

水稲「元気つくし」の全量基肥栽培に適した被覆尿素的溶出タイプと配合割合

荒木雅登*

水稲「元気つくし」の省力・安定栽培法確立のため、全量基肥栽培における被覆尿素的の溶出タイプおよび緩効率が収量、品質に及ぼす影響について検討した。緩効率 50%と比較して 60%の方が m^2 当たり籾数の増加により収量が高かった。また、溶出タイプでは、シグモイド型 120 日タイプと同型 100 日タイプ被覆尿素的を併用すると、玄米タンパク質含有率が高くなる傾向が認められた。その結果、「元気つくし」には緩効率 60%としてシグモイド型 100 日タイプを施用するのが適すると考えられた。

[キーワード：被覆尿素的、元気つくし、全量基肥栽培]

Suitable Nitrogen Release Speed Type and Mixing Ratio of Coated Urea for Single Basal Fertilization of the Rice Cultivar 'Genkitsukushi'. ARAKI Masato (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.*2: 13-18 (2016)

In order to establish a labor-saving single basal fertilization method for the rice cultivar 'Genkitsukushi', we examined the effect of different release speed types and mixing ratios of coated urea as basal fertilizer on grain yield and quality. When the mixing ratio of slow-release nitrogen to total nitrogen applied was 60%, the number of spikelets per square meter increased and the yield was superior compared to when the mixing ratio was 50%. Furthermore, when a combination of sigmoid 100-day-type and sigmoid 120-day-type coated urea was administered, the protein content of brown rice was higher than when only sigmoid 100-day-type coated urea was administered. It is suggested that using sigmoid 100-day-type coated urea at a mixing ratio of 60% has a suitable effect on the grain yield and quality of 'Genkitsukushi' rice.

[Key words: coated urea, Genkitsukushi, single basal application of fertilizer]

緒言

福岡県産米の 1 等米比率が高温登熟の影響で低迷する中で、県産米の品質向上を目指した品種開発が行われた結果、優れた高温登熟性を有し、外観品質の良好な極良食味品種「元気つくし」が育成された(和田ら 2010)。この品種は県内では中生の「ヒノヒカリ」より出穂期および成熟期が 7 日程度早い早生品種である。2009 年の一般作付開始から着実に面積を拡大し、2014 年産で 5,060ha となり、県内では主要品種として定着している。また、これまでたびたび訪れる猛暑年において他品種の 1 等米比率が低迷する中、「元気つくし」は顕著に高い 1 等米比率を維持している。日本穀物検定協会による食味ランキングでは、特 A 評価を連続獲得しており、食味に対する評価も高く、県民の認知度も高まり、ブランド米として定着している。

当品種の収量、品質を安定させるため、生産現場では施肥は基肥と 2 回の穂肥を基本として指導が行われている(宮崎ら 2011)。一方で、福岡県の水稲作においては、省力化のため、被覆尿素的等の肥効調節型肥料の導入が進んでおり、作付面積の約 60%(肥料流通量からの推計値)で全量基肥栽培が行われており、標準的な施肥法になっている。生産者の高齢化問題がさらに深刻化している現場実態と近年の夏場の猛暑下での穂肥作業負担の大きさを考慮すると全量基肥栽培の導入が「元気つくし」の作付面積の維持・拡大のためには必須であり、この品種に適した省力施肥法を確立する必要がある。

*連絡責任者(生産環境部: mst-araki@farc.pref.fukuoka.jp)

そこで、「元気つくし」の全量基肥栽培において、収量および品質の面から品種に適した緩効率(施肥窒素中の被覆尿素的の窒素成分の割合)および被覆尿素的の溶出タイプを比較検討した。

