茎
数は、2003年度では、いずれの緩効
性肥料でも慣行区に比べてかなり多
く、2004年度も慣行区並～やや多か
った。2005年度では、いずれも慣行
区より少なく、緩効性肥料の中では
ユートップ①と②で多かった（第13
～15図）。

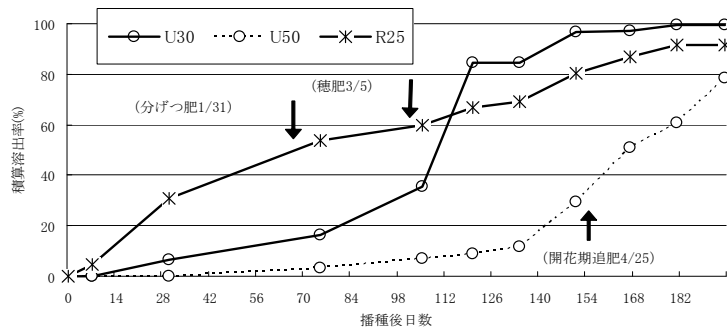
葉色は、2003年度では、2月下旬
頃から緩効性肥料の各区で濃くなり
（達観調査）、3月上旬の地上部窒
素濃度も高かった。2004、2005年度では、3
月上旬の地上部窒素濃度は緩効性肥料の各区で低
く、葉色も3月中下旬頃から淡くなったが、開
花期頃には慣行区並～やや濃くなった（第8表）。

区による出穂期の差はなかったが、2003年度
と2005年度は、いずれの緩効性肥料でも成熟期
が1～2日遅れた。稈長は、2003年度では緩効
性肥料の各区で長い傾向にあったが、他の2年
では慣行区並～やや短かった。緩効性
肥料の中ではユートップ①と②で長かったが、
区による倒伏の差はなかった（第9表）。

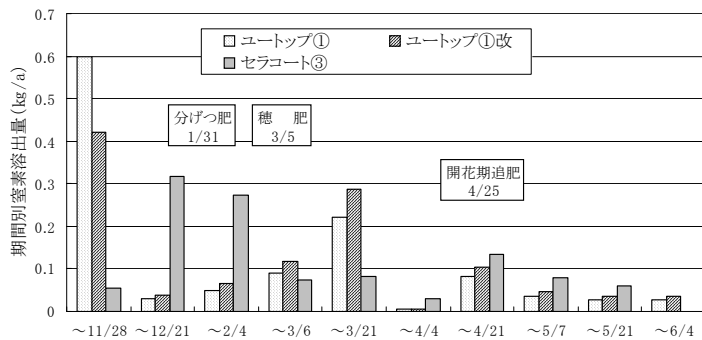
収量は各年度とも区間に有意差がないものの、



第10図 基肥で施用した肥料ごとの期間別窒素溶出量
'03～'05年の平均値、ただし、LP②③は'03年、ユートップ②は'04年を除くそれぞれ2か年平均
図中の□は慣行施肥体系の追肥時期
「播種～2月上旬」の窒素溶出量には、速効性窒素成分を含む



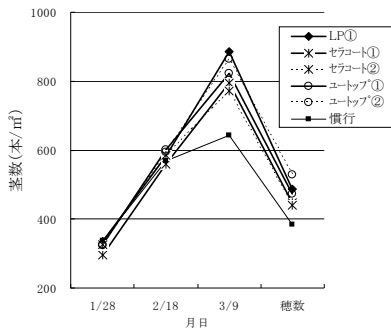
第11図 基肥で施用した被覆尿素的の溶出率の推移(2007年度)



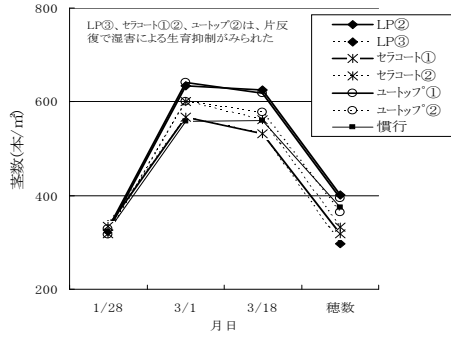
第12図 基肥で施用した肥料ごとの期間別窒素溶出量(2007年度、標肥)

2003年度では、いずれの緩効性肥料も穂数、1
穂粒数とも多く、慣行区より約20%以上多収で
あった。緩効性肥料の中では、穂数、1穂粒数
とも最も多かったユートップ②で最も多収であ
った。2004年度では、部分的な湿害により施肥
の効果が判然としなかったものの、穂数、1穂
粒数が多かったLP②とユートップ①で多収傾
向にあった。2005年度では、LP②とユートッ
プ②で概ね慣行区並であった他は、穂数不足に
より10%程度低収であった（第10表、第16図）。

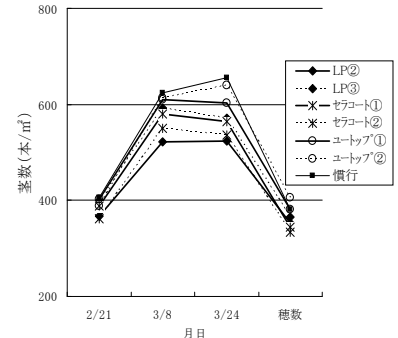
緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化



第13図 緩効性肥料の全量基肥施用における茎数の推移(2003年度)
3月9日茎数に1%水準で有意差あり



第14図 緩効性肥料の全量基肥施用における茎数の推移(2004年度)
3月1日茎数に有意差なし



第15図 緩効性肥料の全量基肥施用における茎数の推移(2005年度)
3月24日茎数に5%水準で有意差あり

第8表 緩効性肥料の全量基肥施用における葉色と窒素濃度の推移

区名	2003年度		2004年度					2005年度					
	窒素濃度(%)		葉色 ^z		窒素濃度(%) ^x			葉色		窒素濃度(%)			
	3/3	4/20 ^y	3/18	4/27	3/7	4/27	成熟期	3/24	5/2	3/3	5/2	成熟期	
L P①	4.6	1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L P②	—	—	5.8	6.5	3.1	1.0	1.0	5.4	5.0	4.5	1.1	1.3	
L P③	—	—	5.3	6.2	3.3	0.9	0.8	5.3	4.9	4.2	1.1	1.1	
セラコート①	4.0	1.1	5.3	6.0	3.3	1.0	1.1	4.9	5.0	4.4	1.1	1.2	
セラコート②	4.5	1.1	5.5	6.2	3.1	0.9	1.1	5.4	4.7	4.1	1.0	1.3	
ユートップ①	4.1	1.1	5.8	6.4	3.9	1.0	0.9	5.1	4.9	4.5	1.2	1.0	
ユートップ②	4.6	1.2	5.7	6.2	3.5	0.9	0.9	5.2	5.3	4.5	1.1	1.1	
慣行	3.7	1.0	5.7	6.1	3.8	1.0	0.8	5.6	5.0	4.6	0.9	0.9	
分散分析結果 ^w	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	

^z葉色は(株)富士平工業製水稻用葉色カールスケールで、展開第2葉(出穂後は止葉)を測定(以下、各表とも同じ)

^y4、5月の調査日は概ね開花期

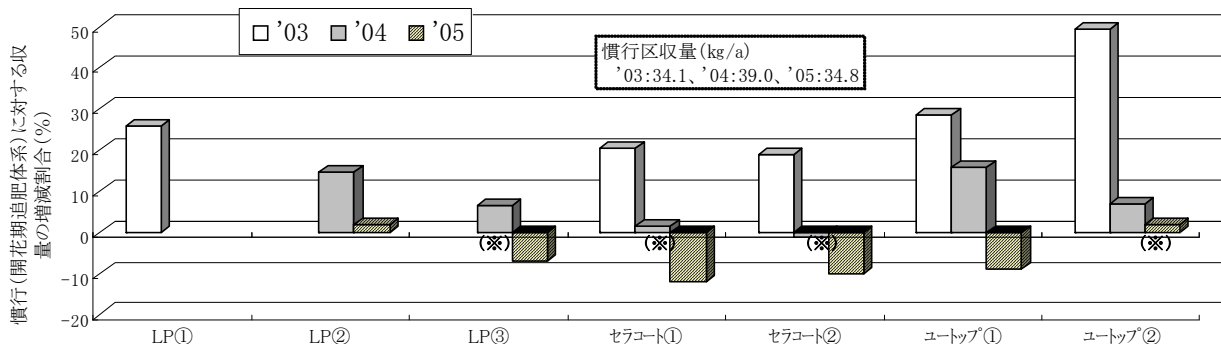
^x窒素濃度は地上部全体をケルダール法で測定

^w分散分析結果の**、*はそれぞれ1%、5%水準で区間に有意差があり、nsはないことを示す(以下、各表とも同じ)

第9表 緩効性肥料の全量基肥施用が成熟期や倒伏等へ及ぼす影響

区名	2003年度			2004年度				2005年度								
	出穂期(月日)	成熟期(月日)	倒伏	出穂期(月日)	成熟期(月日)	倒伏 ^z	出穂期(月日)	成熟期(月日)	倒伏							
L P①	4/14	6/1	94	8.1	1.8	—	—	—	—	—	—					
L P②	—	—	—	—	—	—	4/20	6/6	90	7.9	1.0	4/26	6/12	85	7.8	1.8
L P③	—	—	—	—	—	—	4/20	6/5	81	7.7	1.0	4/26	6/12	85	7.6	2.0
セラコート①	4/14	6/1	94	7.9	2.0	—	4/20	6/6	84	7.6	1.5	4/26	6/12	84	7.7	2.3
セラコート②	4/14	6/1	93	7.9	2.0	—	4/20	6/6	84	7.6	0.8	4/26	6/13	83	7.8	2.0
ユートップ①	4/14	6/1	96	8.1	2.0	—	4/20	6/6	90	7.9	1.8	4/26	6/12	87	7.8	2.0
ユートップ②	4/14	6/2	96	8.5	2.3	—	4/20	6/6	87	7.7	1.5	4/26	6/12	88	8.0	2.0
慣行	4/14	5/31	91	7.6	2.3	—	4/20	6/6	89	8.0	1.5	4/26	6/11	87	7.7	2.3
分散分析結果	—	—	ns	**	ns	—	—	ns	ns	ns	—	—	ns	ns	ns	ns

^z倒伏は0(無)～5(甚)の6段階で示した(以下、各表とも同じ)。



第16図 緩効性肥料の基肥全量施用が収量に及ぼす影響

収量は2.2mm篩選による
LP①は'03のみ、LP②③は'03なし
棒グラフ下の(*)は片反復で湿害による影響がみられたことを表す
各年度とも区間に有意差なし

第10表 緩効性肥料の全量基肥施用が収量構成要素に及ぼす影響

区名	2003年度				2004年度				2005年度			
	穂数 (本/m ²)	有効茎歩合	千粒重 ^z (g)	1穂 粒数	穂数 (本/m ²)	有効茎歩合	千粒重 ^z (g)	1穂 ^x 粒数	穂数 (本/m ²)	有効茎歩合	千粒重 ^z (g)	1穂 粒数
L P①	487	55	38.9	31.2	—	—	—	—	—	—	—	—
L P②	—	—	—	—	402	63	44.9	28.8	353	67	41.7	29.4
L P③	—	—	—	—	297 ^y	52	44.2	26.3	365	61	42.1	31.6
セラコート①	447	56	40.1	30.1	319	56	45.1	25.4	344	59	42.2	29.1
セラコート②	440	57	39.4	31.6	333	55	45.1	26.5	334	61	42.2	30.3
ユートップ ^o ①	472	57	38.4	29.3	395	61	44.9	28.0	382	63	40.8	27.4
ユートップ ^o ②	529	61	38.8	33.4	364	60	43.7	26.6	406	63	41.5	29.4
慣行	384	60	39.3	28.2	375	67	44.8	27.7	381	58	41.9	26.3
分散分析結果	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z千粒重は2.2mm篩選で得られた精子実で求めた(以下、各表とも同じ)

^y穂数の斜字は片反復で湿害の影響がみられたことを示す

^x1穂粒数は1反復につき生育中庸地点の任意の50穂を調査して求めた(以下、各表とも同じ)

第11表 緩効性肥料の全量基肥施用が品質に及ぼす影響

区名	2003年度			2004年度			2005年度		
	容積重 (g/L)	タンパク ^z (%)	外観 ^y 品質	容積重 (g/L)	タンパク (%)	外観 品質	容積重 (g/L)	タンパク (%)	外観 品質
L P①	811	11.0	4.0	—	—	—	—	—	—
L P②	—	—	—	859	13.1	2.3	834	14.1	2.5
L P③	—	—	—	852	13.1	2.3	833	14.6	3.5
セラコート①	812	12.5	4.5	853	14.4	2.5	834	14.9	3.0
セラコート②	811	12.6	4.3	859	14.3	2.0	828	15.8	3.5
ユートップ ^o ①	811	10.5	4.3	862	12.3	2.3	830	13.4	3.3
ユートップ ^o ②	813	11.5	4.3	853	11.9	2.3	832	14.2	2.8
分施(なし)	799	10.3	4.5	854	10.9	2.0	833	12.7	2.3
慣行	803	13.6	5.0	859	12.4	2.3	838	13.3	2.5
分散分析結果	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	*	**

いずれも2.2mm篩選で得られた精子実による。容積重はブラウエル穀粒容積重計で測定した

^zタンパクは子実のタンパク質含有率で近赤外分光光度計で測定し、水分13.5%に換算した値である

^y外観品質は1(上上)～6(下)の6段階で示し、3が概ね1等の下限となるようにした(以上、各図表とも同じ)

緩効性肥料区における子実タンパク質含有率は、2003年度では、いずれも慣行区より低かったが、分施(なし)区より高かった。2004と2005年度では、いずれも慣行区と同等以上の含有率であった。3か年とも、緩効性肥料の中ではセラコート①と②で高く、ユートップ①と②で低かった。外観品質は、いずれの年度とも、子実タンパク質含有率の高い区で若干劣る傾向にあった(第11表)。

3) 全量基肥施用における施肥量削減

2003～2005年度は、市販品であるユートップ②を供試した。ユートップ②を減肥すると、初期の茎数は減肥しない場合と差がないものの、最高茎数は少なく(データ省略)、穂数は10～20%程度少なかった。このため、収量は概ね慣行区並みであったものの、減肥しない場合と比べて15%程度減収し、子実タンパク質含有率も若干低かった(第12表)。

2006～2007年度は、試作改良品を主体に試験を行った。2006年度の小麦の生育は初期から旺盛で、大豆跡では過繁茂気味の生育となり、倒伏も増加した。圃場および前作に関わらず標肥

第12表 基肥施用量削減が収量等に及ぼす影響

区名	穂数 (本/m ²)	千粒重 (g)	1穂 粒数	収量 (kg/a)	タンパク (%)
ユートップ ^o ②	433	41.3	29.8	41.6	12.5
ユートップ ^o ②減肥	377	41.1	27.3	35.3	12.1
慣行	380	42.0	27.4	36.0	13.1
分散分析結果	施肥法	*	ns	ns	*
	年次	**	**	*	**
	交互作用	ns	ns	ns	*

2003～2005年度の3カ年平均値

より減肥で、肥料別にはユートップ①よりユートップ①改で、それぞれ最高茎数などの生育は、わずかながら抑制される傾向にあった。慣行区と比べた最高茎数は、大豆跡のユートップ①およびユートップ①改それぞれの減肥区で並であった他は、いずれも多かった(第13表)。

