

短穂性の発酵粗飼料用イネ品種「たちあやか」の総粒数におよぼす施肥法の影響

松下景¹⁾・長岡一朗¹⁾・笹原英樹¹⁾・前田英郎¹⁾・渡邊肇²⁾

(¹⁾ 農研機構中央農業研究センター, ²⁾ 新潟大学自然科学研究科)

要旨: 短穂性の稲発酵粗飼料品種である、「たちあやか」と「たちすずか」は、牛の体内で消化率が低い粗の割合が低いことから、畜産農家から飼料としての評価が高く、普及が拡大しているが、栽培上では、採種効率が低いことが問題となっている。「たちすずか」では、幼穂形成期の窒素施用の有無や晩植などにより精粒重が向上するが、「たちあやか」においては、作期や肥培管理の差異が、種子の生産性に及ぼす影響について明らかとなっていない。そこで施肥法に着目し、2014年と2015年に総窒素施用量と幼穂形成期の穂肥窒素量が、「たちあやか」の収量構成要素におよぼす影響を調査した。その結果、施肥法が穂数および比重選歩合におよぼす影響は認められなかったが、総窒素のうち基肥よりも穂肥の施用量が多い条件で一穂粒数が有意に多くなり、これに対応して総粒数も増加した。すなわち、「たちあやか」の採種栽培においては、「たちすずか」と同様に、基肥を少なく、穂肥を多く施用し、一穂粒数を増加させることが重要と考えられた。しかし、「たちあやか」の場合、窒素施用量が10 g m⁻²より多い穂肥では、遅れ穂が発生する場合がみられた。

キーワード: 稲発酵粗飼料, 収量構成要素, 種子生産, 水稻, 施肥法, 総粒数, たちあやか, 短穂。

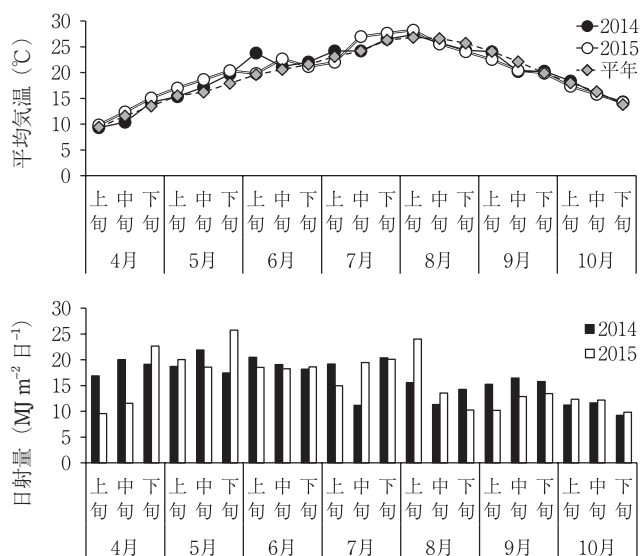
稲発酵粗飼料 (rice whole crop silage; イネ WCS) とは、糊熟期から黄熟期のイネを、穂だけでなく葉および稈を含めた地上部すべてを収穫した後、乳酸菌を利用して発酵させた粗飼料である。これまで、牛に給与されたイネの粗は、多い場合には50%以上が未消化のまま排泄されるため、これによる栄養分の損失が問題となっていた (箭原ら 1981, 新出ら 2003, 松山ら 2005, 山本ら 2005, 山本ら 2008, 新出ら 2008)。この問題への対策として近年、著者らが育成した WCS 専用イネ品種である、「たちすずか」 (Matsushita ら 2011) と「たちあやか」 (Matsushita ら 2014) は、短穂性を有しており地上部に占める粗の割合が低く、未消化粗による栄養損失が小さいと考えられ、牛を用いた消化試験において、「たちすずか」の可消化養分総量は通常の穂をもつ品種「クサノホシ」よりも高いことが示されている (河野ら 2014)。このため短穂性品種は生産者や畜産農家からの飼料的評価が高い反面、種子生産においては短穂性により生産効率が低いことが普及上の問題となっている。このため、種子生産の効率向上に寄与することを目的として、各種の栽培条件がこれらの短穂性品種の収量構成要素に及ぼす影響が検討されている (保科・上藤 2011, Matsushita ら 2013, 保科 2014, 保科・高桑 2014, 藤本ら 2016)。この中で、「たちすずか」については、晩植や幼穂形成期 (出穂前 20 日頃) の窒素施肥が、大きな粒数の向上効果を示すことが報告されており (保科・上藤 2011, 保科 2014, 保科・高桑 2014, 藤本ら 2016)、種子収量が 400 g m⁻² を超える事例も報告されている (広島県立総合技術研究所農業技術センター栽培技術研究部 2012, 農研機構近畿中国四国農業研