材料および方法

試験は 2011 年と 2012 年の 2 年間、福岡県農林業総合試験場内の灰色低地土(砂壤土、全炭素 0.88%、全窒素 0.08%、可給態窒素 7mg/100g)水田圃場にて実施した。品種は「元気つくし」で、6 月中旬に稚苗を 1 株 4 本、栽植密度 m^2 当たり 20.8 株となるよう手植え移植した。基肥の施肥、植え代かきは移植の 2 日前に行った。試験区の構成を第 1 表に示した。全量基肥区のうち、シグモイド型 100 日タイプ(日数は 25°C の湛水条件下で窒素成分の 80% が溶出するのに要する日数を示す。以後、SS100 と略す)とシグモイド型 120 日タイプ(以後、S120 と略す)の混合割合は生産現場ですでに「ヒノヒカリ」用に用いられている複合肥料の構成成分に準じて窒素成分量で 7:3 とした(荒木ら 2013)。各全量基肥区のリン酸、カリについては、県施肥基準量を参考にいずれも 5kg/10a とし、粒状過リン酸石灰および塩化カリを施用した。収量・品質の水準の参考として設けた分施肥区は、福岡県の施肥体系を参考にして、出穂前 14~16 日に 1 回目の穂肥、その 7~8 日後に 2 回目の穂肥を施用した。各年次の耕種概要と調査日等を第 2 表に示した。移植 25 日後および 35 日後に草丈、茎数、葉色を測定した。葉色

受付 2015 年 8 月 1 日; 受理 2015 年 11 月 18 日

第1表 試験区の構成と施肥内容

試験区	緩効率 ¹⁾	種類 ²⁾	窒素施肥量(kg/10a)			
			基肥	穂肥 I	穂肥 II	合計
全量基肥	50%	SS100	8.5	-	-	8.5
	60%	SS100	8.5	-	-	8.5
	50%	SS100/S120	8.5	-	-	8.5
	60%	SS100/S120	8.5	-	-	8.5
分 施			5.0	2.0	1.5	8.5

1) 緩効率は施肥窒素中の被覆尿素の窒素成分の割合で、速効性窒素としては硫安 (N-P₂O₅-K₂O:21-0-0) を使用
 2) 窒素施肥量は全区とも県施肥基準中の地力中庸の圃場条件での分施の場合の量に準じた

は、株中の最長茎の展開第2葉の先端から3分の1から2分の1の部分をSPAD-502 (コニカミノルタ社製) にて測定した。また、幼穂形成期 (幼穂長2~3mm)、穂揃期、成熟期に平均株6~10株を採取し、穂揃期には茎葉と穂、成熟期にはわらと籾に分け、通風乾燥後、乾物重を測定し、その後、粉碎し分析試料とした。全窒素の分析は、ケルダール分解・水蒸気蒸留法により行った。

収量、品質調査には1.85mmの縦目篩を通した玄米を供試した。検査等級は、1等上(1)~3等下(9)、規格外(10)の10段階で評価した。整粒割合および白未熟粒割合の調査は、宮崎ら (2011) の方法に準じて、サタケ社製の穀

粒判別器 (RGQI20A) にて実施した。乳白粒、基白粒および背腹白粒割合の合計を白未熟粒割合とした。玄米タンパク質含有率は窒素含有率にタンパク質換算係数 5.95 を乗じ、水分 15% に換算して算出した。

生育、収量等に対する施肥法の効果は、分施区を除く、全量基肥区間での検定により評価した。生育、収量等は全般的に明らかに年次間で差が認められたので、各年次別に緩効率と溶出タイプの二要因の分散分析およびチューキーの多重比較検定を実施した。

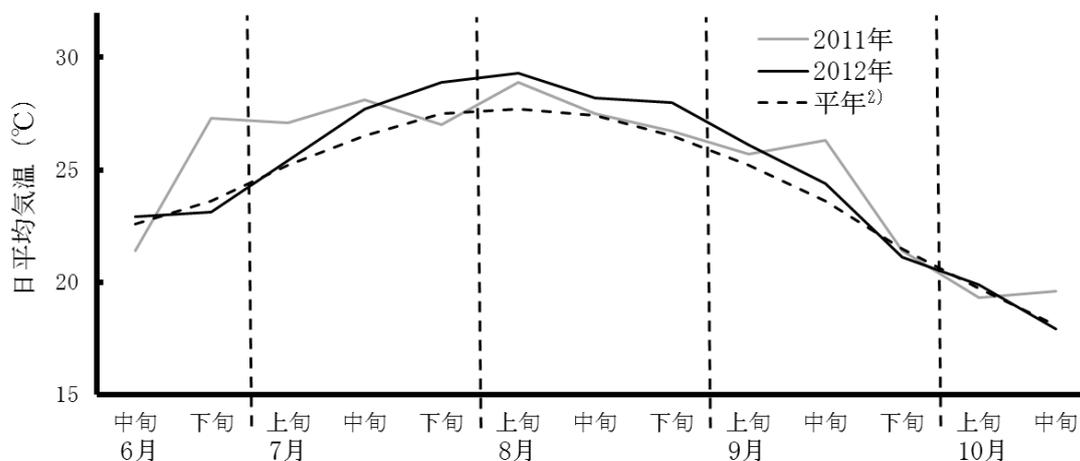
被覆尿素的窒素溶出は、各種被覆尿素 1 g をポリエステル製お茶パックに詰め、試験田の地表面下 5 cm のところに埋設し、経時的に取り出して調査した。埋設日は、2011 年は 6 月 17 日、2012 年は 6 月 13 日とした。取り出し後、ケルダール分解・水蒸気蒸留法にて残存窒素量を測定し、窒素溶出率を算出した。