区による収量・品質の有意な差はなかったが、生育過多となった大豆跡では、減肥区の千粒重が標肥区より重く、多収傾向で慣行区並収量が得られた。標肥区では、減肥区と比べて充実が不良で品質が劣った(第13表)。

ユートップ①の試作改良による収量、品質への影響は判然としなかったが、25号田の水稻跡ではユートップ①改で千粒重が重く、やや収量

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

第13表 改良試作品による基肥量削減が収量、品質等に及ぼす影響(2006年度)

ほ場No.	前作	区名 (肥料名)	最高 茎数 (本/㎡)	成熟期 (月日)	倒伏	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	収量 (kg/a)	同左 比	容積重 (g)	千粒重 (g)	タンパク (%)	外観 品質	1穂 粒数
25	水稲	ユートップ①	標肥 811	6/2	1.8	96	7.0	431	34.3	105	810	40.7	13.9	3.0	22.0
			減肥 791	5/31	1.5	96	7.1	436	32.2	99	789	41.0	13.8	3.5	22.1
		ユートップ①改	標肥 796	6/3	1.8	101	7.5	462	41.1	126	819	41.7	13.9	3.0	24.5
			減肥 732	6/1	1.3	97	7.1	445	34.3	105	804	41.8	13.9	3.0	23.8
		慣行	552	6/2	1.0	90	7.0	432	32.6	100	802	41.7	13.9	3.0	22.0
	大豆	ユートップ①	標肥 1,174	6/8	3.5	107	7.9	684	39.6	91	805	37.8	15.0	4.5	23.3
			減肥 1,006	6/5	3.0	106	7.3	576	45.1	104	811	40.3	14.7	3.0	22.0
		ユートップ①改	標肥 1,161	6/8	3.3	107	7.8	635	41.1	94	806	38.9	15.4	3.8	22.6
			減肥 1,035	6/5	2.5	106	6.9	561	42.2	97	810	40.4	15.5	3.0	19.1
		慣行	1,029	6/7	3.5	103	7.7	622	43.6	100	809	39.9	15.2	4.3	21.9
64	水稲	セラコート①	標肥 969	6/4	2.5	100	7.2	496	38.6	110	816	41.0	15.1	3.2	21.5
			減肥 904	6/4	1.8	97	7.2	405	31.3	89	819	41.5	14.9	3.5	23.5
		慣行	715	6/4	1.5	95	7.3	492	35.0	100	807	41.8	14.9	3.9	21.4
分散分析結果			前作A	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	ns	
ほ場No. 25			施肥法B	ns	*	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
ほ場No. 64			A×B	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	
				*	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	

第14表 改良試作品による基肥量削減が収量、品質等に及ぼす影響(2007年度)

前作	区名 (肥料名)	最高 茎数 (本/㎡)	成熟期 (月日)	倒伏	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	収量 (kg/a)	同左 比	容積重 (g)	千粒重 (g)	タンパク (%)	外観 品質	1穂 粒数	
64	ユートップ①	標肥 429	6/5	1.3	82	7.6	281	33.0	105	819	41.9	13.7	2.4	30.8	
	ユートップ①改	標肥 320	6/6	0.8	76	7.4	221	24.8	78	826	43.2	15.6	2.8	32.9	
		減肥 323	6/5	0.3	76	7.5	223	23.9	76	823	42.6	14.8	2.4	30.0	
	慣行	374	6/5	1.5	85	7.7	287	31.6	100	826	42.2	13.3	2.1	29.6	
48	ユートップ①	標肥 648	6/5	1.0	96	7.5	401	39.1	97	824	41.2	12.5	1.8	28.3	
		減肥 569	6/5	0.8	90	7.4	341	34.5	86	817	41.4	12.7	2.5	26.9	
	ユートップ①改	標肥 578	6/6	1.3	94	7.2	366	40.2	100	822	43.0	14.7	3.4	30.1	
		減肥 481	6/5	0.5	89	7.0	321	33.0	82	823	42.5	14.8	2.6	26.0	
	セラコート③	標肥 650	6/5	1.3	96	7.4	377	40.0	99	825	42.1	13.8	2.3	26.7	
		減肥 634	6/5	1.3	94	7.3	377	37.1	92	811	41.8	13.4	2.8	26.3	
	慣行	523	6/5	0.5	96	7.7	377	40.2	100	830	42.5	13.3	2.6	28.6	
分散分析結果			ほ場No. 64	*	ns	*	*	ns	*	ns	-	ns	ns	*	ns
ほ場No. 48			**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	**	ns

が多くなり、減肥でも慣行区以上であった(第13表)。

大豆跡の子実タンパク質含有率は水稲跡より高かったが、区による差はなかった(第13表)。

2007年度は、水稲跡、大豆跡とも最高茎数はユートップ①においてユートップ①改や慣行区より多かった。水稲跡のユートップ①改では施肥量による差はみられず、大豆跡ではユートップ①、①改とも減肥区で少なかったが、セラコート③では施肥量による差は小さかった(第14表)。

葉色は3月下旬以降、前作に関わらず緩効性肥料区で淡化し、慣行区で濃く推移した(データ省略)。

穂数、収量は茎数と同様の傾向で、水稲跡のユートップ①改では施肥量による差は認められなかったものの、ユートップ①や慣行区より低収であった。大豆跡では、いずれの緩効性肥料でも標肥区では慣行区とほぼ同程度であったが、

減肥すると収量が低下する傾向にあった(第14表)。

子実タンパク質含有率は、ユートップでは水稲跡、大豆跡とも①改が①より高く、千粒重も重かった。大豆跡のセラコート③も慣行区以上であったが、いずれも施肥量による差は判然としなかった(第14表)。

3 緩効性肥料の穂肥時施用

1) 被覆尿素の溶出

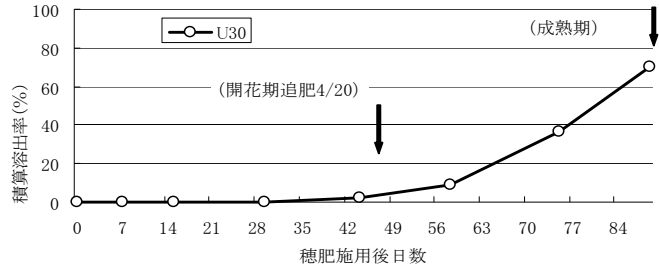
シグモイド型の「U30」では、開花期頃までの溶出量が少なく、成熟期の溶出率も60%程度であった(第17図)。これに対してリニア型では埋設直後から溶出を始め、「LP20」や「R25」では成熟期の溶出率が80%以上であったものの、「LP30」では60%程度にとどまった(第18図、第19図)。

また、施肥時期を2月中旬と3月上旬とすると、4月中旬頃までの溶出経過はほぼ同様で、その後3月上旬施肥したもので溶出が多くなり、成熟期の溶出率に差はなかった(第19図)。

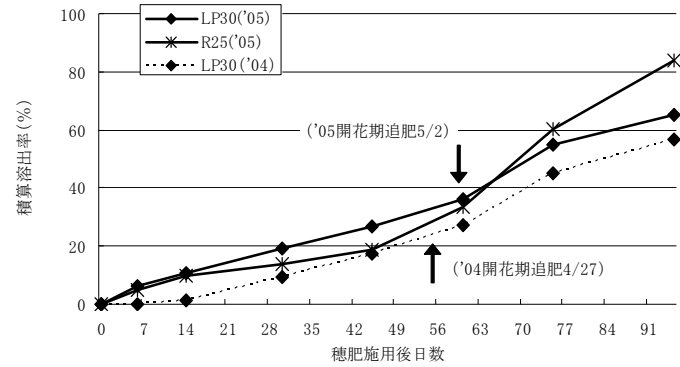
2) 生育および収量・品質への影響

2003年度のユートップ②では、穂数増により増収したものの、分施(なし)区と比べて子実タンパク質含有率の向上はわずかで、慣行区より低かった。2004年度のLP①では、収量が慣行区よりやや劣り、子実タンパク質含有率も分施(なし)区より高いものの、慣行区よりやや低かった。2005年度のLP①、セラコート①ともに慣行区並みの子実タンパク質含有率であったが、セラコート①の収量はやや劣った(第15表)。

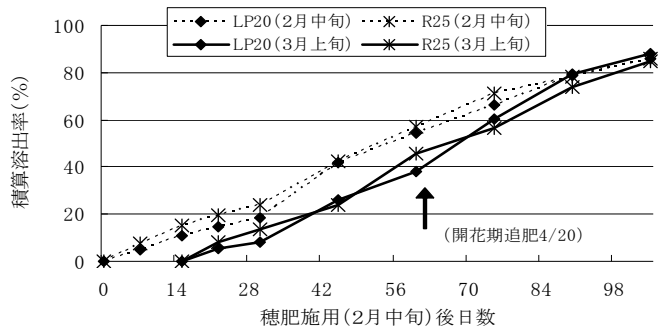
2006年度は、緩効性肥料の種類、施用時期に関わらず慣行区と比べて有効茎歩合が低く、穂数が並～やや少なくなって減収する傾向にあったが、反復によるばらつきが大きく有意な差ではなかった。子実タンパク質含有率にも区による差がなく、概ね慣行区並であった(第16表)。



第17図 穂肥で施用した被覆尿素の溶出率の推移(2003年度)



第18図 穂肥で施用した被覆尿素の溶出率の推移(2004、2005年度)



第19図 穂肥で施用した被覆尿素の溶出率の推移(2006年度)

第15表 緩効性肥料による穂肥の施用時期が収量、品質等に及ぼす影響(2003～2005年度)

年度	区名	成熟期 (月日)	倒伏	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	有効茎歩合 (%)	収量 (kg/a)	同左比	容積重 (g)	千粒重 (g)	子実タンパク質 (%)	外観品質	1穂粒数
2003	ユートップ②穂肥	6/1	1.8	94	8.0	468	71	42.1	124	820	39.4	10.7	3.5	29.3
	分施(なし)	5/31	1.8	88	7.5	379	61	31.2	91	799	37.4	10.3	4.5	26.4
	慣行	5/31	2.3	91	7.6	384	60	34.1	100	803	39.3	13.6	5.0	28.2
2004	LP①穂肥	6/6	1.3	87	7.6	365	65	37.9	97	855	44.1	11.6	2.0	26.0
	分施(なし)	6/6	1.0	86	7.8	343	67	36.5	94	854	43.0	10.9	2.0	25.7
	慣行	6/6	1.5	89	8.0	375	67	39.0	100	859	44.8	12.4	2.3	27.7
2005	LP①穂肥	6/11	2.0	87	7.7	416	66	36.7	105	837	41.4	13.3	2.8	27.9
	セラコート①穂肥	6/11	2.0	86	7.7	356	62	31.8	91	834	41.8	13.2	2.5	28.1
	分施(なし)	6/11	2.3	87	7.7	388	62	35.3	102	833	41.9	12.7	2.3	26.5
	慣行	6/11	2.3	87	7.7	381	58	34.8	100	838	41.9	13.3	2.5	26.3
分散分析結果														
2003	—	ns	ns	ns	*	ns	ns	—	*	**	**	**	ns	
2004	—	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	*	ns	ns	
2005	—	ns	ns	ns	*	*	ns	—	ns	ns	ns	ns	ns	

緩効性肥料を利用した小麦「ニシノカオリ」における施肥の効率化

第16表 緩効性肥料による穂肥の施用時期が収量、品質等に及ぼす影響(2006年度)

区名 (肥料名)	成熟期 (施肥時期)	倒伏 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	有効茎 歩合 (%)	収量 (kg/a)	同左比	容積重 (g)	千粒重 (g)	子実 タンパク (%)	外観 品質	1穂 粒数	
LP④	2月中旬	6/4	1.5	93	7.2	465	65	31.2	89	821	41.5	14.7	2.8	22.5
	3月上旬	6/4	1.5	96	7.4	502	63	32.6	93	823	41.8	14.8	3.0	23.2
セラコート①	2月中旬	6/4	1.5	93	7.2	463	62	32.0	92	815	41.3	14.4	2.8	20.6
	3月上旬	6/3	1.0	93	7.3	452	64	29.4	84	825	41.7	14.6	3.0	21.7
慣行	(3月上旬)	6/4	1.5	95	7.3	492	69	35.0	100	807	41.8	14.9	3.9	21.4
分散分析結果		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	ns	ns	ns	ns

第17表 緩効性肥料の全量基肥施用が製粉性および小麦粉品質に及ぼす影響(2006年度)

ほ場 No.	前作	区名 (肥料名)	製粉 歩留 (%)	シリング スコア	粉タン パク質 (%)	粉 灰分 (%)	粉の 明度 (L*)	粉の ² 赤色み (a*)	粉の ³ 黄色み (b*)	アミログラム ³ 最高粘度 (RVU)	フェリノグラム ³ ブレイク ダウン (RVU)	吸水率 (%)	ハロメーター ハリュウ
25	水稻	ユートップ① 標肥	67.2	79.3	11.1	0.44	88.80	-1.29	12.95	376	96	63.2	50
		ユートップ① 減肥	66.2	77.7	10.8	0.46	88.60	-1.19	12.92	382	94	63.3	51
		慣行	66.6	78.5	11.0	0.44	88.77	-1.31	13.56	374	94	64.1	53
	大豆	ユートップ① 標肥	66.1	77.7	12.4	0.45	88.32	-1.15	13.62	355	89	66.1	54
		ユートップ① 減肥	67.2	79.4	12.0	0.44	88.66	-1.23	13.47	372	94	65.3	53
		慣行	67.2	78.6	12.0	0.45	88.34	-1.23	13.50	354	83	67.0	52
64 水稻	セラコート① 標肥	67.0	78.9	11.8	0.44	88.41	-1.23	13.65	365	87	65.7	51	
	セラコート① 減肥	65.0	76.7	11.7	0.45	88.38	-1.24	13.57	361	85	64.6	53	
	慣行	66.4	79.0	11.7	0.43	88.38	-1.14	13.44	365	90	64.7	52	

各2反復の精子実を混合し、ビューラーテストミルで製粉した60%粉を供試した

²粉の赤色みは数値が低い(絶対値が大きい)ほどくすみが多く、ハロメーターハリュウは高いほど生地が強力的である

³アミログラムはRapid Visco Analyzerによる(以上、第19、20表同じ)

第18表 緩効性肥料の穂肥時施用が製粉性および小麦粉品質に及ぼす影響(2006年度)

区名 (肥料名)	製粉 歩留 (%)	シリング スコア	粉タン パク質 (%)	粉 灰分 (%)	粉の 明度 (L*)	粉の ² 赤色み (a*)	粉の ³ 黄色み (b*)	アミログラム ³ 最高粘度 (RVU)	フェリノグラム ³ ブレイク ダウン (RVU)	吸水率 (%)	ハロメーター ターハリュウ	
LP④	2月中旬	66.9	79.0	11.4	0.44	88.62	-1.30	13.55	382	89	64.4	53
	3月上旬	67.7	80.3	11.6	0.42	88.45	-1.26	13.59	357	80	65.4	54
セラコート①	2月中旬	- ²	-	11.5	0.43	88.47	-1.30	13.65	381	92	64.7	53
	3月上旬	67.2	79.3	11.7	0.43	88.62	-1.18	13.61	375	92	65.6	53
慣行	(3月上旬)	66.4	79.0	11.7	0.43	88.38	-1.14	13.44	365	90	64.7	52

²「セラコート①2月中旬」は製粉機の不調により歩留が低下した

第19表 緩効性肥料の全量基肥施用が製粉性および小麦粉品質に及ぼす影響(2007年度)