究センター 2013)。この採種法の開発により、「たちすずか」の種子増殖の問題は解消され、作付面積は拡大している。一方、「たちすずか」と同じ短穂性遺伝子を有する「たちあやか」は、「たちすずか」より2週間程早生であり、その熟期から「たちすずか」が適さない北陸地域や東北中南部での栽培に適する。しかし「たちあやか」では、「たちすずか」の採種栽培に有効とされる栽培法 (晩植, 並木植え, 幼穂形成期の追肥) を適用しても、十分な種子収量が得られなかったとする報告 (藤本ら 2016) がある。「たちあやか」「たちすずか」両品種の短穂性は同じ交配母本に由来し、第11染色体上に座乗する遺伝子 *SP1* に変異をもつことに起因する (Li ら 2009, Matsushita ら 2011, Matsushita ら 2014)。しかし、「たちすずか」は「クサノホシ」に、「たちあやか」は「ホシアオバ」に、それぞれ短穂性を導入する目的で行われた交配から育成された品種であり、早晩性や草姿も違うことから、生育の様相や乾物生産特性、種々の栽培条件に対する反応性等が異なる可能性も考えられる。このようなことから、「たちあやか」の普及拡大には、この品種の収量構成要素に及ぼす栽培法の影響を検討し、採種栽培に適する要因を明らかにすることが重要である。そこで、本研究では、「たちすずか」において粒数増加に影響を及ぼす施肥法に着目し、「たちあやか」の収量構成要素に及ぼす影響を、主に施肥時期や窒素施用量の点から検討した。

材料と方法

1. 耕種概要

圃場試験は2014年と2015年に中央農業総合研究セン



第1図 試験期間の気温および日射量。

中央農業総合研究センター北陸研究センター本館圃場のデータ。平年値は気象庁による(高田気象観測所)。

ター北陸研究センター本館圃場(新潟県上越市稲田, 北緯37度12分, 東経138度27分, 標高11m, 細粒強グライ土)で, 品種「たちあやか」を供試して行った。栽植密度は 11.1 株 m^{-2} (条間30cm, 株間30cm)とした。2014年は5月22日, 2015年は5月21日に, 中苗を移植した。植え付け苗数は3本とした。施肥法には, 窒素施用量と施用時期が異なる, 以下の6種類を設けた。すなわち, 窒素の総施用量を成分量で10および 14 g m^{-2} の2水準, その中で穂肥の窒素施用量を2, 6および 10 g m^{-2} の3水準とし, 両者の組合せで6水準とした(基肥-穂肥: 8-2, 4-6, 0-10, 12-2, 8-6, 4-10 g m^{-2})。両試験年とも, 基肥は移植の翌日に硫酸を表面施用し, 穂肥は幼穂形成期(出穂約20日前に相当)に施用することとし, 2014年は7月19日, 2015年は7月22日に硫酸を表面施用した。リン酸とカリウムは, それぞれ, 苦土重焼燐1号, けい酸加里プレミア34を用いて, 成分量で 10 g m^{-2} を耕起時の土壌に全層施用した。一区の試験面積は $18.0 \sim 18.9 \text{ m}^2$ とし, 各試験区を3反復乱塊法で配置した。なお, 病害虫防除と水管理等の栽培管理は地域慣行に準じた。

2. 調査項目

2014年は7月15日, 2015年は7月14日に, 各区10株について草丈, 茎数, 完全展開葉の1枚下の葉(以下, n-1葉)の葉緑素計値(ミノルタ社製, SPAD502)を調査した。穂揃期に各区10株の最長稈についてn-1葉の葉緑素計値, 成熟期に各区10株の最長稈について稈長と止葉長をそれぞれ調査した。成熟期に 2.2 m^2 を地際刈りで収穫し, 地際より上の節から発生した分けつ上の穂で, 緑色が残っているものを遅れ穂とし, その数を調査した。遅れ穂を除去したのち, 楠田(1995)の方法に準じて穂数, 総