結果

2011 年および 2012 年の水稻栽培期間中の旬別日平均気温の推移を第 1 図に示した。2011 年は九州北部の梅雨明けが 7 月上旬 (7 月 8 日頃) と平年より 10 日以上早く、生育前半特に 7 月中旬までの暑さが顕著で、平年よりも約 2℃ 高温で推移した。これに対して、2012 年の梅雨明けは 7 月下旬 (7 月 23 日頃) で平年よりも 4 日ほど遅く、7 月上旬までは平年並みであったが、7 月中旬から 8 月は

第2表 耕種概要と調査日

年次	基肥	移植	分施区 穂肥	出穂期	調査日				
					移植 25日後	移植 35日後	幼穂 形成期	穂揃期	成熟期
2011年	6/14	6/16	8/3, 10	8/17	7/11	7/21	8/2	8/22	9/26
2012年	6/12	6/14	8/1, 9	8/17	7/9	7/19	7/30	8/21	9/25



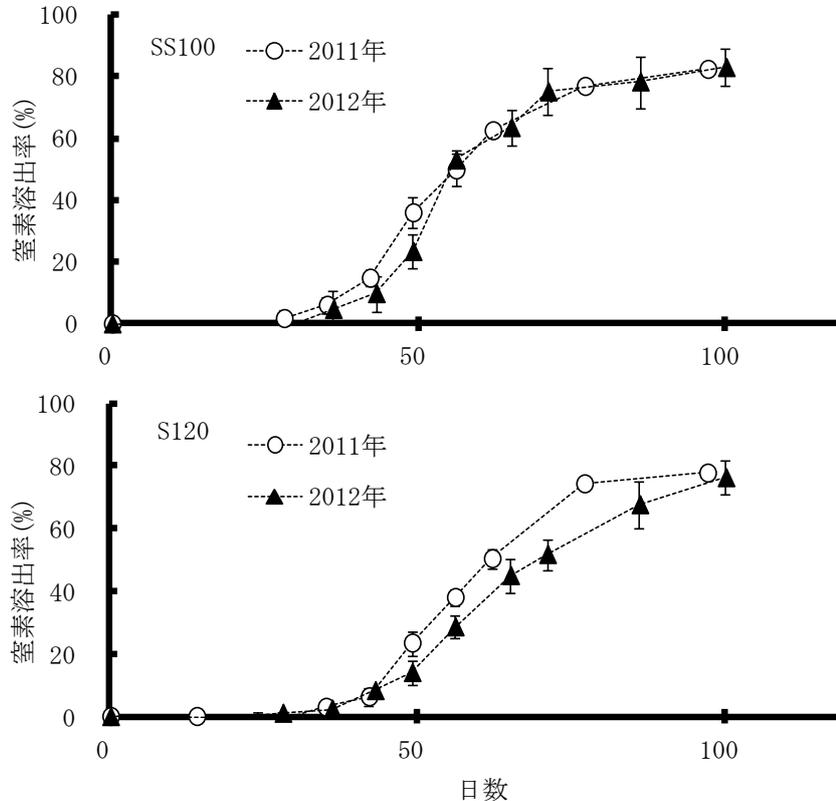
第1図 水稻栽培期間の旬別日平均気温¹⁾の推移

1) アメダス (太宰府) より引用 2) 平年は 1981~2010 年の 30 ヶ年平均値

平年よりも1.5°C程度高めで推移した。

被覆尿素的窒素溶出率の推移を第2図に示した。溶出タイプ毎に溶出開始時期を溶出率20%到達日数で比較すると、SS100では2011年が44日、2012年が48日、S120では2011年が48日、2012年が52日といずれも梅雨明