前作	区名 (肥料名)	製粉 歩留 (%)	シリング スコア	粉タン パク質 (%)	粉 灰分 (%)	粉の 明度 (L*)	粉の ² 赤色 み	粉の ³ 黄色 み	アミログラム ³ 最高粘度 (RVU)	フェリノグラム ³ ブレイク ダウン (RVU)
64 水稻	ユートップ① 標肥	66.9	78.5	11.3	0.45	88.70	-1.11	13.99	371	84
	ユートップ① 減肥	67.2	78.0	12.8	0.47	88.27	-0.88	13.67	373	88
	慣行	66.7	77.2	12.3	0.48	88.41	-0.97	13.71	375	91
	慣行	68.3	79.0	10.8	0.47	88.64	-1.21	13.99	361	91
48 大豆	ユートップ① 標肥	67.6	79.5	10.1	0.45	88.78	-1.29	14.20	367	82
	ユートップ① 減肥	67.5	78.6	10.2	0.46	88.67	-1.26	14.19	373	91
	ユートップ①改 標肥	68.0	79.1	11.6	0.46	88.06	-1.03	13.90	368	89
	ユートップ①改 減肥	67.6	78.3	11.7	0.47	88.22	-1.06	13.95	366	84
	セラコート③ 標肥	65.4	77.1	11.0	0.45	88.46	-1.16	14.09	364	89
	セラコート③ 減肥	66.8	77.5	10.7	0.47	88.55	-1.17	13.96	388	100
慣行	67.4	78.9	10.6	0.46	88.77	-1.28	14.14	361	92	

4 緩効性肥料の施用が製粉歩留および小麦粉品質に及ぼす影響

2006、2007年度に行った緩効性肥料の基肥、穂肥施用試験の各区について、製粉歩留および

小麦粉品質を調査した。緩効性肥料の種類、施肥量、施肥時期による小麦粉品質などへの影響は認められなかった(第17~19表)。

考 察

1 緩効性肥料の全量基肥施用

小麦における緩効性肥料の全量基肥施用については、既に多くの報告があり、速効性窒素とリニア型、シグモイド型被覆尿素を組み合わせることによって慣行並の収量が確保でき、子実タンパク質含有率が向上するとされているが、多くは「農林61号」などの軟質品種を対象としている（日置ら，1995；北浦ら，2004；松森ら，2004；武井ら，2004；土屋ら，2007）。硬質品種では、青沼ら（2004）が醤油用の「タマイズミ」で高タンパク化が図られることを、土屋ら（1999）が育成中の「ニシノカオリ（西海180号）」で慣行と同等以上の収量確保効果を報告している。しかしながら、収量性の低い「ニシノカオリ」（木村ら，2004）で一定の収量を確保しつつ、パン用としての子実タンパク質含有率を得るためには、より詳細な検討が必要である。

本試験において、慣行区と窒素同量を基肥で施用すると、収量は、2003年度では肥料の種類に関わらず慣行区に比べ約20%以上増加したが、2004年度からは増収割合が小さく、若干減収する場合もあった。一方、子実タンパク質含有率は、2003年度では慣行区より低かったが、2004年度以降は慣行区と同等以上であった。これは、まず第一に、慣行区の施肥体系を2003年度と2004年度以降で変えたためと考えられる。すなわち、「ニシノカオリ」の特性がまだ十分把握できていなかった2003年度は、穂肥までは従来品種の施肥体系に準じながら、開花期追肥はa当り窒素成分で0.4kg施用したのに対し、2004年度以降には、基肥をやや控えて穂肥を増量する「穂肥重点」型で、目標とする子実タンパク質含有率から開花期追肥をa当り窒素成分で0.2kg施用する、「ニシノカオリ」に適した施肥法（木村ら，2008）としたことによると考えられる。収量については、2004年度は湿害、2005年度は初期の低温により、それぞれ生育量が不足したことも影響していると考えられるが、このことについては、後で考察する。

肥料の種類別では、LP②やユートップ①、②で収量が多く、LP③やセラコート①、②で子実タンパク質含有率が高まる傾向にあった。

前者は穂肥時期前後～4月上中旬に窒素溶出量が多く、後者は開花期前後以降に窒素溶出量が多い特性を示しており、収量確保に穂肥が重要であるという「ニシノカオリ」の特性や開花期追肥の効果を反映した結果と言える。

本試験の結果から、「ニシノカオリ」における緩効性肥料の全量基肥施用では、肥料の種類により効果発生の特徴が異なるものの、窒素同量であれば、開花期追肥を含む慣行分施肥体系と概ね同等の収量、子実タンパク質含有率が得られるものと判断される。肥料の構成については、前述の緩効性肥料の全量基肥施用に関する報告では、ほとんどが速効性窒素とリニア型およびシグモイド型被覆尿素を組み合わせたものであり、リニア型は分けつ肥、シグモイド型は穂肥と開花期追肥の役割を果たすとしている（武井ら，2004；土屋ら，2007）。「ニシノカオリ」においては、シグモイド型のみユートップ①や②で収量性が比較的優れたことから、収量確保の観点からは、速効性窒素が50%程度あれば、分けつ期の肥効よりも、3月の穂肥時期に肥効が高まることを重視した配合にするのが良いと考えられる。他方、収量水準が高いものの「たんぱく」基準値達成が困難な地域や圃場であれば、4月以降に溶出が多くなるシグモイド型を多めに配合した肥料とするのが良いと考えられる。

その一方で、湿害が生じた2004年度や初期が極低温であった2005年度では、生育が抑制されたまま回復せずに低収となる場合が認められた。武井ら（2004）も、多雨年では収量が低下し、子実タンパク質含有率が向上しない事例を認めており、本試験と同じ全層施肥では、湿害が生じて根域が制限されると深い位置の肥料からの窒素吸収が不良になる可能性を指摘している。現場で多く行われている施肥播種機を使った側条施肥であれば、湿害による影響が少ない可能性もあるが、緩効性肥料の効果を十分発揮させるためには、排水対策の徹底が重要と考えられる。

気温や地温との関係については、リニア型の「R25」では播種後高温年に初期の溶出が多くなり、シグモイド型の被覆尿素では、冬季低温

で溶出の盛んになる時期が若干遅くなる傾向にあるものの、分けつ期間の溶出には明確な年次差が認められなかった。今後、冬季の気温や地温が被覆尿素的の溶出と小麦の生育に及ぼす影響について、より詳細な検討を行う必要がある。

また、湿害や低温により生育が抑制された場合、窒素がわずかずつ溶出する緩効性肥料では急激な生育の回復が困難とも考えられ、早めに速効性肥料で追肥することも今後検討を行う必要がある。

次に、緩効性肥料は省力的であるものの単価が高いため、生産コスト抑制の観点から、施肥量削減の可否について並行して試験を行った。2003～2005年度はユートップ②を供試し、慣行区に近い収量や子実タンパク質含有率が得られたものの、同一肥料の減肥しない場合には及ばなかった。そこで、「ニシノカオリ」の特性から初期の肥効を抑え、3月頃以降の肥効を確保するよう、緩効割合を高めれば施肥量の削減が可能ではないかと考え、緩効割合が60～65%と比較的高いセラコート①やユートップ①改、および初期生育が確保しやすいと考えられる大豆跡では緩効割合100%のセラコート③を供試した。生育が旺盛であった2006年度にはユートップ①改の有効性も示唆されたが、2007年度には減肥で収量が低下し、2か年の結果からは減肥が可能という結論までは得られなかった。2007年度は2004年度と同様に湿害で生育が抑制されており、前述のように窒素吸収が不良となって、減肥の影響がより大きく発現したものと考えられる。

一方、大豆跡では水稲跡より窒素施肥量を減らすことが可能であり、このことは古畑ら(2005)、大賀・平野(1989)の報告と同じであったが、2007年度の結果では緩効性肥料を使うことによる更なる減肥は困難で、緩効割合(肥効時期)を変えても同様であった。

従って、慣行施肥量の多い「ニシノカオリ」では、基肥で全量施用する場合、製品としての施用量はかなり必要となる。このため、現地では施肥機の設定可能範囲を超える場合も生じており、窒素含有率がより高い製品の開発が望まれるが、コスト低減の観点も含め、牛糞堆肥

や鶏糞等の活用により、リン酸とカリの施肥を省略していくことも検討すべきであろう。

なお、被覆尿素的の多くが成熟期間際でも溶出が続いているためか、緩効性肥料では成熟期が1日程度遅れる傾向にあることから、極端な多肥は避けるべきである。

2 緩効性肥料の穂肥時施用

単価の高い緩効性肥料の使用量を減らしつつ開花期追肥を省略するため、穂肥時に慣行の穂肥と開花期追肥を合わせた窒素量と同量を、緩効性肥料で施用した。

2003年度のユートップ②で増収程度が大きかったのは、前述のように慣行区の穂肥窒素量がa当り0.2kgと少ないのに対し、ユートップ②では速効性成分が0.3kgと多かったためと考えられる。しかしながら、シグモイド型で開花期前後の溶出が少ないため、開花期追肥の代替としては十分な効果が得にくいと思われる。

一方、2004年度以降に供試したリニア型の緩効性肥料では、子実タンパク質含有率は概ね慣行と同等であり、倒伏の増大や成熟期の遅れもないことから、活用方法として有望である。ただし、溶出期間30日タイプでは成熟期の溶出率が低いため、20～25日タイプのものが望ましい。また、速効性の窒素成分量が0.3kg程度となり、慣行の穂肥量0.4kgより少なくなるため、適正施肥量についてはさらに検討が必要である。

施肥時期については、2月中旬と3月中旬とでは収量、品質などに及ぼす影響に差は認められないが、成熟期頃の溶出が多くならないよう、大きく遅れないように施肥する必要があるだろう。

田中ら(2008)は、「チクゴイヅミ」の分けつ肥時期に、リニア型配合肥料で分けつ肥と穂肥分の窒素量をまとめて施用、あるいはシグモイド型配合肥料で開花期追肥分までをまとめて施用し、慣行並の収量確保や子実タンパク質含有率向上効果を確認している。穂肥時の施用に比べ、省力的であるが、穂肥の肥効が重要である「ニシノカオリ」では、当面、速効性窒素を確実に効かすことのできる穂肥時の方が、効果は安定するのではないかと考えられる。

摘 要

「ニシノカオリ」の効率的な施肥法を確立するため、緩効性肥料の全量基肥施用や穂肥時での施用が、生育や収量、品質に及ぼす影響について検討を行った。

25～30日タイプ主体の被覆尿素と速効性肥料を50%程度ずつ配合した緩効性肥料を、開花期追肥を行う慣行施肥体系と同量の窒素を全量基肥施用することにより、概ね同等の収量が得られる。同様に子実タンパク質含有率についても、慣行並またはそれ以上が得られる。

肥料の種類別では、窒素の溶出量が3月上旬～4月上中旬に多いタイプで収量が多く、4月上中旬～5月中下旬に多いタイプで子実タンパク質含有率が高まる。成熟期は概ね慣行並であるが、年次によっては1～2日遅れる。倒伏程度や外観品質は慣行並である。

収量確保の観点から窒素施肥量の削減は困難で、前作・肥料タイプに関わらず慣行並の施肥量が必要である。

穂肥時に慣行の穂肥と開花期追肥を合せた窒素量を緩効性肥料で施用することにより、開花期追肥を省略できる。シグモイド型の肥料は、溶出が遅くなるため適さない。

引用文献

- 青沼伸一・池田二郎・伊澤由行・山口正篤・湯澤正明. 2004. 醤油用小麦「タマイズミ」の高タンパク質化安定栽培法. 日本作物学会関東支部会報19: 32-33.
- 古畑昌巳・田坂幸平・山下 浩・森田弘彦. 2005. ダイズ跡における施肥法が点播した早生コムギ「イワイノダイチ」の生育、耐倒伏性と収量に及ぼす影響. 日作九支報71: 13-16.
- 日置雅之・今井克彦・池田彰弘・久野智香子・岩田久史. 1995. 肥効調節型肥料を用いた小麦の全量基肥施肥法. 愛知農総試研報27: 69-76.
- 木村晃司・中司祐典・前岡庸介・小林行高・藤岡正美・岡本賢一・吉永 巧・岩本哲也・

池尻明彦・村山英樹. 2005. 小麦品種「ニシノカオリ」の奨励品種採用. 平成16年度近畿中国四国農業研究成果情報: 21-22.

木村晃司・中司祐典・前岡庸介. 2008. 小麦「ニシノカオリ」の収量・品質高位安定化栽培法. 平成19年度近畿中国四国農業研究成果情報.

北浦裕之・小久保信義・鳥塚 智・吉岡ゆう・忠谷浩司. 2004. 小麦「農林61号」の被覆尿素入り複合肥料を用いた全量基肥施肥技術. 平成15年度近畿中国四国農業研究成果情報: 53-54.

松森 信・郡司掛則昭. 2004. 被覆尿素肥料の全量基肥施用による小麦子実タンパク質含有率の向上. 九州沖縄農業研究成果情報19: 567-568.

大賀康之・平野幸二. 1989. 大豆後作小麦の栽培法—特に施肥法について—. 福岡農総試研報 A-9: 63-66.

武井真理・池田彰弘. 2004. コムギのタンパク質含量適正化のための全量基肥施用技術. 愛知農総試研報36: 1-6.

田中浩平・宮崎真行・内川 修. 2008. 肥効調節型肥料を利用したコムギの省力追肥法. 日作九支報74: 36-38.

土屋一成・脇本賢三・西田瑞彦. 1999. 用途別高品質小麦の収量・品質に及ぼす穂揃期追肥および緩効性肥料の影響. 九州農業研究61: 47.

土屋一成・原 嘉隆・中野恵子・草佳那子. 2007. 早播に適したコムギ「イワイノダイチ」に対する肥効調節型肥料の施用効果. 日作九支報73: 16-20.

肥効調節型肥料全量基肥施用の水稲主要品種に対する 適応性と効果的利用法

前岡庸介・木村晃司*・岡本賢一*・中司祐典

The Adaptability of the Controlled Release Fertilizers for the Major Rice Cultivars in Yamaguchi Prefecture and the Method to Utilize these Fertilizers Effectively

Yousuke MAEOKA, Kouji KIMURA, Kenichi OKAMOTO
and Masamichi NAKATSUKASA

Abstract: We studied the relationships between the supply of the nitrogen from controlled release fertilizers or amount of it applied and rice growth in paddy field. The adaptability of the controlled release fertilizers for the major rice cultivars in Yamaguchi prefecture was examined. In both mountains and flatland region of the early maturing cultivars, we applied that fertilizer by which the peak of the supply of the nitrogen for rice was around panicle formation stage, because that peak drives increasing the numbers of glumaceous flower of rice. It was as good as the conventional split application method in grain yield. However in case of manuring that fertilizer for medium maturing cultivars, the peak was before panicle formation stage that made growth and grain filling decrease. Nevertheless for early maturing cultivars we can reduce amount of fertilizers applied 20%~40% off to make grain yield same as the conventional method, but we cannot reduce that for medium maturing cultivars.