穂数, 一穂穂数を調査した。比重選は水道水に硫酸を溶解して比重1.13とした硫酸水を用いて行い, 比重選歩合は粒数比で求めた。発芽率は比重1.13以上の種子を用い, 採種翌年の3月から4月に調査した。各区の発芽率は一区につき, 直径9cmのシャーレにろ紙1枚を敷き, 水道水10mlを加えて100粒を播種し, 28°C で静置し7日後に, 発芽した種子の数を調査した。

3. 統計処理

統計処理は統計解析ソフト(株式会社社会情報サービス製, エクセル統計2012)を用いて分散分析とTukey-Kramer法($P < 0.05$)による多重比較検定を行った。

結 果

2014年および2015年の試験期間の平均気温と日射量を第1図に示した。2014年の気温は, 育苗期間である4月下旬から5月中旬にかけて平年並みであった。移植直後の5月下旬から6月上旬は平年より気温が高く, 特に6月上旬は平年を 4°C 以上上回った。6月下旬以降から, 収穫期である10月上旬までは平年並みの気温で推移した。2015年の育苗期間は平年に比べ気温が高く推移した。移植後から生育前半は, 概ね平年並みで, 7月中旬は平年より 2°C 以上高温となったが, それ以降は平年並みかやや低い気温で推移した。また, 日射量は5月下旬, 7月中旬, 8月上旬において2015年が2014年を顕著に上回った。

施肥法が「たちあやか」の生育におよぼす影響を明らかにするため, 穂肥施用前の7月中旬における草丈, 茎数, 葉色, また到穂日数, 穂揃期の葉色, 成熟期の稈長および止葉長を調査した(第1表)。その結果, これらの項目の中で, 茎数と穂揃期の葉色を除く各形質で年次間の差が有意となり, 2015年が2014年と比較し, 草丈は4cm程度短く, 穂肥前の葉色は濃く, 到穂日数は3日程度長く, 稈長は7cm程度, 止葉長は6cm程度長くなった。施肥法の影響については, 穂肥施用前の7月中旬において, 草丈は基肥を増施すると長くなる傾向が見られ, 両試験年次とも0-10区(2014年82cm, 2015年80cm)と12-2区(2014年93cm, 2015年86cm)との間には有意差がみられた。茎数は基肥の増施に伴って多くなる傾向がみられ, 2014年には基肥0-10区(285 本 m^{-2})と基肥 8 g m^{-2} 以上の区($357 \sim 369 \text{ 本 m}^{-2}$)と間には有意差があった。穂肥前の葉色は基肥の量が増えるに従い濃くなる傾向がみられ, 両試験年次とも0-10区(2014年42.3, 2015年45.9)と12-2区(2014年46.2, 2015年48.3)との間には有意差があった。2014年の出穂期は8月12日から8月13日, 2015年の出穂期は8月18日から21日となった。このとき到穂日数は, 基肥の増施に従い長くなる傾向がみられ, 2015年には0-10区(118日)と12-2区(121日)との間に有意差があった。穂揃期の葉色には処理間で有意差はみられなかった。稈長は基肥の増施に従い長くなる傾向がみられ, 2014年に

第1表 施肥法が「たちあやか」の生育におよぼす影響.

窒素施肥量 (g m ⁻²)			草丈	茎数	穂肥前 葉色	到穂 日数	穂揃期 葉色	稈長	止葉長
総窒素	基肥	穂肥	(cm)	(本 m ⁻²)	(SPAD 値)	(日)	(SPAD 値)	(cm)	(cm)
2014 年									
10	0	10	82 ^a	285 ^a	42.3 ^a	116 ^a	47.6 ^a	99 ^a	27.6 ^a
	4	6	86 ^{ab}	315 ^{ab}	43.2 ^a	116 ^a	46.2 ^a	104 ^b	27.0 ^a
	8	2	90 ^{bc}	362 ^c	44.4 ^{ab}	116 ^a	46.7 ^a	108 ^{bc}	26.3 ^a
14	4	10	87 ^{ab}	301 ^a	43.7 ^{ab}	116 ^a	46.4 ^a	104 ^b	27.3 ^a
	8	6	90 ^{bc}	369 ^c	44.5 ^{ab}	116 ^a	47.0 ^a	108 ^{bc}	25.4 ^a
	12	2	93 ^c	357 ^{bc}	46.2 ^b	117 ^a	47.4 ^a	110 ^c	27.5 ^a
2015 年									
10	0	10	80 ^x	330 ^x	45.9 ^x	118 ^x	47.3 ^x	108 ^x	32.9 ^{xy}
	4	6	84 ^{xy}	338 ^x	47.5 ^y	119 ^{xy}	47.1 ^x	112 ^x	33.1 ^{xy}
	8	2	83 ^{xy}	352 ^x	47.2 ^{xy}	119 ^{xy}	45.9 ^x	114 ^x	29.0 ^x
14	4	10	84 ^{xy}	353 ^x	47.0 ^{xy}	119 ^{xy}	47.3 ^x	111 ^x	35.7 ^y
	8	6	86 ^y	350 ^x	47.0 ^{xy}	119 ^{xy}	47.5 ^x	113 ^x	32.5 ^{xy}
	12	2	86 ^y	349 ^x	48.3 ^y	121 ^y	47.3 ^x	115 ^x	32.1 ^{xy}
年次平均									
2014 年			88	331	44.1	116	46.9	105	26.9
2015 年			84	345	47.2	119	47.1	112	32.6
分散分析									
年次			**	ns	**	**	ns	**	**
総窒素			**	*	**	*	ns	**	ns
穂肥			**	**	**	**	ns	**	*
年次 × 総窒素			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
年次 × 穂肥			**	*	ns	ns	ns	ns	ns
総窒素 × 穂肥			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
年次 × 総窒素 × 穂肥			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

