

## 品種・遺伝資源

# 水稻品種オオチカラ由来の短根性準同質遺伝子系統 IL-*srt1* の収量性

趙仁貴<sup>1)</sup>・塩津文隆<sup>2)</sup>・劉建<sup>2)</sup>・豊田正範<sup>3)</sup>・諸隈正裕<sup>3)</sup>・楠谷彰人<sup>3)</sup>

(<sup>1)</sup> 吉林農業大学農学院, (<sup>2)</sup> 愛媛大学大学院連合農学研究科, (<sup>3)</sup> 香川大学農学部)

**要旨**：短根性が水稻の収量発現に及ぼす影響を検討するため、水稻品種オオチカラとその短根性準同質遺伝子系統 IL-*srt1* の収量および収量構成要素を比較した。IL-*srt1* の収量は 507 g/m<sup>2</sup>、オオチカラの収量は 745 g/m<sup>2</sup> で、IL-*srt1* / オオチカラ比は 68% であった。収量構成要素の IL-*srt1* / オオチカラ比は、穂数では 91%、1 穂粒数では 100%、登熟歩合では 80%、1000 粒重では 95% であり、IL-*srt1* の低収性には登熟歩合が最も強く影響していた。登熟歩合は稔実歩合と稔実初登熟歩合に分けられる。稔実歩合の IL-*srt1* / オオチカラ比は 74%、稔実初登熟歩合のそれは 108% で、IL-*srt1* の稔実歩合はオオチカラより低かったが、稔実初登熟歩合はオオチカラより高かった。これらより、IL-*srt1* の短根性は稔実歩合を通じて登熟歩合の低下に影響し、このためオオチカラよりも低収になると考えられた。

**キーワード**：収量、収量構成要素、準同質遺伝子系統、水稻、短根性遺伝子、登熟歩合、稔実歩合。

作物の生育や収量性の改善にとって根に関する遺伝的情報は大きな意味を持っている (梁・一井 1996b) が、根の遺伝機構を解析するためには突然変異体の利用が有効と考えられている (一井 1994)。また、小柳ら (2001) は、根の遺伝効果を解明するためには根に関わる遺伝子だけが異なる同質遺伝子系統を用いるのが望ましいと述べている。こうしたことから水稻においても近年、根系の形成や伸長性に関わる多くの突然変異体や同質遺伝子系統が作出され、その遺伝機構の解析と地上部の形態や成長との関係が調査されている (一井・石川 1992, 1993, 梁・一井 1996a, b, 郝・一井 1999, 一井ら 2000, Yao ら 2002, 2003, Chhun ら 2003, Debi ら 2003)。しかし、これらの研究はポットで栽培した幼植物を対象にしたものが多く、圃場において全生育期間を通して調査した報告は少ない。

著者らはこれまで、オオチカラに由来する短根性突然変異体から作出した準同質遺伝子系統 IL-*srt1* をポットおよび圃場で栽培し、根系の分布や量、地上部の生育、乾物生産、生理的特性などについて調査を行ってきた (趙ら 2005, 2006)。その結果、IL-*srt1* の短根性は根の形態や分布、あるいは機能を通じて分げつの発生や乾物生産に大きく影響することを認めた。これらは当然、収量に関係していると思われるが、準同質遺伝子系統を利用して短根性遺伝子が収量に及ぼす影響を圃場試験で検討した報告はみられない。

そこで本研究では、オオチカラと IL-*srt1* を圃場において栽培し、収量および収量構成要素を比較した。すなわち、IL-*srt1* の短根性が収量構成要素を通して収量とどのように関わっているのかを明らかにすることによって、根が収量形成に果たす役割と今後の根系育種に関する基礎的知見を得ようと試みた。

## 材料と方法

### 1. 供試材料

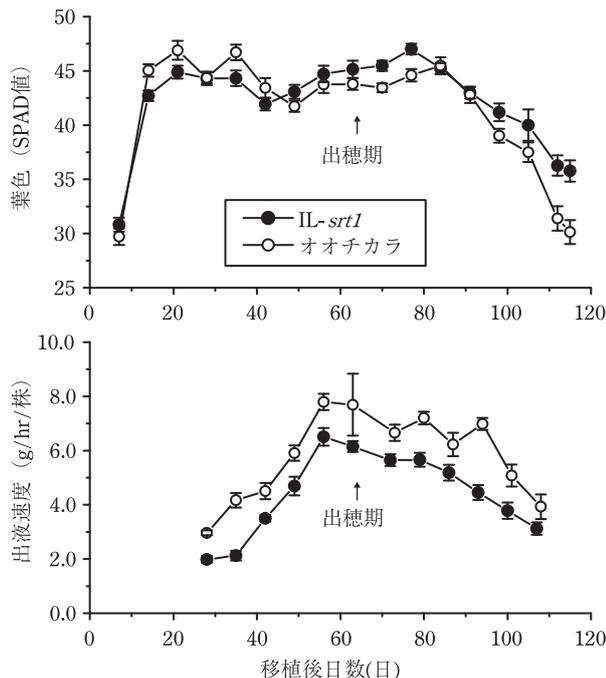
オオチカラの種子に 200 Gy のガンマ線を照射して得られた M<sub>2</sub> 種子約 10 万粒から、単一の劣性遺伝子 *srt1* に支配される短根突然変異体 RM1 を選抜した。RM1 に野生型オオチカラを 6 回連続戻し交雑し、オオチカラの遺伝的背景に RM1 のもつ短根性遺伝子 *srt1* を導入した短根性準同質遺伝子系統 IL-*srt1* を作出した。戻し交雑には、各戻し交雑後に自殖を行って分離した短根個体を使用した。試験には、こうして得られた BC<sub>6</sub>F<sub>6</sub> 世代の IL-*srt1* をオオチカラとともに供試した。