Key Words : Rice, Controlled release fertilizer, Supply of the nitrogen

キーワード : 水稲、緩効性肥料、窒素供給

緒言

緩効性肥料は、水稲では全量を基肥として施用して追肥を省略できるという利便性から、県内では急速に使用量が拡大している。また、緩効性肥料は窒素の利用効率が高く（金田1996）、化学肥料施用量の低減が期待できる（手塚1994）ため、本県においても「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」に基づき、エコファーマーが「持続性の高い農業生産方式」

*現在：農業振興課

を導入する際の化学肥料使用低減技術の一つとして、普及を進めている。

本県では、県産米の評価向上のため、良食味品種である「コシヒカリ」、「ひとめぼれ」、「晴るる」および「ヒノヒカリ」への作付け転換を図るとともに、品質の向上と均質化の目標を設定し、山口県稲作技術指導指針（2000年）の中で各品種における生育の指標を示した。一方、緩効性肥料の全量基肥施用は大規模農家だけでなく、労働負担軽減という面では兼業農家にも受け入れられる省力的技術であることから、栽

肥効調節型肥料全量基肥施用のお米主要品種に対する適応性と効果的利用法

培地や品種特性を考慮した施用技術は、品種の作付け転換を円滑に進める上では重要である。しかし、緩効性肥料は、生育途中での制御が困難であるため、品質のみならず収量の不安定化を助長する要因になりかねない。

本研究は、当県平坦部の主力品種「ヒノヒカリ」と平坦部にも作付が拡大しつつある「ひとめぼれ」、さらに、中山間部を中心に作付けされている「コシヒカリ」と「晴るる」を各普及地域の気象条件下で栽培し、主要4品種における緩効性肥料の適正な利用法を明らかにするため実施した。

材料および方法

1 緩効性肥料の速効割合に関する試験

1) 栽培期間中における窒素溶出率の把握

供試した水稲用の緩効性肥料は、速効性窒素と緩効性被覆窒素で構成されており、溶出期間の異なる被覆窒素（地温25℃で全体の8割ほど溶出するまでの日数をとって〇日タイプと呼ぶ）の組合せで、緩効部分が溶出する時期や量を調節している。そこで、各年次において速効性窒

素量と緩効性窒素量の割合が異なる緩効性肥料の処理区を設けた（第1表）。供試した緩効性肥料は、速効性窒素が全体の40%または45%で、残りの60%程度は緩効性のタイプ（以下、「タイプ①」という）と、速効性窒素割合が20%または25%（残り75%または80%は緩効性）のタイプ（以下、「タイプ②」という）の2種類である。

2003年から2005年に本場で供試した緩効性肥料を構成する被覆窒素の溶出率を、以下の方法で調査した。被覆窒素ごとに約2.5gを計量して網袋に入れ、圃場試験の本田への施肥と同じ日に、試験圃場の土壌中約5cmの深さに埋設した。定期的にサンプル（3袋）を掘り出してケルダール法で残存窒素を測定し、埋設前の肥料の窒素含有量と比較することで、期間中の圃場溶出率を推定した。

2) 平坦部の「ひとめぼれ」と「ヒノヒカリ」における試験

試験は、山口県農業試験場（現山口県農林総合技術センター）本場（以下、「本場」）内圃場（山口市大内御堀、標高33m）において2002年から2004年までの3か年、早生の「ひとめぼれ」および中生の「ヒノヒカリ」を供試し、地力中庸の13号田を用いた（第2表）。

第1表 緩効性肥料の窒素成分配合割合

品種	肥料の種類	試験年次	窒素成分割合(%)	
			速効性	緩効性
ひとめぼれ	タイプ①	2002～2005	40%	70日タイプ ^o = 45%、90日タイプ ^o = 15%
	タイプ②	2002, 2003	20%	70日タイプ ^o = 55～65%、90日タイプ ^o = 15～25%
		2004, 2005	25%	50日タイプ ^o = 15%、90日タイプ ^o = 40%、110日タイプ ^o = 20%
ヒノヒカリ	タイプ①	2002～2005	45%	90日タイプ ^o = 35～42%、130日タイプ ^o = 13～20%
	タイプ②	2002, 2003	20%	90日タイプ ^o = 47.5～65%、130日タイプ ^o = 15～32.5%
		2004, 2005	25%	50日タイプ ^o = 15%、90日タイプ ^o = 15%、110日タイプ ^o = 30%、130日タイプ ^o = 15%
コシヒカリ	タイプ①	2002～2004	40%	90日タイプ ^o = 49.3%、100日タイプ ^o = 10.7%
晴るる	タイプ②		20%	100日タイプ ^o と80日タイプ ^o (シグモイド)の混合

第2表 試験を行ったほ場の作土深と理化学性

地帯	圃場	地力 ^z	作土深 実測(cm)	可給態窒素 (mg/乾土100g)	CEC (me/100g)	腐植 (%)
平坦部	本場42号田	中庸	16.4	15.6	14.2	4.2
	本場12号田	やや低	14.8	10.1	12.0	3.1
	本場13号田	中庸	16.0	15.2	12.1	4.1
	本場74号田	中庸～ やや低	15.2	13.7	10.7	2.8
山間部	分場2号田	高	—	26.0	19.3	7.5
	場外圃場	中庸	—	16.9	13.4	4.0

^z地力の分類は、作土深と理化学性に過去の収量水準を加味して行った

供試した緩効性肥料は前述のタイプ①とタイプ②で、10a当り窒素施用量は5.6kgとし、対照としていずれの年次も第3表のとおり慣行の化成肥料による分施肥体系の区を設け、各処理区とも2反復とした。本田施肥は、植代の前日または直前に行った。移植は、年次によって若干前後したが、「ひとめぼれ」では5月20日頃、「ヒノヒカリ」では6月10日頃に行い、栽植密度はいずれの場合も22.2株/m²（条間30cm × 株

第3表 慣行分施肥体系の窒素施用量

地帯	基肥 (kg/10a)	穂肥Ⅰ (kg/10a)	穂肥Ⅱ (kg/10a)	計 (kg/10a)
平坦部	4.0	1.5	1.5	7.0
中山間部	2.0	2.0	2.0	6.0

複合化成肥料で施用した

間15cm)、1株当り苗を3本として手植えした。各年次とも、生育期間中には富士平工業製カラスケールを用いて葉色(群落)を目視で調査するとともに、サタケ製葉身窒素計PPW-3000を用いて完全に展開した葉の上位から2枚目(出穂期および穂揃期には止葉)の葉身中央部分における葉身窒素計値を測定し、さらに、最高分けつ数を調査した。2002年から2004年には、幼穂形成期と穂揃期に各処理区につき生育中庸な3株を採取し、乾物重、窒素濃度を測定して窒素吸収量を求めた。

成熟期には稈長、穂長、穂数を調査し、生育中庸な3株を採取して登熟歩合と一穂粒数を調査するとともに、各試験区で100株を坪刈りし、精玄米重、千粒重を調査した。この玄米の全窒素をNIRECO製MODEL-4500スペクトロフォトメーターで測定し、窒素-蛋白質換算係数5.95を乗じて蛋白質含有率を算出した。

3) 山間部の「コシヒカリ」と「晴るる」における試験

当時の徳佐寒冷地分場(以下、「分場」)の圃場において2003年に実施した(第1表)。供試した緩効性肥料は、タイプ①とタイプ②である。

両年とも極早生の「コシヒカリ」と「晴るる」を5月15日頃に移植し、緩効性肥料による10a当り窒素施用量は6.0kgおよび4.2kgとし、対照の分施肥区は6.0kg(第2表)とした。他の耕種概要は本場と同じである。

最高分けつ数と成熟期の調査は、本場と同様に行った。

2 緩効性肥料の施用量に関する試験

本場では、異なる地力に対する緩効性肥料の施用量が収量などへ及ぼす影響を検討するために、「ひとめぼれ」を供試して2004年には前記試験と同じ地力中庸の13号田で、2005年は地力中庸の42号田と地力がやや低い12号田で試験を行

った。また、「ヒノヒカリ」の2002年における試験は13号田で、2005年には13号田および地力が中庸もしくはやや低いと判断した74号田で実施した(第2表)。

分場の試験は、2004年に「コシヒカリ」を場内(阿東町徳佐中、標高310m)の地力の高い2号田で実施した。

用いた緩効性肥料はタイプ①で、分場ではタイプ②も供試した。施用量は、「ひとめぼれ」では、20%削減のN5.6kg/10aと40%削減のN4.2kg/10aの2水準で検討した。また、「ヒノヒカリ」では、分施肥区と窒素同量のN7.0kg/10aと20%削減のN5.6kg/10aの2水準、分場の「コシヒカリ」では、N6.0kg、N4.2kgおよびN3.0kg/10aの3水準とした。耕種概要や調査方法は、前記試験と同様である。

また、前記の山間部の「コシヒカリ」および「晴るる」における試験は、施肥水準を変えていることから、本試験としても扱った。

結果

1 試験年の気象・水稻の生育概況

1) 本場

供試品種における生育ステージ別の試験期間中の気象を第4表に、各生育ステージに達した日を第5表に示した。各年次の気象と生育の概略は以下のとおりである。

2002年：

「ひとめぼれ」については、移植後から6月中旬までは高温多日照で、以後も気温は高めに推移し、分けつ期全般で草姿はかなり直立し、茎数はやや多めに推移した。穂数はやや多く、出穂期は早かった。

「ヒノヒカリ」では、移植後から梅雨天候であったが気温はやや高く、草丈はやや長く、茎数はやや少なめに推移したため、穂数はやや少なかった。両品種ともに、登熟期の高昼温と高夜温によって、登熟期間は31日程度と比較的短かった。

2003年：

「ひとめぼれ」については、分けつ期間を通

肥効調節型肥料全量基肥施用の水稲主要品種に対する適応性と効果的利用法

第4表 品種・生育時期別気象の平年との比較(本場)

ステ ー ジ	期 間	年次	ひとめぼれ					ヒノヒカリ				
			最高 ² 気温	最低 気温	平均 気温	日照 時間	降水 量	最高 気温	最低 気温	平均 気温	日照 時間	降水 量
分 げ つ 前 期	ひとめぼれ											
	6/1~6/4	2002	2.7	0.4	1.5	101	33	-0.5	0.3	-0.5	63	82
	ヒノヒカリ	2003	0.0	0.8	0.2	67	60	-1.0	0.2	-0.8	23	124
	6/5~7/2 (月/半旬)	2004	1.5	-0.5	0.4	112	11	1.7	1.4	1.2	70	85
		2005	1.4	-0.1	0.7	85	37	1.2	1.9	1.3	54	140
分 げ つ 後 期	ひとめぼれ											
	6/5~7/2	2002	-0.5	0.3	-0.5	63	82	1.2	1.5	1.2	112	57
	ヒノヒカリ	2003	-1.0	0.2	-0.8	23	124	-2.7	-1.7	-2.6	59	257
	7/3~7/6 (月/半旬)	2004	1.7	1.4	1.2	70	85	2.2	0.6	1.2	101	8
		2005	1.2	1.9	1.3	54	140	0.6	-0.1	0.0	79	63
幼 穂 伸 長 期	ひとめぼれ											
	7/3~7/6	2002	1.2	1.5	1.2	112	57	-0.6	0.3	-0.5	96	56
	ヒノヒカリ	2003	-2.7	-1.7	-2.6	59	257	-0.9	-0.5	-1.1	60	152
	8/2~8/5 (月/半旬)	2004	2.2	0.6	1.2	101	8	0.4	0.8	0.2	90	85
		2005	0.6	-0.1	0.0	79	63	0.4	0.9	0.3	80	41
登 熟 前 期	ひとめぼれ											
	8/1~8/4	2002	0.2	1.5	0.4	103	61	1.9	1.8	1.6	122	2
	ヒノヒカリ	2003	-1.4	-0.6	-1.4	55	165	1.2	1.9	1.2	86	136
	8/6~9/3 (月/半旬)	2004	-0.2	0.7	-0.1	86	208	0.6	1.3	0.7	75	233
		2005	0.7	1.0	0.6	95	34	0.6	1.0	0.5	83	210
登 熟 後 期	ひとめぼれ											
	8/5~9/2	2002	1.3	0.9	1.0	118	3	0.8	-0.7	-0.4	119	153
	ヒノヒカリ	2003	1.5	1.7	1.1	92	124	0.1	-1.2	-0.9	145	9
	9/4~10/1 (月/半旬)	2004	-0.1	0.4	-0.1	63	244	0.1	2.4	0.9	50	223
		2005	0.0	0.6	0.0	72	209	2.0	2.8	2.1	108	40

²気温は平年との差、日照時間および降水量は平年比で示した
(気温:°C、日照時間:時間、降水量:mm)

第5表 各試験年次における生育ステージに到達した日と基肥施用日からの日数

品 種	試験 年次	基肥 (月/日)	移植期 (月/日)	最高分げつ期		幼穂形成期		出穂期		成熟期	
				(月/日)	(+日)	(月/日)	(+日)	(月/日)	(+日)	(月/日)	(+日)
ひとめぼれ	2002	5/13	5/20	7/1	49	7/4	52	7/27	75	8/27	106
	2003	5/15	5/22	7/1	47	7/13	59	8/4	81	9/16	124
	2004	5/14	5/21	7/1	48	7/8	55	7/30	77	9/6	115
	2005	5/18	5/24	6/28	41	7/5	48	7/31	74	9/1	106
ヒノヒカリ	2002	6/3	6/10	7/21	48	8/3	61	8/27	85	9/27	116
	2003	6/4	6/10	7/22	48	8/5	62	8/28	85	10/8	126
	2004	6/3	6/11	7/12	39	7/31	58	8/25	83	10/11	130
	2005	6/3	6/9	7/21	48	8/1	59	8/26	84	10/4	123

じて寡日照で初期生育が悪く、茎数は少なめに推移し、生育量が不足して穂数、籾数などが少なくなり、やや低収となった。登熟期の日照時間が短く、充実不良や乳白粒および未熟粒が多発して外観品質は劣った。

「ヒノヒカリ」では、「ひとめぼれ」同様に茎数は少なめ、葉色は淡く推移した。登熟前期は高温、登熟後期は低温となり、登熟期間は40日と他の試験年よりやや長くなった。穂数とm²当り籾数が少なく、低収となった。

2004年：

「ひとめぼれ」の初期生育は、高温多日照であったことから順調で、茎数は平年並みであった。6月から7月は高温少雨で、出穂期はやや早まった。登熟期間中の8月27日と9月7日に台風が接近・通過して大雨、強風の被害を受けたうえ、寡日照となって基部未熟やその他未熟などにより品質は劣った。

「ヒノヒカリ」の初期生育は旺盛であったが、最高分げつ期が早く、茎数は平年並となった。出穂期は若干早い程度であった。登熟期間が寡日照となったほか、出穂直後から登熟期間にか

けて台風が8月27日、9月7日および9月29日と3回通過したため、倒伏が圃場全面で増大し、乳白や充実不良により外観品質は著しく劣った。2005年：

「ひとめぼれ」の初期生育は、活着良好であったため概ね順調であったが、分けつ期の日照時間がやや少なく、茎数は平年並みであった。6月から7月にかけては、7月初旬を除き高温少雨のために出穂期は早まった。また、出穂後も高温少雨傾向が続き、成熟期も早まった。収量は概ね平年並みとなったが、充実はやや劣り、背白粒や基部未熟粒が若干発生した。

「ヒノヒカリ」では、移植直後の好天によって初期生育は旺盛であったが、その後の曇天により後期の分けつが抑えられ、茎数および穂数は少なく、一穂粒数がやや多かった。登熟前期は多雨、後期は高温少雨であり、乳白粒や充実不良が若干発生した。

2) 分場の「コシヒカリ」および「晴るる」

2002年：

分けつ期は概して高温多日照で、生育は順調であった。6月第5半旬は曇雨天となり、いもち病の発生が認められた。7月は高温多日照で推移し、粒数は概ね確保されたものの、穂いもちの発生により登熟はやや不良であった。