けが遅かった2012年の方が2011年よりも溶出の立ち上がりが遅く4日の差が認められた。一方で、溶出率50%到達日数で比較するとS120では2011年62日、2012年70日と8日の差が認められたのに対し、SS100では両年次でほとんど差が認められず(56~57日)、溶出タイプ



第2図 埋設試験による被覆尿素的窒素溶出率の比較

- 1) バーは標準偏差
- 2) 埋設日は2011年6/17, 2012年6/13
- 3) SS100はLPコートSS100, S120はLPコートS120

第3表 移植25日後および35日後における水稻の生育

試験区	緩効率	種類	移植25日後						移植35日後					
			2011年			2012年			2011年			2012年		
			草丈 cm	茎数 本/m ²	葉色									
全量基肥	50%	SS100	46	274	37.3	46ab	209	38.9	57	475	35.3	58	345	38.5a
	60%	SS100	47	261	37.2	45 b	204	38.3	57	454	36.3	57	352	38.0a
	50%	SS100/S120	48	285	37.5	47ab	229	39.7	58	482	35.7	58	371	38.3a
	60%	SS100/S120	47	278	37.4	48a	193	38.1	58	485	35.8	60	346	35.7 b
平均	50%		47	279	37.4	47	220a	39.3	58	478	35.5	58	358	38.4
	60%		47	270	37.3	46	198 b	38.2	57	470	36.0	59	349	36.9
平均	SS100		47	268	37.2	46	207	38.6	57	464	35.8	57	349	38.3
	SS100/S120		47	281	37.4	47	211	38.9	57	484	35.7	59	359	37.0
	緩効率		n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**
	溶出タイプ		n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**
	緩効率×溶出タイプ		n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	*
分 施			46	266	37.9	46	214	39.5	59	484	37.7	59	370	38.5

1) *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ 2) 異文字間には有意差があることを示す (Tukey, $P < 0.05$)

第4表 成熟期における稈長、穂長および穂数

試験区	緩効率	種類	2011年			2012年		
			稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²
全量基肥	50%	SS100	77	20	439	75	19	315
	60%	SS100	79	20	427	75	20	325
	50%	SS100/S120	78	20	422	74	19	309
	60%	SS100/S120	80	20	428	76	20	300
平均	50%		78	20	430	74	19 b	312
	60%		80	20	427	76	20a	312
平均	SS100		78	20	433	75	19	320
	SS100/S120		79	20	425	75	19	304
緩効率			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.
溶出タイプ			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
緩効率×溶出タイプ			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
分 施			81	20	431	77	20	324

1) *: $P < 0.05$

2) 異文字間には有意差があることを示す (Tukey, $P < 0.05$)

第5表 収量および収量構成要素

試験区	緩効率	種類	精玄米重 ¹⁾ (kg/10a)		m ² 当たり粒数 (×100粒)		登熟歩合 (%)		千粒重 (g)	
			2011年	2012年	2011年	2012年	2011年	2012年	2011年	2012年
全量基肥	50%	SS100	560 (92)	455 (91)	301	244	85	82	22.5	21.8
	60%	SS100	585 (97)	514 (102)	323	264	88	88	22.7	21.9
	50%	SS100/S120	556 (92)	465 (92)	282	240	89	92	22.6	21.6
	60%	SS100/S120	589 (97)	477 (95)	336	250	84	91	22.8	22.2
平均	50%		558	460 b	292	242	87	87	22.6	21.7
	60%		587	495a	330	257	86	89	22.7	22.0
平均	SS100		572	484	312	254	87	85 b	22.6	21.8
	SS100/S120		572	471	309	245	86	91a	22.7	21.9
緩効率			n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
溶出タイプ			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.
緩効率×溶出タイプ			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
分 施			606(100)	503(100)	358	244	80	89	23.0	22.4