到穂日数は播種日から出穂期（2014 年：8/12-13、2015 年：8/18-21）までの日数。

**, *, ns はそれぞれ 1%, 5% 水準で有意, および有意でないことを示す。アルファベットは各年次において異文字間に 5% 水準で有意差あり。

は 0-10 区 (99 cm) とそれ以外の区 (104-110 cm) との間, および基肥 4 g m⁻² 以下の区 (99-104 cm) と 12-2 区 (110 cm) との間には有意差があった。止葉長は穂肥の増施に従って長くなる傾向がみられ, 2015 年は 8-2 区 (29.0 cm) と 4-10 区 (35.7 cm) との間に有意差があった。

成熟期に収穫した後, 採種栽培において重要な形質である, 穂数, 一穂粒数, 総粒数, 比重選歩合, 比重 1.13 以上の粒数, 発芽率について, 施肥法による影響を比較, 検討した。(第2表)。穂数には, 基肥と穂肥の施用量の差異で, 有意差はみられなかった。これに対し, 最も多い一穂粒数を示したのは両試験年次とも 0-10 区 (2014 年 48.7 粒, 2015 年 31.2 粒) であり, 2014 年には 4-6, 8-2, 8-6, 12-2 の各区 (30.2-42.3 粒) と, また 2015 年には 8-2, 8-6, 12-2 の各区 (9.4-22.1 粒) と有意差があった。このとき総窒素量が同じ条件では穂肥の増施に従い, 一穂粒数が有意に増加した。一方, 穂肥が同じ条件においては総窒素が増えるに従い, 一穂粒数が減少する傾向が見られ, 2014 年の 4-6 区 (42.3 粒) と 8-6 区 (31.4 粒) との間

には有意差があった。一穂粒数と同様, 総窒素量が同じ条件では穂肥を増施するほど総粒数が有意に増加し, 両試験年次とも 0-10 区が最も高い総粒数を示した (2014 年 13000 粒 m⁻², 2015 年 9500 粒 m⁻²)。2014 年は 0-10 区と 4-6, 8-2, 8-6, 12-2 の各区 (7700-11500 粒 m⁻²) との間に有意差があった。また 2015 年においても 8-2, 8-6, 12-2 の各区 (2900-6500 粒 m⁻²) との間に有意差があった。比重選歩合におよぼす施肥法の影響は有意ではなく, 比重 1.13 以上の粒数は総窒素量が同じ条件では穂肥の増施に従って有意に増加した。また穂肥が同じ条件においては総窒素が増えるに従って減少する傾向が見られ, 2014 年の 4-6 区 (9500 粒 m⁻²) と 8-6 区 (7500 粒 m⁻²) との間には有意差があった。発芽率は, 処理間で有意差はみられなかった。本研究では, 両試験年次とも遅れ穂の発生がみられたため, その数を調査したところ, 遅れ穂数は穂肥の増施に従って多くなり, 穂肥 10 g m⁻² の区とそれ以外の間に有意差があった。試験年次間の比較では, 2015 年が 2014 年と比較し, 穂数は 35 本 m⁻² 程度多く, 一穂粒数は 17 粒程度