### 2. 栽培方法

2005 年 5 月 21 日に香川大学農学部網室内畑に播種し 19 日間育苗した苗 (葉齢 3.5) を、6 月 9 日に栽植密度 22.2 株 m<sup>-2</sup> (30 cm × 15 cm)、1 株 1 本で同農学部内実験水田に手植えした。肥料は化成肥料で N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O を 10 a 当たり 8.5 kg ずつ全量基肥で施用し、水管理は常時湛水とした。試験は、1 区 264 株 (11.9 m<sup>2</sup>) の 2 反復で行った。

### 3. 調査方法

移植後 1 週間おきに 16 週間目まで、1 区当たり (以下、略) 10 株についての葉色を追跡調査した。出穂期までは草丈の長い 2 茎の最上位展開葉、出穂期後は稈長の長い 2 茎の止葉を対象に、それぞれの中央部の葉色値を葉緑素計 SPAD-502 型 (ミノルタ社製) によって測定した。葉色の調査は収穫当日 (以下、成熟期とする) の 10 月 2 日にも行った。また、移植後 4 週間目から 1 週間ごとに出水速度を調査した。すなわち、午前 9 時に生育中庸の 5 株を高さ



第1図 葉色と出液速度の推移。  
図中の縦棒は標準誤差。

10 cm で切断し、森田・阿部 (1999) の方法によって出液量を測定した。10 時までの1時間当たり出液量を出液速度とした。なお、*IL-srt1* の出穂期は8月13日、オオチカラの出穂期は8月14日で、移植後9週間目の調査日(8月11日)と2~3日しか違っていなかった。そこで、葉色、出液速度とも出穂期当日の調査は行わず、以下の本文中では8月11日の調査値を出穂期のものとして扱った。出穂期後の葉色の調査は移植後10週間目(8月18日)に開始したが、出液速度の調査は出穂期の1週間後(*IL-srt1*:8月20日、オオチカラ:8月21日)に行った。このため、出穂期後の葉色と出液速度の調査日には2~3日のずれが生じた。

出液速度の調査は出穂期後6週間目まで続けたが、同時に調査株の籾を用いて比重1.00(水道水)で精籾を選別し、この結果をもとに出穂期後1週間おきの精籾歩合を算出した。本研究では、この精籾歩合を登熟歩合とした(塩津ら2006)。また、出穂期と成熟期に生育中庸の5株を採取し

て部位別(葉、籾+葉鞘、穂)に分け、80℃で48時間通風乾燥した後、それぞれの乾物重を秤量した。

成熟期に90株を無作為に刈取り、収量および収量構成要素を調査した。収穫後1週間ガラス室内で風乾してから脱穀し、さらに唐箕選を2回加えて得られた籾重を収量とした。穂数は90株全てについて計数し、1穂籾数は別に選んだ平均穂数に近い5株について調査した。1穂籾数を調べた籾を対象に触手によって稔実歩合を調査した後、上記と同様の方法で選別した精籾の1000粒重(以下、1000籾重)と登熟歩合を求めた。さらに、津野ら(1990)の方法に従って精籾の1000粒容積(以下、1000籾容積)と比重(以下、籾比重)を測定した。

なお、出穂期に生育良好な6穂を採取して水道水中で開花期まで培養した。その後、それぞれの穂の上部、中央部、下部で開花した穎花の葯を無作為に取り、1%のヨード・ヨードカリ溶液で染色した。顕微鏡で見た観察視野内に存在する青く染まった花粉(充実花粉)の数と全花粉数を計数し、両者の比を充実花粉数歩合(発育花粉数歩合、Satake and Shibata 1992)とした。

## 結 果

### 1. 葉色および出液速度の推移

第1図に、葉色値と株当たり出液速度の推移を示した。なお、上で述べたように、葉色と出液速度の出穂期後の調査日は2~3日違っていたので、統一性を保つために本図の横軸と以下の記述は移植後日数によって表現した。