1) () 内は各年次の分施区の精玄米重を100とした指数

2) *: $P < 0.05$

3) 異文字間には有意差があることを示す (Tukey, $P < 0.05$)

により年次間の差が異なった。

移植25日後と35日後の生育を第3表に示した。緩効率や溶出タイプを変えて複数の全量基肥区を設けたが、緩効率毎で比較すると50%と比べて60%では速効性窒素が少なくなるもののその差はわずかなため、移植25日後および35日後の有意な生育差はほとんど認められなかった。成熟期における稈長、穂長および穂数を第4表に示した。全量基肥区間にほとんど差は認められず、

2012年の穂長で緩効率60%が有意に50%を上回る差が検出されたのみであった。

収量および収量構成要素を第5表に示した。全量基肥区間で溶出タイプによる収量、m²当たり粒数等に一定の傾向は認められなかった。一方で、緩効率別では50%と比較して、60%でm²当たり粒数が増える傾向にあり、また、これに伴う登熟歩合や千粒重の顕著な低下も認められなかったことから、収量も60%の方が上回る傾向にあ

った。分施区と比較すると、緩効率 50%ではいずれの溶出タイプのものを用いても 91~92 と低めであったが、緩効率 60%で SS100 を用いた場合は 2011 年が 97, 2012 年が 102 と 2 ヶ年を通して同水準であった。

玄米品質および玄米タンパク質含有率を第 6 表に示した。全量基肥区間で品質を比較すると、緩効率 60%と 50%とでは、年次により軽微な差が認められるが検査等級や整粒割合等、外観品質に対して顕著な差や一定の傾

向は認められなかった。一方で、玄米タンパク質含有率は緩効率 60%で 50%よりも 0.1~0.3 ポイント高い傾向にあった。溶出タイプ別には一定の傾向が認められなかったが、2012 年の 60% SS100/S120 区は 6.7%と他区と比べて高い傾向にあった。

水稻窒素吸収量の推移を第 7 表に示した。全量基肥区間では、幼穂形成期において、速効性窒素の割合の少なさのため、緩効率 60%が 50%をやや下回る傾向にあった

第 6 表 玄米品質とタンパク含量

試験区	緩効率	種類	玄米タンパク質含有率 (%)		検査等級		整粒割合 (%)		白未熟粒割合 (%)	
			2011年	2012年	2011年	2012年	2011年	2012年	2011年	2012年
全量基肥	50%	SS100	6.3	6.2	2.0	1.0	89.1	94.3	1.7	0.7
		60% SS100	6.3	6.4	1.5	1.5	89.0	93.6	1.6	0.9
	50%	SS100/S120	6.1	6.2	1.0	1.0	90.6	94.4	1.6	0.9
		60% SS100/S120	6.4	6.7	1.0	1.0	88.9	95.7	0.8	0.7
	平均	50%	6.2	6.2	1.5	1.0	89.8	94.3	1.6	b 0.8
		60%	6.3	6.5	1.3	1.3	88.9	94.6	1.2a	0.8
	平均	SS100	6.3	6.3	1.8	b 1.3	89.0	93.9	1.6	b 0.8
		SS100/S120	6.2	6.4	1.0a	1.0	89.7	95.0	1.2a	0.8
緩効率			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	
溶出タイプ			n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	*	n. s.	
緩効率×溶出タイプ			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	
分 施			6.0	6.1	1.5	1.5	87.8	92.1	1.5	1.6

1) *: $P < 0.05$

2) 異文字間には有意差があることを示す (Tukey, $P < 0.05$)

第 7 表 水稻窒素吸収量の推移

試験区	緩効率	種類	窒素吸収量 (kg/10a)					
			2011年			2012年		
			幼穂形成期	穂揃期	成熟期	幼穂形成期	穂揃期	成熟期
全量基肥	50%	SS100	5.4	7.9	11.1	5.1	6.4	9.7
		60% SS100	4.4	5.9	11.3	4.6	7.3	10.1
	50%	SS100/S120	5.7	6.6	10.4	4.8	6.5	9.0
		60% SS100/S120	4.7	7.4	12.7	4.2	7.1	10.5
	平均	50%	5.5	7.2	10.7	4.9	6.5	9.4
		60%	4.5	6.6	12.0	4.4	7.2	10.3
	平均	SS100	4.9	6.9	11.2	4.9	6.9	9.9
		SS100/S120	5.2	7.0	11.6	4.5	6.8	9.7
緩効率			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
溶出タイプ			n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
緩効率×溶出タイプ			n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
分 施			4.9	8.1	11.3	4.2	7.1	9.1