第2表 施肥法が「たちあやか」の収量構成要素、遅れ穂数、発芽率におよぼす影響。

窒素施肥量 (g m ⁻²)			穂数	遅れ穂数	一穂粒数	総粒数	比重選歩合	比重 1.13 以上の粒数	発芽率
総窒素	基肥	穂肥	(本 m ⁻²)	(本 m ⁻²)	(粒)	(10 ³ 粒 m ⁻²)	(%)	(10 ³ 粒 m ⁻²)	(%)
2014 年									
10	0	10	268 ^{ab}	30 ^b	48.7 ^c	13.0 ^d	75.7 ^a	9.9 ^c	99.7 ^a
	4	6	273 ^{ab}	1 ^a	42.3 ^b	11.5 ^c	82.4 ^a	9.5 ^c	99.7 ^a
	8	2	262 ^{ab}	0 ^a	30.9 ^a	8.1 ^{ab}	78.7 ^a	6.4 ^{ab}	99.0 ^a
14	4	10	265 ^{ab}	19 ^b	46.8 ^{bc}	12.4 ^{cd}	75.6 ^a	9.3 ^c	98.0 ^a
	8	6	292 ^b	0 ^a	31.4 ^a	9.1 ^b	82.5 ^a	7.5 ^b	99.7 ^a
	12	2	256 ^a	0 ^a	30.2 ^a	7.7 ^a	74.3 ^a	5.7 ^a	99.0 ^a
2015 年									
10	0	10	306 ^x	1 ^x	31.2 ^z	9.5 ^z	74.1 ^x	7.1 ^z	98.7 ^x
	4	6	300 ^x	0 ^x	24.5 ^{yz}	7.3 ^{yz}	68.8 ^x	5.1 ^{xyz}	99.7 ^x
	8	2	309 ^x	0 ^x	16.8 ^{xy}	5.2 ^{xy}	73.3 ^x	3.8 ^{xy}	98.7 ^x
14	4	10	310 ^x	3 ^x	24.1 ^{yz}	7.5 ^{yz}	71.5 ^x	5.4 ^{yz}	98.3 ^x
	8	6	292 ^x	0 ^x	22.1 ^y	6.5 ^y	73.6 ^x	4.9 ^{xyz}	99.3 ^x
	12	2	309 ^x	0 ^x	9.4 ^x	2.9 ^x	68.2 ^x	2.0 ^x	99.3 ^x
年次平均									
	2014 年		269	8	38.4	10.3	78.2	8.1	99.2
	2015 年		304	1	21.4	6.5	71.6	4.7	99.0
分散分析									
年次			**	**	**	**	*	**	ns
総窒素			ns	ns	**	**	ns	**	ns
穂肥			ns	**	**	**	ns	**	ns
年次 × 総窒素			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
年次 × 穂肥			**	**	*	ns	ns	ns	ns
総窒素 × 穂肥			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
年次 × 総窒素 × 穂肥			ns	ns	*	*	ns	ns	ns

比重選歩合は比重1.13で選別した際の粒数比。

**, *, ns はそれぞれ1%, 5%水準で有意, および有意でないことを示す。アルファベットは各年次において異文字間に5%水準で有意差あり。

少なく、総粒数は3800粒 m^{-2} 程度少なく、比重選歩合は7%程度低く、比重1.13以上の粒数は3400粒 m^{-2} 程度少なく、遅れ穂数は7本 m^{-2} 程度少なかった。

考 察

本研究では、「たちあやか」の採種栽培に適した施肥法を明らかにするため、総窒素量2水準、穂肥窒素量3水準の組合せにより6水準を設け、「たちあやか」の生育と収量構成要素に及ぼす影響を調査した。このとき、「たちあやか」において、疎植により総粒数が増加するとの報告(Matsushitaら2013, 藤本ら2016)を考慮し、比較的低い栽植密度である、11.1株 m^{-2} の条件で試験した。試験は2014年と2015年に実施し、両年ともに、穂肥施用前である7月中旬の調査では、基肥を増施することにより草丈が長く、茎数が多く、葉緑素計値が高くなった。成熟期の稈長も同様に、基肥の増施により長くなった(第1表)。すなわち、基肥の増施により生育が旺盛になったといえる。しかし、施肥法が穂数におよぼす影響は認められなかった。