2003年：

6月中旬の日照不足と7月の低温寡日照多雨により、茎数は少なく、穂数も少なかった。登熟期後半のいもち病の発生により、登熟は不良となり、やや低収であった。

2004年：

5月は寡日照多雨であったが、分けつ期は好天で、茎数は順調に増加して穂数と一穂粒数は多かったが、出穂後における複数の台風による影響で倒伏が助長され、登熟は不良となり低収であった。

2 緩効性肥料の速効割合に関する試験

1) 水稻の生育ステージと各肥料タイプの窒素供給量

2003年から2005年まで、「ひとめぼれ」に用いたタイプ①の期間別窒素供給量を、各被覆窒素溶出率から算出して第1図に示した。なお、90

日以降の供給量には被覆中に残存する窒素を含んでいる。タイプ①では、3年とも同じ配合割合の肥料を用いたが、年次によって供給パターンが異なった。「ひとめぼれ」では、緩効部分からの窒素の供給は、分けつ期が高温年の2004年には施用後40日から50日に明確なピークがあり、最高分けつ期までの窒素供給も他の年次と比べ2割以上多かった。他の気温が比較的良かった年次の供給には多少の変動はあるが、施用後70日くらいまではほぼ均等であった。

同様に、「ヒノヒカリ」におけるタイプ①の期間別窒素供給量を第2図に示した。「ヒノヒカリ」では、2004年の供給のピークは施用後40日頃で、分けつ期の気温が低い他の2年ではその10日から20日後となったが、いずれの年次も施用後40日から60日までの分けつ期にピークとなった。

供試した緩効性肥料における各生育ステージの期間別窒素供給量および供給率を、速効性窒素を含めて第6表に示した。2003年の「ひとめぼれ」におけるタイプ①の供給量は、最高分けつ期までは、 $N2.8\text{kg}/10\text{a}$ で全施用量の51%となり、3年間のうち溶出が最も遅かった。幼穂形成期および出穂期までの期間にそれぞれ $N0.7\text{kg}/10\text{a}$ と $N1.1\text{kg}/10\text{a}$ が供給され、生育後半の肥効もやや多かった。2004年における窒素の溶出は3か年で最も早く、最高分けつ期以降出穂期までは $N1.3\text{kg}/10\text{a}$ となり、2003年の70%程度であった。2005年の供給は分けつ初期に多く、最高分けつ期から幼穂形成期までは少なくなり、再び出穂期にかけては $N1.2\text{kg}/10\text{a}$ と増加した。

3か年とも、最高分けつ期までに施用量の概ね半量が供給された。タイプ②の最高分けつ期までの供給はタイプ①よりも10%以上少なく、2003年における幼穂形成期から出穂期までの供給量は、 $N1.5\text{kg}/10\text{a}$ と多かったが、2004年には $N0.9\text{kg}/10\text{a}$ と少なかった。出穂期までの供給量はタイプ②で78%から86%とタイプ①より少なかったが、最高分けつ期と比べてタイプ①との差が縮まった。

「ヒノヒカリ」のタイプ①では、いずれの年次も幼穂形成期までに70%程度が供給された。2003年および2004年における幼穂形成期から出

肥効調節型肥料全量基肥施用のお米主要品種に対する適応性と効果的利用法

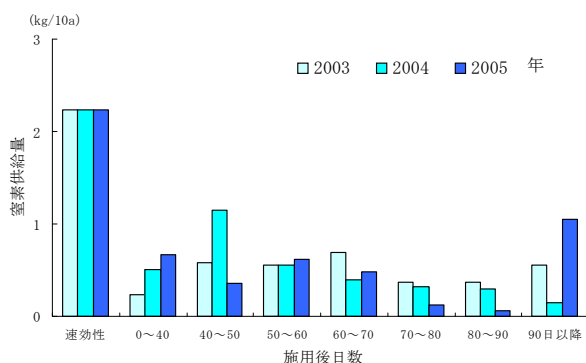
第6表 供試肥料の各生育ステージ間の期間窒素供給量と比率

試験年次	肥料タイプ	ひとめぼれ						ヒノヒカリ					
		～最高分げつ期 ²		～幼穂形成期		～出穂期		～最高分げつ期		～幼穂形成期		～出穂期	
		供給量 ²	比率 ³	供給量	比率	供給量	比率	供給量	比率	供給量	比率	供給量	比率
2003	タイプ①	2.8	51	0.7	12	1.1	20	3.3	59	0.8	15	0.5	10
	タイプ②	2.0	35	0.9	16	1.5	26	2.3	41	1.2	22	0.8	14
2004	タイプ①	3.7	65	0.5	9	0.8	15	3.3	59	1.0	18	0.7	12
	タイプ②	3.1	55	0.8	15	0.9	16	2.6	47	1.2	22	0.8	15
2005	タイプ①	3.0	53	0.3	6	1.2	22	3.6	64	0.4	8	0.8	14

²最高分げつ期の期間窒素供給量は施用後から最高分げつ期までの供給量、以降は前のステージからの供給量を示す

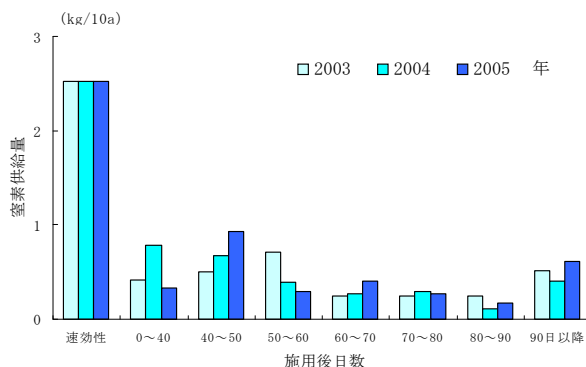
³いずれも窒素施用量が5.6kg/10aの場合で、速効性窒素込みの値 単位はNkg/10a

³窒素施用量に対する供給量の比率で単位は%



第1図 タイプ①の期間別窒素供給量² (ひとめぼれ)

²N施用量5.6kg/10aの場合 (以下の図もすべて同じ)



第2図 タイプ①の期間別窒素供給量 (ヒノヒカリ)

穂期までの供給量は、それぞれ N0.6kg および N0.7kg/10a となり、2005年は N0.9kg/10a であった。タイプ②では、2003年には最高分げつ期までに64%、幼穂形成期から出穂期までに N1.2kg/10a 供給された。

2) 「ひとめぼれ」と「ヒノヒカリ」の生育、収量

緩効性肥料タイプ①とタイプ②の施用量が分施肥区より20%少ない N5.6kg/10a とした場合の生育を、2002年から2004年まで3か年の平均値で第7表に示した。「ひとめぼれ」における分

区との比較では、m²当りの最高茎数、穂数ともにタイプ①で5%程度多くなり、穂数が寄与して粒数も5%多かった。タイプ②では、分施肥区と茎数や穂数に差はなかった。「ヒノヒカリ」では、どちらの肥料タイプもm²当り最高茎数が500本程度、穂数は370本、粒数は2万9千粒程度となり分施肥区よりも10%多かったが、稈長、穂長、倒伏の差はなかった。

カラースケールによる葉色をタイプ①と分施肥区で比較すると(第3図)、いずれの品種でも移植後20日頃には4.4程度で差はなかったが、移植後30日から40日の最高分げつ期には、タイプ①で5.0程度と濃くなった。その後、移植後50日までは両者とも低下して再び差がなくなり、出穂期に当たる移植後70日頃には分施肥区で4.2に上昇して、値の逆転する特徴が認められた。タイプ①を「ヒノヒカリ」に施用した時の葉身窒素計測定値を第4図に示した。2003年と2005年では、最高分げつ期から出穂・穂揃期にかけて逐次低下したが、2002年と2004年にはそれらに比べて各ステージの値が低いだけでなく、減数分裂期には一旦低下した後、出穂・穂揃期にかけて再び2.5まで高まるパターンを示した。

それぞれの試験年次について、幼穂形成期と穂揃期の窒素濃度、乾物重、窒素吸収量および収量構成要素を比較したものが第8表である。いずれの品種でも稲体の窒素濃度と乾物重については、幼穂形成期には分施肥区を含めて肥料タイプによる明らかな違いは認められなかったが、窒素濃度は穂揃期にかけて低下し、分施肥区でタイプ①よりやや高かった。「ヒノヒカリ」では、「ひとめぼれ」と比較すると窒素濃度が幼穂形成期、穂揃期ともに低く、幼穂形成期の乾物重は概ね同じであった。また、2002年と2003年に、タイプ①を施用した場合に、穂揃期の窒素

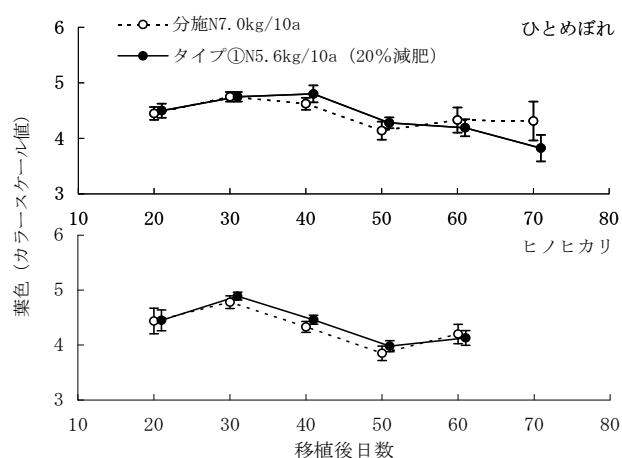
第7表 緩効性肥料を使用した場合の各品種の生育(本場、2002-2004年平均)

品種名	肥料タイプ	N施用量 (kg/10a)	最高莖数		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数		有効茎歩合 (%)	一穂粒数 (粒)	㎡当たり粒数 (×100粒)	倒伏程度 ^y		
			(本/㎡)	比率 ^x			(本/㎡)	比率						
ひとめぼれ	タイプ①	5.6	525	103	83	19.4	429	106	83	102	78	328	105	1.3
	タイプ②	5.6	515	101	86	19.2	404	99	80	98	77	307	99	1.9
	分 施	7.0	509	<u>100</u>	84	19.9	406	<u>100</u>	81	<u>100</u>	77	311	<u>100</u>	1.2
年次×施肥 ^z			ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns		ns
ヒノヒカリ	タイプ①	5.6	499	102	82	18.0	373	103	75	101	76	293	110	2.5
	タイプ②	5.6	503	102	83	17.8	375	104	75	101	78	292	110	2.5
	分 施	7.0	491	<u>100</u>	82	18.7	361	<u>100</u>	74	<u>100</u>	75	266	<u>100</u>	2.4
年次×施肥			ns		ns	ns	ns		ns	ns	ns	ns		ns

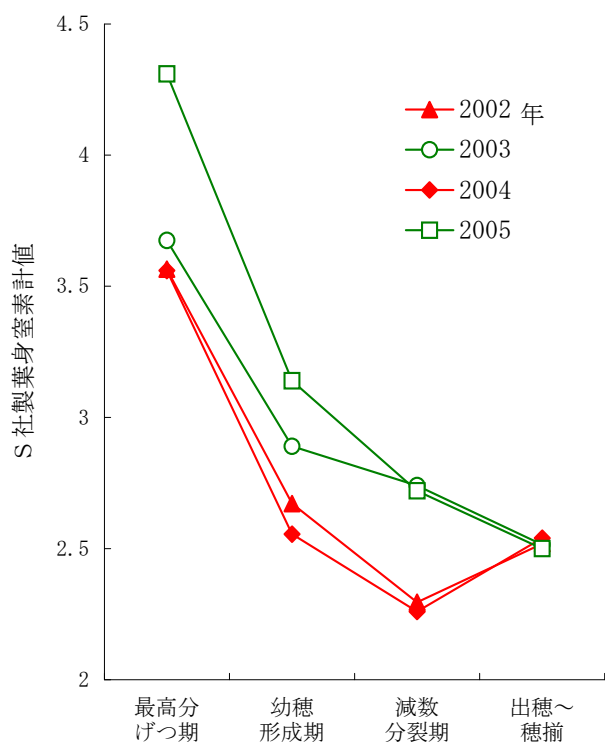
^z分散分析の年次と肥料タイプの交互作用を示す。表中のnsは有意差なしを表す。以下の表もすべて同じ

^y倒伏程度は、0(無)～5(甚)を表す。以下の表もすべて同じ

^x比率は分施肥区に対する比率で単位は%である、以下の表もすべて同じ



第3図 タイプ①と慣行分施肥の葉色の推移(本場、2002-2004年平均)



第4図 葉身窒素計値の推移(ヒノヒカリ)

濃度が0.8%を下回った。

第9表には、「ひとめぼれ」と「ヒノヒカリ」の収量および品質を2002年から2004年までの平均値で示した。「ひとめぼれ」の精玄米重については、分施肥区と各肥料タイプの間には差が認められなかった。タイプ①を施用した場合には、千粒重には他の区との間に差はなかったが、登熟歩合は80%と他よりも低くなり、外観品質は3年中2年で充実が劣った。タイプ②については、登熟歩合は分施肥区とほぼ同じ83%であったが、千粒重に差がほとんどなかった。また、玄米蛋白質含有率は僅かに高く、外観品質は5.8となり他よりも優れた。

「ヒノヒカリ」では、タイプ①とタイプ②のいずれも千粒重が分施肥区に比べて約1g軽く、精玄米重は分施肥区よりも1割程度少なかった。登熟歩合は分施肥区で高く、次いでタイプ②で高まる傾向が認められ、タイプ②ではタイプ①よりも約2%多かった。玄米蛋白質含有率は僅かに低く、外観品質は5.8で、分施肥区よりも優れた(第8表、第9表)。

2) 「コシヒカリ」と「晴るる」の生育、収量

「コシヒカリ」では第10表に示すように、分施肥区の生育は、タイプ①の減肥やタイプ②の減肥しない場合と類似していた。タイプ②よりもタイプ①の方で分けつは旺盛となり、タイプ①の㎡当りの最高莖数と穂数は、タイプ②より10%もしくは15%程度多く、粒数も同様であった。また、タイプ①では稈長が長く倒伏程度は大きかったが、有効茎歩合はタイプ②で高かった。