1) *: $P < 0.05$ 2) 異文字間には有意差があることを示す (Tukey, $P < 0.05$)

が、生育が進行するにしたがってその差は認められなくなり、成熟期においては逆に緩効率 60%がやや上回る傾向にあった。

考 察

水稲「元気つくし」の省力・安定栽培法を確立するため、全量基肥栽培における緩効率および被覆尿素の溶出タイプの収量・品質への影響を比較検討した。

「元気つくし」は、主力品種「ヒノヒカリ」に比べると初期生育における茎数確保がし難い（データ略）ことから、速効性窒素を減じることが収量的には不利だと想定していたが、それに反して緩効率 60%の方が 50%よりも上回る傾向にあった。その一方で、溶出タイプによる影響は明確でなかった。このことから、「元気つくし」の全量基肥栽培において緩効率 60%と後半重視型の施肥とすると、茎数、穂数をやや抑えられるにもかかわらず、分施の場合の穂肥時期相当の十分な窒素肥効のために、一穂粒数の確保が容易となり、 m^2 当たり粒数が多くなること、登熟歩合や千粒重の顕著な低下が認められないことから、収量が優れると考えられた。

検査等級や整粒割合等、外観品質面では全量基肥区間では、顕著な差は認められなかったものの、玄米タンパク質含量の面では、60% SS100/S120 区でやや上昇し、分施区との差が大きい年があったことから、溶出タイプは SS100 が適切であると考えられた。高温登熟に伴う「ヒノヒカリ」の全量基肥栽培の見直しにおいて、筆者らは従来の緩効率 50%でシグモイド型 100 日タイプ被覆尿素を施用する施肥法（富満 1994, 山本 1994）に代えて後半の肥効をやや重視して、緩効率 50~60%でシグモイド型 100 日タイプと同型 120 日タイプを併用する施肥法が有効であると報告した（荒木ら 2013）。このことと本研究の結果は、生育後半の肥効を重視する施肥法が高

温登熟条件下での収量、品質の安定に有効である点では一致したが、最も適する緩効率と溶出タイプの組み合わせには「ヒノヒカリ」と「元気つくし」で違いがあることから、各品種専用の肥料を用いる必要がある。

今後、本県の看板ブランド米として「元気つくし」の流通量を確保するため、多くの生産者の作付が可能となるよう、炎天下における施肥作業の負担を軽減できる全量基肥栽培の確立が急務である。全量基肥栽培導入にあたっては、「元気つくし」のブランド力を維持するため、適正な玄米タンパク質含有率確保の観点から施肥量に留意することや水管理や病虫害防除等の施肥以外の管理についても徹底を図る必要がある。

引用文献

- 荒木雅登・荒巻幸一郎・黒柳直彦(2013)被覆尿素の溶出タイプや配合割合が近年の温暖化気象下におけるヒノヒカリの品質、収量に及ぼす影響. 福岡農総試研報 32:1-5.
- 宮崎真行・吉野 稔・内川 修・岩淵哲也・荒木雅登・石塚明子・小田原孝治(2011)水稲新品種「元気つくし」の移植時期および2回目穂肥の有無が収量、品質および食味に及ぼす影響. 福岡農総試研報 30:18-24.
- 富満龍徳(1994)LP コート肥料を用いた水稲品種ヒノヒカリ全量基肥施肥法. 農業と科学 435:7-10.
- 山本富三(1994)LP コート (Sタイプ) による水稲ヒノヒカリの1回全量(ワンショット)施肥. 農業と科学 441:1-5.
- 和田卓也・坪根正雄・井上敬・尾形武文・浜地勇次・松江勇次・大里久美・安長知子・川村富輝・石塚明子(2010)高温登熟性に優れる水稲新品種「元気つくし」の育成およびその特性. 福岡農総試研報 29:1-9.