これは、幼穂形成期以降に無効分げつが退化したことによると考えられる。これに対し、総窒素のうち穂肥の割合が高い条件で一穂粒数が有意に多くなり、これに応じて総粒数も増加した。また、穂肥の量が同じ条件で比較した場合、総窒素が少ない方が一穂粒数と総粒数が多い傾向がみられた(第2表)。このことより、「たちあやか」の採種栽培において、より多くの種子を得るには、基肥の増施による穂数の確保よりも、穂肥の増施によって一穂粒数を増加させる施肥法を選択する方が有効と考えられる。ただし、本研究で供試した、「たちあやか」では、穂肥10 g m^{-2} の条件で遅れ穂の発生がみられたことから、これ以上の穂肥の増施については慎重な検討が必要と考えられた。なお、総窒素、穂肥に及ぼす比重選歩合および発芽率への影響は有意でなかったことから、穂肥の増施によって総粒数を多く得ることが種子の品質低下を招く可能性は低いと考えられる。比重1.13以上の粒数は総粒数と同様の挙動を示した。

本研究では、穂肥施用前の茎数と穂揃期の葉色、発芽率を除く各項目について年次間差が有意であった(第1表、

第2表)。穂肥施用前の7月中旬時点で、2015年は2014年と比較し草丈が短く、葉緑素計値が高かった。この差は2014年の移植以降、特に6月上旬の気温が高かったことに起因し、2015年は2014年より生育が遅れていたことが示唆され、これが到穂日数の年次間差の原因になったと考えられる。これに対応し、2015年は穂肥の施用を2014年より3日遅らせたものの、穂肥施用から出穂までの期間は2～6日長くなった。このため、2015年は2014年に比較し栄養成長に配分される光合成産物が多くなり、稈長および止葉長が長く、無効分げつの退化が抑えられ穂数が多くなったと考えられる。このとき、2015年は2014年に比較し一穂粒数および総粒数が少なかったことは、「たちすずか」および「たちあやか」において、幼穂形成期の窒素施用が精粒重を増加させるのに対し、穂首分化期の窒素施用により、施用しない場合と比較し精粒重が減少した(保科・高桑 2014, 藤本ら 2016)もしくは精粒重に影響をおよぼさなかった(保科・上藤 2011, 保科 2014)との報告と一致する。すなわち、「たちあやか」の採種栽培においては、穂肥の施用時期が早くなりすぎないように留意すべきことが示唆された。著者らは、「たちすずか」では移植時期を大きく変化させても出穂期があまり変化しないのに対し、「たちあやか」では移植時期を変化させると出穂期も大きく変化し、日長の影響をうけにくいことを明らかにしており(藤本ら 2016)、「たちあやか」の採種栽培においては、移植時期や移植以降の気象条件によって生育ステージの進行が変動することを考慮し、穂肥の施用時期を暦日のみによって判断するのではなく、葉色、幼穂長、葉齢指数など、複数の幼穂の生育段階を示す指標を総合的に調査し、出穂期をできるだけ正確に予測する必要があると考えられる。

本研究において、「たちあやか」、「たちすずか」の施肥法に対する反応は類似しており、基肥をできるだけ少なくし、穂肥を多く施用することによって多収が得られることが示唆された。両品種の短穂性は、第11染色体上に座乗する遺伝子 *SP1* に変異をもつことに起因するが、この遺伝子の機能は明らかになっていない(Li ら 2009)。*SP1* の機能が失われた品種は、穂首分化期から幼穂形成期にかけて、野生型の品種と同様に枝梗や穎花の分化を行うものの、その後、穂首に近い枝梗を中心に発育を停止する枝梗がみられ、穂の外観が短くなる。野生型品種では、幼穂形成期から穂ばらみ期の幼穂において *SP1* が盛んに発現していることから、短穂性品種においてもこの時期に窒素施肥を行うことにより、*SP1* の機能が部分的に補償され正常に発育する枝梗が増加し、一穂粒数を増加させていると考えられる。今後 *SP1* の機能が明らかになることで、この現象のメカニズムが解明され、短穂性品種の採種性を改善する栽培法に関して、重要な手がかりが得られると考えられる。

今回、最多収となった2014年の基肥なし、穂肥 10 g m^{-2} の条件においては約 13000 粒 m^{-2} の総粒数の確保が可能であった(第2表)。育成地による玄米千粒重(農研機構