「晴るる」においても分施肥区の生育は、タイプ①の減肥やタイプ②の減肥しない場合とよく

肥効調節型肥料全量基肥施用の水稲主要品種に対する適応性と効果的利用法

第8表 緩効性肥料を施用した場合の幼穂形成期と穂揃期の乾物重および収量等の比較

品 種	試験年次	肥料タイプ	N施用量 (kg/10a)	幼穂形成期			穂揃期			乾物重 増加率 (倍)	㎡当たり 籾数 (×100粒)	精玄 米重 (kg/10a)	登熟 歩合 (%)	千粒重 (g)
				窒素濃度 ^z (%)	乾物重 (g/㎡)	窒素吸収量 (g/㎡)	窒素濃度 (%)	乾物重 (g/㎡)	窒素吸収量 (g/㎡)					
ひとめぼれ	2002	タイプ①	5.6	1.97	393	7.7	1.02	1098	11.2	2.79	340	610	75.7	22.3
		タイプ②	5.6	1.86	380	7.1	0.99	1103	10.9	2.90	307	601	80.7	23.0
		分 施	7.0	1.88	408	7.6	1.20	1040	12.4	2.55	323	591	79.0	23.1
	2003	タイプ①	5.6	2.00	234	4.6	0.99	884	8.8	3.78	321	615	85.1	22.4
		タイプ②	5.6	2.17	244	5.3	1.03	830	8.6	3.39	294	609	84.5	22.4
		分 施	7.0	1.98	252	5.0	1.10	927	10.2	3.68	285	603	87.7	22.6
2004	タイプ①	5.6	2.07	357	7.4	1.00	1043	10.4	2.92	323	575	78.4	21.8	
	タイプ②	5.6	1.83	407	7.5	0.98	1021	10.1	2.51	320	596	82.8	21.9	
	分 施	7.0	1.93	333	6.4	1.00	985	9.9	2.96	326	595	82.4	22.4	
ヒノヒカリ	2002	タイプ①	5.6	1.33	613	8.1	0.75	1024	7.7	1.67	305	533	77.5	23.2
		タイプ②	5.6	1.39	642	8.9	0.80	1081	8.7	1.68	293	544	77.2	23.3
		分 施	7.0	1.65	644	10.8	0.89	1043	9.3	1.62	269	592	80.1	24.4
	2003	タイプ①	5.6	1.33	479	6.4	0.77	1004	7.7	2.10	292	511	80.3	22.0
		タイプ②	5.6	1.36	486	6.6	0.86	1064	9.1	2.19	281	519	83.1	22.0
		分 施	7.0	1.19	470	5.6	0.89	1019	9.0	2.17	264	520	86.6	22.9
2004	タイプ①	5.6	1.33	576	7.7	0.81	1177	9.5	2.04	281	377	61.7	21.1	
	タイプ②	5.6	1.17	550	6.4	0.77	1137	8.7	2.07	301	392	64.2	21.3	
	分 施	7.0	1.34	547	7.3	0.90	1075	9.7	1.96	264	453	70.3	22.2	
分散分析 ^y		品種		**	**	n s	**	**	**	**	**	**	n s	
		肥料タイプ		n s	n s	n s	*	n s	n s	*	n s	*	**	
		品種×施肥		n s	n s	n s	n s	n s	n s	n s	*	n s	*	

^z窒素濃度は乾物当たりの濃度である

^y分散分析欄の**、*は、それぞれ1%、5%水準で有意差があることを示す。n sは、有意差なしを示す

第9表 緩効性肥料を使用した場合の各品種の収量、品質（本場、2002-2004年平均）

品種名	肥料タイプ	N施用量 (kg/10a)	千粒重 ^z		登熟歩合		精玄米重 ^z		玄米蛋白 ^y		外観品質 ^x	
			(g)	比率	(%)	比率	(kg/10a)	比率	(乾物%)	比率	比率	
ひとめぼれ	タイプ①	5.6	22.2	98	79.7	96	600	101	7.2	99	7.2	113
	タイプ②	5.6	22.5	99	82.9	100	602	101	7.4	101	5.8	92
	分 施	7.0	22.7	100	83.0	100	597	100	7.3	100	6.3	100
年次×施肥			n s		n s		n s		n s		n s	
ヒノヒカリ	タイプ①	5.6	22.1	96	73.1	93	473	91	7.2	97	6.0	89
	タイプ②	5.6	22.2	96	74.9	95	485	93	7.3	98	5.8	85
	分 施	7.0	23.1	100	79.0	100	522	100	7.4	100	6.8	100
年次×施肥			n s		n s		n s		n s		n s	

^z千粒重、精玄米重は水分15%に換算して示した。以下の表も同じ

^y玄米蛋白は、玄米蛋白質含有率である。以下の表も同じ

^x外観品質は1～9で示し、1～5が概ね検査等級の1等、6～7が2等、8が3等になるようにした。以下の表も同じ

第10表 緩効性肥料を使用した場合の各品種の生育（分場、2002-2003年平均）

品種名	肥料タイプ	N施用量 (kg/10a)	最高莖数		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数		有効茎歩合 (%)	一穂籾数 (粒)	㎡当たり籾数		倒伏 程度	
			(本/㎡)	比率			(本/㎡)	比率			(×100粒)	比率		
コシヒカリ	タイプ①	6.0	526	120	87	17.2	415	112	79	78	320	110	3.4	
		4.2	443	101	85	17.9	378	102	85	79	290	100	2.8	
	タイプ②	6.0	452	103	82	17.5	379	102	84	77	285	98	2.1	
		4.2	393	90	81	19.0	343	92	87	80	276	95	2.1	
	分 施	6.0	439	100	83	17.7	372	100	85	77	290	100	1.9	
	年次×施肥			n s		n s		n s		n s		n s		n s
晴るる	タイプ①	6.0	495	110	78	18.7	420	109	85	77	317	110	2.0	
		4.2	433	96	73	18.6	378	98	87	75	283	98	1.5	
	タイプ②	6.0	461	102	73	18.1	391	101	85	72	279	97	1.0	
		4.2	429	95	74	19.6	381	99	89	82	314	109	1.3	
	分 施	6.0	450	100	76	18.5	386	100	86	73	289	100	1.6	
	年次×施肥			n s		n s		n s		n s		n s		n s

似ていた。㎡当り最高莖数は、「コシヒカリ」同様にタイプ①で7%もしくは14%多く、施用量がN6.0kg/10aであれば穂数が㎡当り約420本、籾数も約3万2千粒となり、分施肥区やタイプ②と比べても1割程度多かった。

「コシヒカリ」と「晴るる」の収量と品質を第11表に示した。タイプ②を用いた場合の千粒重が、「コシヒカリ」ではタイプ①よりも1g程度重くなり、「晴るる」でもやや重くなった。精玄米重は、「コシヒカリ」ではタイプ②で分施肥区

第11表 緩効性肥料を使用した場合の試験期間における各品種の収量、品質(分場、2002-2003年平均値)

品種名	肥料 タイプ	N施用量 (kg/10a)	千粒重		精玄米重		玄米蛋白		外観 品質
			(g)	比率	(kg/10a)	比率	(乾物%)	比率	
コシヒカリ	タイプ①	6.0	21.2	94	394	88	8.3	104	5.5
		4.2	22.0	98	441	98	8.1	102	5.1
	タイプ②	6.0	22.3	99	441	98	7.7	96	5.1
		4.2	22.8	101	464	103	8.0	100	5.0
	分 施	6.0	22.5	<u>100</u>	449	<u>100</u>	8.0	<u>100</u>	4.9
	年次×施肥			n s		n s	n s		n s
晴るる	タイプ①	6.0	24.1	98	512	101	7.8	99	4.6
		4.2	24.4	99	500	98	7.5	96	4.9
	タイプ②	6.0	24.4	99	508	100	7.3	94	4.8
		4.2	24.7	100	510	100	7.6	97	4.7
	分 施	6.0	24.6	<u>100</u>	509	<u>100</u>	7.8	<u>100</u>	4.9
	年次×施肥			n s		n s	n s		n s

第12表 地力が異なるほ場で緩効性肥料施用量を削減した場合の生育(本場)

品種	試験 年次	ほ場 地力	肥料 タイプ	N施用量 (kg/10a)	最高莖数		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数		有効莖 歩合 (%)	一穂 粒数 (粒)	㎡当たり粒数		倒伏 程度
					(本/㎡)	比率			(本/㎡)	比率			(×100粒)	比率	
ひとめぼれ	2004	中庸 (13号田)	タイプ①	5.6	548	105	92	18.8	415	99	76	78	323	99	2.7
				4.2	458	88	90	19.0	392	94	85	75	292	90	2.7
			分 施	7.0	521	<u>100</u>	91	19.4	418	<u>100</u>	80	78	326	<u>100</u>	1.9
	2005	中庸 (42号田)	タイプ①	5.6	591	106	82	20.5	437	101	74	73	317	103	1.3
				4.2	560	100	82	20.4	434	100	78	71	310	101	0.5
			分 施	7.0	560	<u>100</u>	82	20.9	432	<u>100</u>	77	71	306	<u>100</u>	0.8
2005	やや低 (12号田)	タイプ①	5.6	568	109	76	20.0	323	104	57	66	214	99	0	
			4.2	529	102	76	19.9	317	102	60	64	202	93	0	
		分 施	7.0	519	<u>100</u>	78	20.6	311	<u>100</u>	60	70	217	<u>100</u>	0	
ヒノヒカリ	2002	中庸 (13号田)	タイプ①	7.0	522	98	84	18.5	336	108	64	76	292	109	0.5
				5.6	514	96	81	18.5	331	107	64	73	305	113	0.8
			分 施	7.0	534	<u>100</u>	83	19.0	311	<u>100</u>	58	70	269	<u>100</u>	1.5
	2005	中庸 (13号田)	タイプ①	7.0	411	95	90	18.2	351	100	85	81	282	107	1.3
				5.6	413	95	91	18.3	377	108	91	82	309	117	1.5
			分 施	7.0	434	<u>100</u>	87	18.7	350	<u>100</u>	81	75	263	<u>100</u>	1.3
2005	中庸～ やや低い (74号田)	タイプ①	7.0	380	102	89	18.5	363	103	95	75	272	94	0	
			5.6	395	106	90	18.0	376	107	95	74	278	97	0	
		分 施	7.0	373	100	88	19.2	352	100	94	82	288	100	1.0	

並に確保され、「晴るる」では肥料による差がなく、外観品質も同様に差がなかった。

3 緩効性肥料の施用量に関する試験

「ひとめぼれ」と「ヒノヒカリ」を用い、地力が異なる圃場において施肥量を削減した場合の生育を第12表に示した。「ひとめぼれ」で、タイプ①の施用量を分施区の20%減肥であるN5.6kg/10aから、40%減肥であるN4.2kg/10aに削減すると、2004年には最高莖数は20%、穂数は5%、㎡当たり粒数は10%各々少なくなった。2005年は、地力が中庸の圃場と低い圃場における試験であったが、地力が低い圃場では肥料タイプと施用量にかかわらず有効莖歩合が低く、粒数レベルも少なかった。その中で、窒素を削減した場合には、最高莖数は10%、穂数は僅かに、㎡当たり粒数が約5%各々少なくなった。地力が中庸な圃場では、最高莖数が5%減少した

だけで、穂数と粒数は僅かに減少する程度であった。

「ヒノヒカリ」については、2002年の地力が中庸の圃場では、㎡当たり粒数はN7.0kg/10a施用で9%、N5.6kg/10a施用で13%、分施区と比べてそれぞれ増加した。2005年には、地力が中庸の圃場ではタイプ①の施用量にかかわらず、最高莖数は分施区と比べて5%少なかったが、穂数と㎡当たり粒数は2002年と同様に多かった。地力が低い圃場ではタイプ①の量にかかわらず、最高莖数と穂数が分施区よりもやや多くなったが、一穂粒数は少なかったことから、㎡当たり粒数は5%少なくなった。

「ひとめぼれ」の収量および品質(第13表)については、地力中庸圃場において2004年と2005年のいずれも分施区より40%減肥すると、20%減肥した場合と比べて登熟歩合は低くなったが千粒重が大きくなり、精玄米重はほぼ同等

肥効調節型肥料全量基肥施用のお稲主要品種に対する適応性と効果的利用法

第13表 地力が異なる圃場で緩効性肥料施用量を削減した場合の収量、品質

品種	試験年次	肥料タイプ	N施用量 (kg/10a)	圃場地力	千粒重		登熟歩合		精玄米重		玄米蛋白 (乾物%)	外観品質
					(g)	比率	(%)	比率	(kg/10a)	比率		
ひとめぼれ	2004	タイプ① 分 施	5.6	中庸	21.8	97	78	95	575	97	7.5	7.3
			4.2		21.9	98	74	90	572	96	7.8	7.0
			7.0		22.4	100	82	100	595	100	7.4	6.8
	2005	タイプ① 分 施	5.6	中庸	22.3	100	77	92	598	99	7.3	4.0
			4.2		21.9	98	83	99	593	98	7.4	4.3
			7.0		22.4	100	84	100	604	100	6.9	4.3
	タイプ① 分 施	5.6	やや低	22.7	97	87	108	449	92	6.6	5.0	
		4.2		22.3	95	91	112	439	90	6.3	4.5	
		7.0		23.4	100	81	100	489	100	6.3	4.0	
ヒノヒカリ	2002	タイプ① 分 施	7.0	中庸	23.4	96	77	97	558	94	7.1	5.0
			5.5		23.2	95	78	97	533	90	7.1	4.5
			7.0		24.4	100	80	100	592	100	6.7	6.0
	2005	タイプ① 分 施	7.0	中庸	21.5	98	76	94	523	104	7.0	4.0
			5.6		21.8	99	82	102	576	114	7.1	4.0
			7.0		22.1	100	81	100	504	100	7.2	4.0
	タイプ① 分 施	7.0	中庸～ やや低	21.5	96	84	100	539	101	6.8	4.5	
		5.6		21.6	96	76	91	523	98	6.8	4.5	
		7.0		22.4	100	84	100	532	100	6.9	3.9	

第14表 地力が高い圃場で緩効性肥料を使用した場合の生育 (分場、コシヒカリ、2004年)

肥料タイプ	N施用量 (kg/10a)	最高茎数		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数		有効茎歩合 (%)	一穂粒数 (粒)	㎡当たり粒数		倒伏程度
		(本/㎡)	比率			(本/㎡)	比率			(×100粒)	比率	
タイプ①	6.0	825	101	104	18.0	529	103	64	76	379	96	4.8
	4.2	887	108	104	17.9	526	103	59	75	382	97	4.7
	3.0	805	98	99	17.5	490	96	61	74	357	91	4.6
タイプ②	6.0	768	94	106	18.0	495	97	64	75	367	93	4.8
	4.2	830	101	100	17.5	506	99	61	71	370	94	4.6
	3.0	780	95	101	17.3	485	95	62	72	355	90	4.5
分 施	6.0	820	100	105	19.2	512	100	62	80	394	100	4.8

第15表 地力が高い圃場の収量、品質 (分場、コシヒカリ、2004年)

肥料タイプ	N施用量 (kg/10a)	千粒重		登熟歩合		精玄米重		玄米蛋白 (乾物%)	外観品質
		(g)	比率	(%)	比率	(kg/10a)	比率		
タイプ①	6.0	21.3	99	85	104	416	106	9.4	4.5
	4.2	21.0	97	79	96	373	95	9.6	4.5
	3.0	21.5	100	88	107	495	127	8.4	4.3
タイプ②	6.0	21.4	99	84	102	375	96	9.7	4.4
	4.2	21.0	97	82	100	414	106	8.9	4.8
	3.0	21.4	99	85	104	491	126	8.7	4.4
分 施	6.0	21.6	100	82	100	391	100	10.0	4.8

たものの、減収は認められなかった。

「コシヒカリ」の2年間の平均では、各肥料タイプの窒素施用量を変えた場合には、減収で最高茎数は15%から20%、穂数は10%、

で、分施区と比較すると2%から4%少なかった。

2005年の地力が低い圃場では、減肥量が多くなるほど千粒重が軽くなって減収した。

「ヒノヒカリ」における2002年の地力中庸圃場においては、分施区と比べて㎡当り粒数が多かったものの、施用量にかかわらず登熟が悪くなり、N7.0kg/10a 施用で6%、N5.6kg/10a 施用では10%減収した。2005年の地力中庸および低地力圃場では、千粒重が軽くなる傾向にあっ

㎡当り粒数は3%もしくは10%少なく、タイプ①では施肥量間の差が大きかった。「晴るる」でも施用量を変えた場合には、タイプ②の㎡当り粒数は、窒素施用量が少ない場合に例外的に10%多くなったものの、両タイプの最高茎数、穂数、有効茎歩合とタイプ①の㎡当り粒数は、「コシヒカリ」と同様の傾向を示した(第10表)。