近畿中国四国農業研究センター 2011)の1.1倍を千粒重として推定すると、粒重は 295 g m^{-2} 、比重選後では 223 g m^{-2} と推定される。しかしながら、「たちすずか」では総粒数が約 17000 粒 m^{-2} 、あるいは精粒重 400 g m^{-2} を越えるとの報告もあり(Matsushita ら 2013)、より多収を目指した検討が必要である。なお、本研究では基肥を表層施肥としたが、一般に表層施肥は全層施肥と比較し施肥窒素の利用率が低いため(御子柴 1985)、全層施肥による検討を行うことで基肥の効果についてより明瞭な結果が得られる可能性がある。さらに、本試験は可給態窒素量が 200 mg kg^{-1} を越える(平内ら 2014, 東ら 2015)、地力の比較的高い土壌条件で実施したことから、地力の低い条件においても、同様の検討を行うことにより、「たちあやか」の採種栽培に適する圃場や施肥法の選定に有用な情報が示されることが期待される。他方、著者ら(藤本ら 2016)は施肥法と晩植、疎植を組み合わせた検討により、「たちすずか」では晩植および疎植によって多収が得られるのに対し、「たちあやか」では晩植の効果はなく、疎植によって収量が下がったことを報告しているが、「たちあやか」では単年度の結果となっており、今後はこれらを含めた施肥法以外の栽培条件が「たちあやか」の採種性におよぼす影響に関しても精査していく必要がある。

謝辞：本研究のとりまとめにあたっては、新潟大学大学院自然科学研究科 高橋能彦博士、西村実博士、岡崎桂一博士、高田良三博士には貴重なご助言を賜りました。また本研究の遂行には、農研機構中央農業研究センター北陸業務科の野崎育雄氏、小出賢一氏、橋本尚平氏(現・農研機構本部つくば技術支援センター)には試験圃場での栽培管理や調査にご尽力いただきました。また同センターの秋山春美氏、横山良枝氏、関澤三千代氏をはじめとする契約職員各位には調査やデータ整理にご協力いただきました。ここに記して深謝いたします。

引用文献

- 東英男・上蘭一郎・野原茂樹・高橋茂・加藤直人 2015. 水田土壌の湛水培養無機化窒素量の特徴とその簡易迅速評価法の開発 第2報 絶乾土水振とう抽出有機態炭素量による水田風乾土可給態窒素の迅速評価. 土肥誌 86: 188-197.
- 藤本寛・松下景・中込弘二・森伸介 2016. 短穂飼料用イネ品種の効率的種子生産方法の検討. 近中四農研報 16: 13-27.
- 平内央紀・大角壮弘・松村修・吉永悟志 2014. 北陸地域における水稻多収品種「北陸 193 号」の肥効調節型肥料を用いた減肥栽培が生収量に及ぼす影響. 土肥誌 85: 369-374.
- 広島県立総合技術研究所農業技術センター栽培技術研究部 2012. イネ発酵粗飼料用稲「たちすずか」の種子収量に及ぼす移植条件と窒素施用の影響. 平成 24 年度広島県立総合技術研究所農業技術センター研究成果情報集, 広島, 9-10.
- 保科亨・上藤満宏 2011. イネ発酵粗飼料用品種「たちすずか」の収量および収量構成要素に及ぼす施肥の影響. 日作紀 80(別 1): 260-261.