また、「コシヒカリ」では、タイプ①とタイプ②で施用量をN4.2kg/10a に減肥した場合には千粒重が大きくなるとともに、精玄米重もそれ

ぞれ11%と5%増加した。「晴るる」でも、減肥で千粒重が0.3g増加したが、精玄米重への影響は認められず、いずれの肥料タイプ、施用量でも分施肥と同程度であった(第11表)。

2004年の高地力圃場の「コシヒカリ」における施肥量の影響は、タイプにかかわらず施肥量3水準のうちN6.0kg/10aとN4.2kg/10aでは生育の違いは認められなかったが、施用量をN3.0kg/10aまで削減すると、穂数が抑制されて㎡当り粒数は減少した(第14表)。タイプ①、タイプ②ともにN3.0kg/10aの施用で登熟歩合が高まるとともに、千粒重もやや重くなる傾向にあり、精玄米重も多かった。N4.2kg/10a施用では、逆に登熟歩合の低下や千粒重の減少が認められ、N6.0kg/10aより減収した(第15表)。

考 察

1 緩効性肥料の速効割合が水稻の生育、収量に及ぼす影響

本研究は、緩効性肥料の効果的利用法を明らかにすることを目的に、過去の報告(今井ら1993、高橋ら2006)と同様に慣行の分施肥体系と同等の収量・品質を得ることを目標とした。

水稻の収量は、単位面積当り粒数(以下、「粒数」と登熟歩合および千粒重で表される登熟の良否で決まり、窒素供給の違いによって変化する稲体の窒素吸収量は、粒数や登熟に影響することから、ここではまず粒数について検討する。

和田(1969)は、単位面積当りの分化穎花数と穎花分化終期の稲体窒素吸収量とは強い正の相関があり、退化穎花数は1穎花当りの乾物生産量が低下すると増加し、中晩生品種では生育期間が長くなり、幼穂分化期の稲体の窒素濃度が低くなるため、乾物生産が劣って退化穎花数が多くなるとしている。早生の「ひとめぼれ」と中生の「ヒノヒカリ」の粒数の違いは、幼穂形成期の窒素吸収量に有意差がなかったことから、分化穎花数の差ではなく、穂揃期までの乾物増加率が「ヒノヒカリ」で著しく低くなったことによる退化穎花数の増加が大きな要因であると説明でき、和田の結果と一致する。

それぞれの品種についてみると、粒数は「ひとめぼれ」ではタイプ①で多くなり、「ヒノヒカリ」では、分施肥で少なくなったが、いずれの品種も、施肥による幼穂形成期の窒素吸収量と乾物重の増加率に誤差が大きく、施肥法間で差がなかったため、和田の結果からは説明ができなかった。しかしながら、「ひとめぼれ」では、速効割合が多いほど穂数が増加して粒数が増え、「ヒノヒカリ」では粒数に対する速効割合の影響が認められなかった。基肥の速効性窒素が4割多い分施肥において、粒数が最も少なかったことは、粒数の決定に関して「ひとめぼれ」では、穂数の増加に速効性窒素が大きく関与し、「ヒノヒカリ」では、むしろ幼穂形成期までの緩効性肥料の肥効持続が穂数と一穂粒数の増加に繋がりと、粒数の確保にとって重要な役割を持つことを示唆している。

一方、登熟歩合は穎花数の多少と炭水化物生産量の相互関係によって決まり、登熟期間に生産された炭水化物の量は、出穂期の葉身窒素と登熟期間の窒素吸収量および日射量に支配される(和田1969)。このことから、「ひとめぼれ」におけるタイプ①では、タイプ②と比べて穂揃期の窒素濃度はほぼ同じであり、粒数がやや多かったことが登熟歩合や千粒重の低下をもたらし、これらの低下によって粒数の増加が相殺されたことから、収量への施肥法の影響が認められなかったものと考えられる。「ヒノヒカリ」の分施肥区では、粒数が少なかったことも登熟歩合と千粒重が向上に寄与したのであろうが、これらが粒数の減少を補ったうえ、他の2区よりも増収したことは、分施肥の穂肥が出穂期の稲体の窒素濃度を高めて、さらに登熟促進に寄与したことを示している。分けつ期が高温の場合は、タイプ①では緩効性肥料の温度依存性から、幼穂形成期以降の窒素供給が少なくなるため、登熟歩合と玄米の充実が劣って収量と外観品質が低下する。しかし、タイプ②を施用した場合は、タイプ①よりも速効割合が低く、緩効割合が多い分、出穂期前後の窒素供給が増えて粒数も同等であったことから、登熟歩合が高まって僅かながらも増収し、外観品質も良くなったと考えられる。したがって、同品種に適用性の高い緩

肥効調節型肥料全量基肥施用のお稲主要品種に対する適応性と効果的利用法

効性肥料としては、退化穎花を少なくして登熟を高めることが必要であり、本肥料は幼穂形成期から出穂期まで確実に窒素の供給が可能となるものである。

山間部の「コシヒカリ」や「晴るる」では、2か年とも平坦部の「ひとめぼれ」と同様にタイプ①よりもタイプ②の施用によって粒数が抑制され、窒素施用量が分施区と同量の場合は粒数は同等となった。このことは、タイプ②の速効割合の低さは中山間地の早生水稲では、分施と同じく粒数を制限するように働いていることを示している。

千粒重は、山間部のいずれの品種でも粒数が多かったタイプ①でやや軽くなったが、倒伏が多くなった「コシヒカリ」におけるタイプ①の多肥を除いて、分施区並に収量が確保された。杉浦ら（2008）は、速効性窒素を1割とした緩効性肥料を「コシヒカリ」に施用し、穂数と面積当り粒数を抑制することによって、速効性窒素の多いものよりも登熟歩合と千粒重が増加したとしており、本研究でも同様の結果が認められた。

「晴るる」では、肥料タイプの効果は明確ではなかったものの、「コシヒカリ」におけるタイプ①では、過繁茂になり倒伏を助長するので、粒数の制限が可能で倒伏が分施区並となるタイプ②が適している。

2 地力や緩効性肥料の施用量が生育、収量に及ぼす影響

本県の稲作技術指導指針では、「ひとめぼれ」の適正な粒数としての指標を㎡当り28,000粒から30,000粒とし、目標収量を540kg/10aとしている。本試験における地力が中庸の圃場では、タイプ①を分施体系の施用量から40%削減したN4.2kg/10aでも、分施区や目標収量と同等に収量が確保されたが、2005年に実施した低地力田では、粒数は20,200粒となり分施と比較して5%の減で、千粒重も軽くなり10%減収した。この年の肥料埋設試験によると、90日以降も溶出しない窒素が他の年次よりも多く2割程度あり、地力の低い圃場では漏水も大きかったこともあって、生育期間全般にわたって窒素が供給

不足となり、充実が劣ったのであろう。「ひとめぼれ」における地力が中庸以上の圃場では、分施区の窒素施用量に対して40%ほど削減したN4.2kg/10aでも同等の収量は得られるが、圃場条件によっては窒素を必要以上に削減すると、適正粒数を確保できないばかりか、「ヒノヒカリ」と同様に生育後半に肥料切れする可能性がある。一方で、登熟期の窒素不足が懸念される低地力田でも、速効割合が低い肥料を使うと分施体系よりも精玄米重が増加するとの報告（北村・小泉1991）もあることから、タイプ②では試験していないものの、地力などの圃場条件の適応性については今後検討すべきである。

「ヒノヒカリ」の粒数の指標は「ひとめぼれ」と同じで、目標収量は540kgから570kg/10aである。2005年には、圃場の地力にかかわらず施用量を20%まで削減しても粒数はほぼ適正範囲内となり、分施区と同等の収量が得られた。しかし、2002年には粒数は確保されたものの、充実が劣って施肥量N5.6kg/10aで10%、分施区と同量のN7.0kg/10aでも6%減収した。タイプ①の施用により適正な粒数は確保できるが、前述のとおり、「ヒノヒカリ」では、幼穂形成期から登熟期間の窒素条件を維持することも重要であり、タイプ①における施用量の削減は登熟時期の窒素不足を助長して充実不良を招くため、収量を確保する面からは、全量基肥施用においても施用量削減は難しいといえる。

「コシヒカリ」の粒数の指標では、㎡当り28,000粒から31,000粒であり、33,000粒を超えると倒伏が多くなるとしている。山間部では、タイプ①で窒素量を30%削減しても倒伏が増して登熟が悪くなり、高地力圃場で50%削減した場合にも、粒数が38,200粒と指標を大きく超えたことから、耐倒伏性の劣る品種で緩効性肥料を使用するときには、施用する圃場の地力によって施用量を特に考慮する必要がある。

「晴るる」での粒数の指標は「コシヒカリ」と同じで、目標収量を540kgから570kg/10aとしている。地力中庸では、いずれの肥料タイプと施肥量でも粒数は適正範囲内で千粒重は変わらず、かえって増加する場合もあったが、収量は、いもち病の発生により500kg/10aであった。

分施肥系と比較した場合には、平坦部とは異なり、「コシヒカリ」と「晴るる」のいずれも施肥量の削減によってもたらされる籾数の減少を登熟の向上で補っている。寒地や中山間地における緩効性肥料の全量基肥施用の実用性については、既に確認されている報告が多い（上野ら1991、大竹ら1997）。小林・堀江(1994)は、寒地水稻では穎花分化期頃の乾物重は小さいが、この頃から放出される地力窒素が効率的に吸収されるので、穎花分化後も窒素濃度が高く維持され、同化能力も維持されると推論している。中山間部は平坦部よりも寒地水稻に近いと仮定してこの推論を採用すると、山間部で地力が中庸以上の圃場では、幼穂形成期から登熟期にかけても稲体の窒素濃度が高く維持されていると考えられ、緩効性肥料の削減に関しても、平坦部の中生品種に比べて有利な条件下であるといえよう。このような条件下では、緩効性肥料の利用効率は高いこともあり、分施肥系の標準的な窒素施用量から30%削減した N4.2kg/10a でも、収量の確保が可能である。

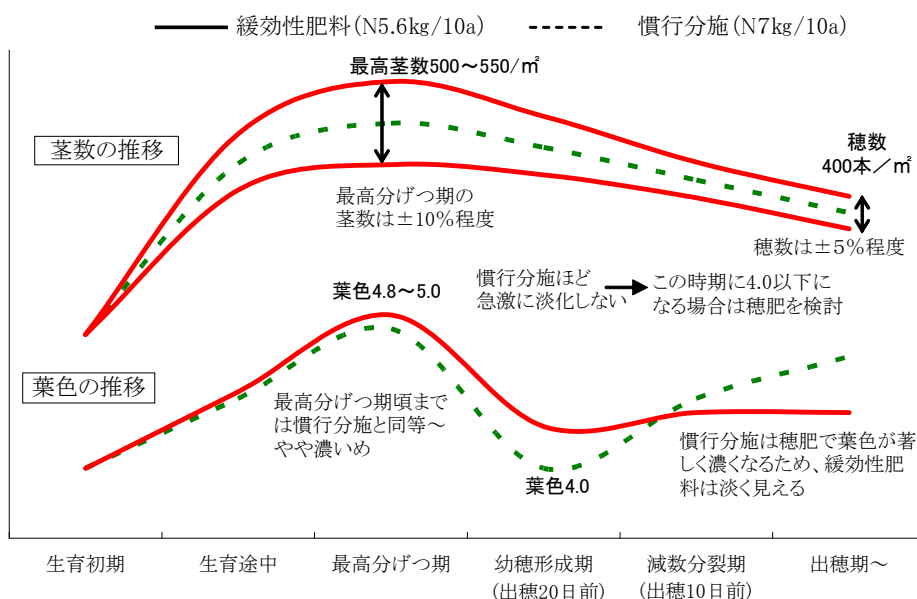
3 緩効性肥料施用時の生育の特徴と効果的利用法

本試験で得られた結果から、市販肥料に多い速効性窒素40%の緩効性肥料を使用した場合の水稲の生育を、分施肥系と比較して模式的に表すと第5図のようになる。茎数については、早

生品種では、速効割合や窒素施用量、中生品種では分けつ期の被覆尿素の溶出によって変動する。同様に、葉色は慣行の分施肥系と比べてやや濃く推移し、幼穂形成期までの生育量や窒素供給の関係から早生品種では分施肥系の施肥窒素量から、20%ないし40%程度まで削減して施用しても、葉色のカラスケールでも4以下にはなりにくく登熟は維持されるが、平坦部の「ヒノヒカリ」では、葉色が淡化しやすい。栄養条件の悪化から、移植期が遅い品種ほど登熟量を確保しなければ収量の増加に結びつかないといえるが、この対策としては、速効性窒素の割合が低いタイプの緩効性肥料を、圃場の地力を勘案しながら施用量を決めることも一つの方法と考えられる。また、葉色が淡化する場合には窒素が不足していると考えられるので、幼穂形成期に葉身窒素計値で2.5を、また、カラスケールでは4を下回る場合には減数分裂期前までに速やかに追肥するべきである。「ヒノヒカリ」では速効性の割合が低く、幼穂形成期から出穂期にかけての肥効を重視した肥料を選択することが重要である。

摘要

山口県における水稻主要品種の生育と、緩効性肥料による速効割合や窒素施用量の関係を解析した。



第5図 緩効性肥料を使用した時の生育の模式図

速効性窒素の割合が異なる緩効性肥料を試したところ、平坦部における「ひとめぼれ」と山間部における「コシヒカリ」および「晴るる」の早生品種に対しては、速効割合が高い場合には籾数が増えるが、登熟が劣る。速効割合が低い場合には、分施肥系と比べて㎡当り籾数、登熟歩合および千粒重がほぼ同じとなり、いずれも

肥効調節型肥料全量基肥施用のお稲主要品種に対する適応性と効果的利用法

収量が同等となる。

「ヒノヒカリ」で緩効性肥料を用いた場合には、速効性窒素の割合にかかわらず籾数が分施体系よりも多くなるが、籾数が多いことと登熟期の窒素供給が少ないため、登熟が劣って減収する。速効割合が低いタイプの肥料では登熟の維持に若干効果がある。

化成肥料の分施体系と同等の収量を確保するために必要な窒素施用量は、早生品種では分施体系の20%から40%の削減が可能だが、中生品種では減肥すると登熟が悪化する懸念があるため、同量が必要である。

引用文献

今井克彦・日置雅之・鈴木智香子・澤田守男.
肥厚調節型肥料の溶出パターンへの推定と水稲への全量基肥施肥法への適応性. 1993.
愛知農総試研報. 25 : 51-60.
金田吉弘. 水稲の育苗箱全量施肥法. 農業および園芸. 1996. 71:802-80.
北村秀教・今泉諒俊. 土壤窒素発現量簡易予測法を用いた水稲施肥窒素の診断. 1991. 土肥誌. 62: 439-444.

小林和宏・堀江 武. 水稲の穎花並びに枝梗分化に及ぼす生殖成長期の体内窒素の影響. 1994. 日作紀. 63:193-199.

大竹敏也・今井克彦・池田彰弘・井上正勝. 山間・中山間地における肥効調節型肥料を用いた水稲の全量基肥施肥法. 1997. 愛知農総試研報. 29:39-45.

杉浦和彦・井上勝弘・野々山利博・林 元樹.
全量基肥肥料による「コシヒカリ」の白未熟粒発生抑制. 2008. 愛知農総試研報. 40: 99-105.

高橋行継・阿部邑美・加部 武・大島賢一・神沢武男・吉田智彦. 群馬県東毛地域における水稲全量基肥栽培専用肥料の開発. 2006. 日作紀. 75:82-89.

手塚俊介. 緩効性肥料を利用した水稲の全量基肥栽培法. 1994. 栃木農研報. 442:9-24

上野正夫・熊谷勝巳・富樫政博・田中伸幸. 土壤窒素と緩効性被覆尿素を利用した全量施肥技術. 1991. 土肥誌. 62:647-653.

和田源七. 水稲収量成立に及ぼす窒素栄養条件の影響—とくに出穂期以降の窒素の重要性について—. 農技研報. 1969. A16 : 27-167.

集落営農組織における畦畔管理省力化技術導入効果の試算 (短報)

銭本徹・齊藤昌彦*・中村正伸**

The trial calculation of the introduction of the Paddy field levees
labor saving technology management into village farming organization

Tohru ZENIMOTO, Masahiko SAITOU *
and Masanobu NAKAMURA **

KeyWords : Centipede grass, levee, village farming organization

キーワード : 畦畔, 集落営農組織, センチピードグラス

緒言

山口県の農地は中山間地域に多く存在し、畦畔率が高い。これらの地域では、過疎化や高齢化が進んでいるが、畦畔の草刈は病虫害の発予防や農地の健全な維持のために重要な作業である。しかし、草刈作業などの畦畔管理は特に重労働であるため、農地の集積を図りながら地域の農業を担う集落営農組織等の運営においても、大きな課題となっている。

このため、山口県では2002年度から畦畔管理省力化技術として、センチピードグラス耐寒性改良品種 (以下、センチピードグラスと言う) を植生した場合の効果について実証を行ってきた。本研究は、2006～2008年度における、この植生の持続性の把握、管理費用及びその導入効果を試算し、提示することを目的に実施した。

材料および方法

1 植生調査

2002～2004年に、常法によりセンチピードグラスを植生した畦畔において、被度及び進入雑草の調査を毎年5月から9月の間に概ね1か月毎に行い、経年変化を把握した。調査は県内の東部 (柳井市日積、田布施町小行司)、中部 (山口市仁保)、北部 (阿東町生雲、阿武町福田)、西部 (長門市二条窪、下関市阿川) における計7地区で行った。また、植生調査の最終年である2008年においては、センチピードグラスの被

* 現在 : 岩国農林事務所

** 現在 : 周南農林事務所

度が低い箇所へセル苗の補植を行い、定期的な刈り払いを実施した。

2 アンケート調査と試算

2002～2003年にセンチピードグラスを植生した県内43地区 (法面積93,149㎡) の実証法面の所有者に対して、2007年10月にアンケート調査を行い、121名中回収率70%の85名の回答を得た。本調査により、センチピードグラスの植生前後における年間の草刈回数や刈り取る草量の変化、並びに導入阻害要因などを把握した。これらをもとに、導入効果の経費試算を行った。

結果および考察

1 センチピードグラス植生工法の評価及びその導入阻害要因の解明

センチピードグラスの植生による雑草抑制効果は、センチピードグラスが畦畔を被覆した後に地際10cm程度の高刈りを年間2回程度行うことによって、施工後5～6年経過しても持続した (第1図)。

また、畦畔のセンチピードグラスが減少した場合、セル苗による補植と、月1回程度で地際から10cm程度の高さで刈り取る定期的な管理を行うことにより、被度は回復する (第2図)。

集落営農組織における畦畔管理省力化技術の導入効果の試算（短報）



第1図 6年経過したセンチピードグラス
植生畦畔（2008年9月撮影）



2008年6月（補植前） 2008年7月（補植時）



2008年10月（補植後）
第2図 補植による植生回復状況

本工法の導入阻害要因を調査した結果、費用負担に対する不安が最も大きく、次いでセンチピードグラスの効果やその持続性、集落における合意形成が不十分なことなどがあげられた（第3図）。

このことから、畦畔においてセンチピードグラスの十分な雑草抑制効果えお得るためには、定期的な刈り払い管理と、部分的な被度低下対策としてのセル苗補植が有効と考えられる。また、本技術の導入に当たっては、初期投資や雑草抑制効果への不安を取り除くために、導入農家に対するほ場事業の提示や実証展示を利用した啓発が必要である。

2 畦畔管理省力化技術の集落営農組織への導入効果（試算）

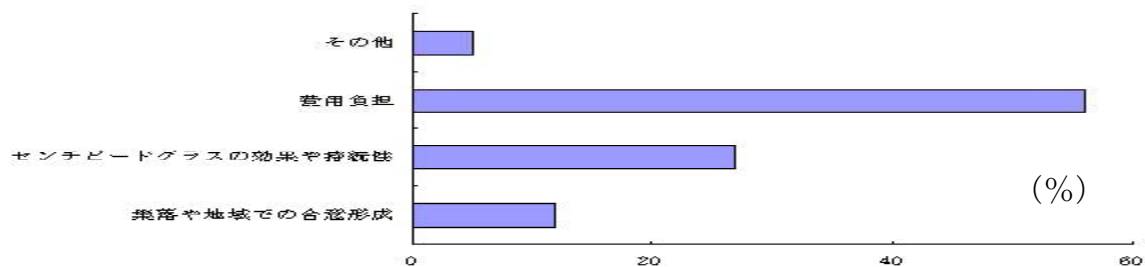
県内のセンチピードグラス施工後5～6年経過した畦畔の所有者に対してアンケート調査を行った結果、本草種の導入畦畔と導入前の畦畔を比較すると、草刈回数が年間1.5回削減でき、刈取草量は57%減少することが明らかとなった。このことから初期投資額を除いて試算すると、100㎡当り年間約8,800円の費用低減効果となる（第1表）。

第1表 センチピードグラス導入前後の年間草刈経費の試算

	年間 草刈回数	1回当たり 刈草相対量	除草経費 円/100㎡・回	集草経費 円/100㎡・回	年間草刈費用 円/100㎡
導入前	4.0	100	3,460	1,234	18,776
導入後	2.5	43	3,460	531	9,978
軽減分	1.5	57	0	703	8,798

注1) 年間草刈回数、1回当たり刈草量は施工後4～5年経過後の実態調査による値

注2) 除草・集草の経費は外部委託する場合を想定して算出



第3図センチピードグラスの導入阻害要因

(アンケート調査結果)

初期投資費用が安く、一般的に用いられているセル苗移植工法と慣行管理作業とを累計経費で比較した場合、センチピードグラスの導入効果が経営的に発現するのは、4年目以降となる（第4図）。

山口県の平均畦畔率を10%とし、30ha規模の水田を経営する集落営農組織を想定して試算すると、センチピードグラスの導入による畦畔管理費用低減効果は、年間140～200万円程度となる。

奈良県の報告（奈良農技セ2001）では、センチピードグラス被覆の畦畔において、草刈などの管理時間は慣行の畦畔と比べて植生2年目から1/3以下となるとの報告がある。また、2005年の山口県内の実証畦畔におけるセンチピードグラスの施工前と比較したアンケート調査によると、草刈回数が半分以下に減少し、刈取草量については1/5以下との回答が最多となる結果を得ており、畦畔管理の大幅な省力化が図られ、これをやまぐち型畦畔法面緑化工法と報告している（錢本2006）。

今回の調査結果では、奈良県で確認されたほどの管理時間削減効果は認められなかった。これは、気象条件や既存雑草の植生の違いによるものと推察される。しかし、

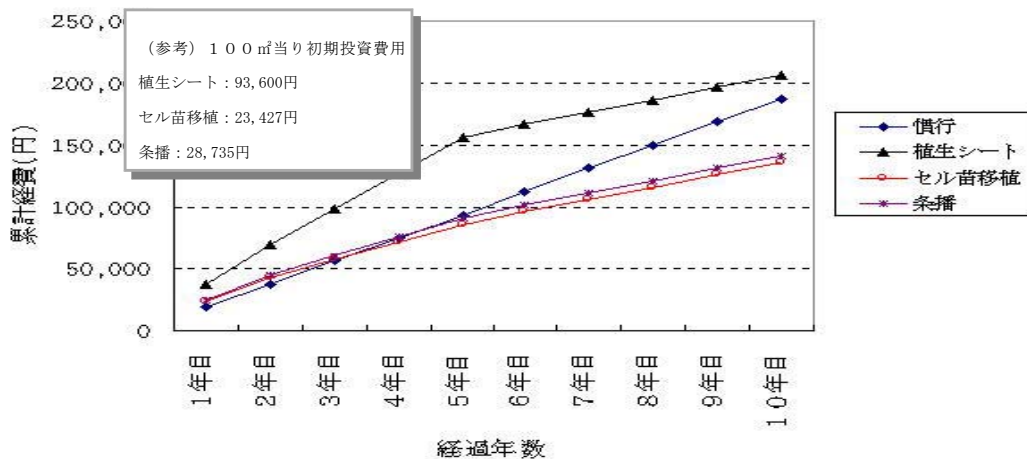
センチピードグラス導入後における年間の草刈経費は、慣行の50%程度に削減できるため、本技術の導入は、畦畔管理の省力・低コスト化に寄与できると考えられる。

摘 要

- 1 センチピードグラスが被覆した畦畔は、適正な管理を行うことによって、5～6年経過しても雑草抑制効果が持続する。
- 2 30ha規模の水田（畦畔率10%）を経営する集落営農組織にセンチピードグラスを導入することにより、年間140～200万円程度の費用低減効果が期待できる。

引用文献

- 奈良農技セ・高原農振セ. 2001. センチピードグラスのセル苗移植による法面緑化, 近畿中国四国農業研究成果情報. p. 45-46
- 錢本徹. 2006. 芝をもって雑草を制す！—やまぐち型畦畔法面緑化工法—. 農業土木学会誌. Vol74No. 7:6・23-624



第4図 慣行草刈経費と導入方法別経費の経年変化（100㎡当り）

初期の導入費用は最初の5年間に均等に配分するとともに、草刈費用も初年度は慣行と同等に計上し、2年目に半分の効果が発現後、3年目から所定の軽減効果が発現されることを想定して試算した。慣行とはセンチピードグラス導入前の年4回の草刈りを継続する状態のことである。

山口県農林総合技術センター研究報告投稿規程

平成21年6月1日制定

1 投 稿 者

投稿者は、山口県農林総合技術センター職員又は当場の職員であった者（以下「職員」という）に限る。ただし、共同執筆者に職員以外の者を含むことは差しつかえない。

2 論 文

- (1) 研究報告に掲載される論文は、完了又は実施中の試験研究課題で得られた成果についてとりまとめた報文ないし、短報で未発表のものに限る。ただし、学会などにおいて口頭・ポスター発表したもので、別途発表していないものはこの限りでない。
- (2) 短報は、報文にまとめ得ないが速やかに発表すべき内容を持つもので、分割報告の形式はとらない。研究が完成した場合の再掲載は妨げない。
- (3) 特別研究報告は、完了した試験研究課題の成果を総合的にとりまとめた報文一編とする。
- (4) 研究論文の内容に、国の助成を受けて得られた成果が含まれている場合には、その旨脚注に明記する。

3 論文の採否及び掲載の順位

- (1) 研究報告に掲載する論文は、編集委員会において採否及び掲載の順位の家を作成し、農林総合技術センター所長（以下「所長」という）が決する。
- (2) 特別研究報告に掲載を希望する論文は随時受付を行い、編集委員会において採否の家を作成して所長が決する。

4 原稿の提出及び作成等

- (1) 原稿は、所属室・部長の校閲を受けた上で、編集委員会事務局に提出しなければならない。
- (2) 原稿は、作成要領に基づいて執筆するものとする。原稿の刷り上がりページ数は、図表を含め原則として6ページ以内とし、短報は2ページとする。
- (3) 編集委員会は、必要と認めた場合には著者に原稿又は図・表の修正を要求し、あるいは説明を求めることができる。
- (4) 編集委員会は、提出された原稿の内容に基づき、報文と短報の区分替えを行うことができる。

5 構成及び印刷

- (1) 著者校正は原則として初校のみとし、文章、図・表の改変や追加は原則として認めない。

※ 特別研究報告： 博士論文相当の研究報告

山口県農林総合技術センター研究報告編集委員会
Editorial Board

編集委員長
Chairman

山本 雄慈
Yuji YAMAMOTO

編集委員

宮田 明義
Akiyoshi MIYATA

福島 和彦
Kazuhiko FUKUSHIMA

平田 俊昭
Toshiaki HIRATA

松岡 一仁
Kazuhito MATSUOKA

吉山 英明
Hideaki YOSHIYAMA

福坂 一利
Kazutoshi FUKUSAKA

和田 清孝
Kiyotaka WADA

宗東 徹
Tooru MUNETOU

和泉 勝憲
Katsunori IZUMI

石光 照彦
Teruhiko ISHIMITSU

山口県農林総合技術センター研究報告
第1号

発行日 2010年3月

発行 山口県農林総合技術センター
〒753-0214 山口県山口市大内御堀1419
TEL 083-927-0211
FAX 083-927-0214

BULLETIN OF THE
YAMAGUCHI AGRICULTURAL AND FORESTRY
GENERAL TECHNOLOGY CENTER EXPERIMENT STATION
No 1 March

CONTENTS

101	Anti-oxidant, Anti-allergic and Lipid Metabolic Improvement Function of Agricultural Products in Yamaguchi Prefecture	
	Tatsuya HIRATA	1
102	Characteristics and Application Methods of the Fish Organic Fertilizer "KAORI"for Paddy Rice	
	Machiko ARIYOSHI , Toshiaki HIRATA	11
103	Efficiency of the Wheat Cultivar 'Fukusayaka' in the Control of the Yellow mosaic in Affected Fields	
	Kazuyuki MURAMOTO, Takumi NOZAKI ,Tatsuhiko KARATSU and Takahide SASAYA	18
104	Numerous Occurrence Factor of Small Brown Planthopper and the Rice Stripe Virus Disease in Yamaguchi Prefecture after 2008	
	Kouji NAKAGAWA and Shinji MIZOBE	24
105	Wasabi(<i>Wasabia japonica</i> Matsum.) Cultivation Type of Sowing Seeds in Summer.	
	Yuichi Hirobayashi, Toshikazu Furue , Hisae Sugiyama and Teruo Hidaka	31
106	Breeding of New Lilies 'Petit fraise' , 'Petit blanc' , 'Petit lune' ' and 'Petit rose' with Small Flowers	
	Hitoshi OZEKI, Takuji MITSUNAGA, Atsushi FUJITA and Tetsuro MATSUMOTO	37
107	Study On The New Rice Cultivar 'Setononiji'	
	Masayasu HAJUMA, Kazuhiko KANEKO, Kouichirou INOUE, Gorou YAMAE, Takumi YOSHINAGA, Yasumasa NAKATANI, Tetufumi MORIOKA, Hideki MURAYAMA, Daisuke WATANABE	46
108	Method of fertilizer application to save labor in wheat cultivar "Nishinokaori" cultivation	
	Masamichi NAKATSUKASA,Koji KIMURA and Machiko ARIYOSHI	56
109	The Adaptability of the Controlled Release Fertilizers for the Major Rice Cultivars in Yamaguchi Prefecture and the Method to Utilize these Fertilizers Effectively	
	Yousuke MAEOKA, Kouji,KIMURA, Kenichi OKAMOTO and Masamichi NAKATSUKASA	71
110	The trial calculation of the introduction of the Paddy field levees labor saving technology manegement into village farming organization	
	Tohru ZENIMOTO,Masahiko SAITOU and Masanobu NAKAMURA	85