- 保科亨 2014. WCS 専用水稲品種「たちすずか」の子実収量に及ぼす晩植条件での栽植密度および窒素施用の影響. 日作紀 83(別 1): 38-39.
- 保科亨・高桑将滋 2014. 発酵粗飼料専用水稲品種「たちすずか」の子実収量に及ぼす移植条件および窒素施用の影響. 日作紀 83(別 2): 8.
- 河野幸雄・新出昭吾・神田則昭・城田圭子・福馬敬紘・塚崎由子 2014. 極短穂型飼料イネ品種「たちすずか」によるホールクロップサイレージの栄養価と第一胃内分解性. 日草誌 60: 91-96.
- 楠田宰 1995. 水稻の収量及び収量構成要素の調査方法について. 植調 29: 138-143.
- Li, S., Qian, Q., Fu, Z., Zeng, D., Meng, X., Kyoizuka, J., Maekawa, M., Zhu, X., Zhang, J., Li, J. and Wang, Y. 2009. *Short panicle 1* encodes a putative PTR family transporter and determines rice panicle size. *Plant J.* 58: 592-605.
- Matsushita, K., Iida, S., Ideta, O., Sunohara, Y., Maeda, H., Tamrua, Y., Kouno, S. and Takakuwa, M. 2011. 'Tachisuzuka', a new rice cultivar with high straw yield and high sugar content for whole-crop silage use. *Breed. Sci* 61: 86-92.
- Matsushita, K., Iida, S., Ideta, O., Ishii, T., Fujimoto, H., Watanabe, H. and Takahashi, Y. 2013. Effect of low planting density on the spikelet number in 'Tachisuzuka', a rice (*Oryza sativa* L.) cultivar with a short panicle for whole crop silage use. *Grassl. Sci.* 59: 124-127.
- Matsushita K., Ishii, T. Ideta, O., Iida, S., Sunohara, Y., Maeda, H. and Watanabe, H. 2014. Yield and lodging resistance of 'Tachiyaka', a novel rice cultivar with short panicles for whole-crop silage. *Plant Prod. Sci.* 17: 202-206.
- 松山裕樹・塩谷繁・石田元彦・西田武弘・細田謙次・額爾敦巴雅爾・安藤貞・M.R. Islam・吉田宣夫 2005. 飼料イネサイレージ「はまさり」「夢十色」および「北陸 184 号」の飼料適性. 日草誌 51: 289-295.
- 御子柴穆 1985. 水田の施肥位置. 農業技術大系 土壌施肥編 第 6-1 巻 施肥の原理と施肥技術 (1). 農山漁村文化協会, 東京. 93-101.
- 農研機構近畿中国四国農業研究センター 2011. 茎葉多収で中生の稲発酵粗飼料用水稲新品種「たちあやか」. http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/warc/2011/120a0_10_01.html (2016/06/13 閲覧).
- 農研機構近畿中国四国農業研究センター 2013. 高糖分飼料イネ「たちすずか」採種のためのこよみ. http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/warc_manual_tachisuzuka_cultivation_calendar_seed.pdf (2016/03/22 閲覧).
- 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり 2003. 稲発酵粗飼料を用いた TMR における粗濃比の違いが乳生産に及ぼす影響. 広島畜技セ研報 13: 1-11.
- 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり 2008. 飼料イネホールクロップサイレージの刈取時期の違いが子実排せつ量に及ぼす影響. 広島畜技セ研報 15: 1-8.
- 箭原信男・高井慎二・沼川武雄 1981. 水稻ホールクロップサイレージの調製利用に関する研究. 東北農試研報 63: 151-159.
- 山本泰也・水谷将也・乾清人・浦川修司・平岡啓司・後藤正和 2005. 乳牛におけるイネホールクロップサイレージを用いた混合飼料の飼料特性. 日草誌 51: 40-47.
- 山本泰也・水谷将也・乾清人・浦川修司・平岡啓司・後藤正和 2008. 混合飼料におけるイネホールクロップサイレージの未消化子実排泄に及ぼす併給粗飼料の影響. 日草誌 54: 12-18.

Effect of Fertilization on the Spikelet Number in “Tachiyaka”, a Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivar with a Short Panicle for Whole-Crop Silage Use : Kei MATSUSHITA¹⁾, Ichiro NAGAOKA¹⁾, Hideki SASAHARA¹⁾, Hideo MAEDA¹⁾ and Hajime WATANABE²⁾ (¹⁾Central Region Agric. Res. Center, NARO, Joetsu, Niigata 943-0193, Japan; ²⁾Grad. Sch. of Sci. & Tech., Niigata Univ., Niigata)

Abstract : Rice cultivars with short panicles, “Tachiyaka” and “Tachisuzuka”, were developed for silage use because of their improved feed value due to a radical decrease in hard to digest spikelets. However, these cultivars produce an insufficient number of seeds for propagation. Nitrogen application at the panicle formation stage or late transplanting improves unhulled rice yield in “Tachisuzuka”. However, this has not been confirmed in “Tachiyaka”. Therefore, the effects of the amount of total and top-dressed nitrogen fertilizer, on the yield components of “Tachiyaka” were studied in 2014 and 2015. The method of fertilization did not affect the panicle number and the ratio of selection by specific gravity. However, spikelet numbers per panicle and per unit area were increased by increasing the amount of top-dressed nitrogen fertilizer compared with that of basal dressing. Therefore, the spikelet number should be increased by reducing the basal dressing and increasing the top dressing to improve the seed production in “Tachiyaka”. However, late-emerging panicles were observed in top dressing more than 10 g m⁻² nitrogen.

Key words : Fertilization, Rice, Seed production, Short panicle, Spikelet number, Whole crop silage, Yield component.