オオチカラ、*IL-srt1*とも、葉色値は移植直後から21日にかけて上昇し、42~49日目まで低下する傾向がみられた。その後、出穂期をはさんで移植後77~84日目(出穂期後2~3週間目頃)にかけて再び上昇し、それ以降は低下した。この間、移植後42日目まではオオチカラ、出穂期前後は*IL-srt1*の方が高い傾向を示したが、その差は小さかった。しかし、移植後91日目(出穂期後4週間目頃)からの葉色値はオオチカラの方が急激に低下した。

株当たり出液速度は、移植後28日目から上昇し、56日目に最高となった後低下した。全期間を通じて*IL-srt1*よりもオオチカラの方が高く推移したが、移植後92、93日目(出穂期後4週間目)以降の低下は、葉色値と同様、オ

第1表 収量および収量構成要素。

	籾収量 (g/m <sup>2</sup> )	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	1穂籾数 (粒/穂)	総籾数 (粒/m <sup>2</sup> )	登熟歩合 (%)	1000籾重 (g)
<i>IL-srt1</i>	507	255	99.6	25398	40.4	39.3
オオチカラ	745	280	99.2	27776	50.2	41.3
比率(%)	68	91	100	91	80	95
t検定	***	*	ns	ns	***	**

ns, \*, \*\*, \*\*\*: t検定によって、*IL-srt1*とオオチカラの平均値にそれぞれ有意差なし、5%、1%、0.1%水準で有意差ありを示す(n=2)。

比率(%):(*IL-srt1*/オオチカラ)×100。

第2表 登熟歩合関連特性.

	稔実歩合 (%)	稔実籾登熟歩合 (%)	花粉数	充実花粉数歩合 (%)
<i>IL-srt1</i>	56.6	71.4	201	96.1
オオチカラ	76.1	66.0	183	98.9
比率 (%)	74	108	110	97
t 検定	***	*	ns	ns

花粉数：顕微鏡視野内に存在する花粉数. 充実花粉数歩合：充実花粉数 / 花粉数.

ns, \*, \*\*\*: t 検定によって, *IL-srt1* とオオチカラの平均値にそれぞれ有意差なし, 5%, 0.1%水準で有意差ありを示す (n = 2).

比率 (%) : (*IL-srt1* / オオチカラ) × 100.

オオチカラの方が急であった.

## 2. 収量および収量構成要素

第1表に, m<sup>2</sup> 当たり (以下, 略) の収量と収量構成要素およびそれらの *IL-srt1* / オオチカラ比を示した. *IL-srt1* の収量は 507 g で, オオチカラの 745 g よりも 32% 有意に低かった. 総籾数は *IL-srt1* が 25398 粒, オオチカラが 27776 粒であった. 総籾数を穂数と 1 穂籾数に分けてみると, 1 穂籾数に差はなかったが, 穂数は *IL-srt1* の方が 9% 有意に少なかった. 登熟歩合は *IL-srt1* が 40.4%, オオチカラが 50.2%, 1000 籾重はそれぞれ 39.3 g, 41.3 g で, ともに有意差が認められた. *IL-srt1* / オオチカラ比は, 登熟歩合が 80%, 1000 籾重は 95% であった.

登熟歩合すなわち精籾数 / 総籾数は, 稔実籾数 / 総籾数 (稔実歩合) と精籾数 / 稔実籾数 (稔実籾登熟歩合) に分けられる (楠谷 1988). そこで, 登熟歩合を稔実歩合で除して稔実籾登熟歩合を算出し, これらの値を第2表に示した. 稔実歩合は *IL-srt1* が 56.6%, オオチカラが 76.1% で, *IL-srt1* の方が有意に低く, *IL-srt1* / オオチカラ比は 74% であった. これに対し, 稔実籾登熟歩合の *IL-srt1* / オオチカラ比は 108% で, *IL-srt1* がオオチカラを有意に上回った. すなわち, *IL-srt1* は不稔籾が多いために登熟歩合が低下したが, 稔実した籾の登熟性はオオチカラより優っていた. なお, 稔実歩合に関わる充実花粉数歩合は *IL-srt1* が 96.1%, オオチカラが 98.9% で, オオチカラの方がわずかに高かったものの, その差は有意ではなかった. また, 顕微鏡の観察視野内に存在する花粉数にも有意差は認められなかった.

1000 籾重は, 1000 籾容積と籾比重の積である. 第3表に示したように, 1000 籾容積はオオチカラの方が *IL-srt1* よりも大きかったが, 籾比重に差はなかった. すなわち, 籾殻の大きさは *IL-srt1* が小さかったが, その充実度は変わらなかった.

## 3. 登熟歩合の推移

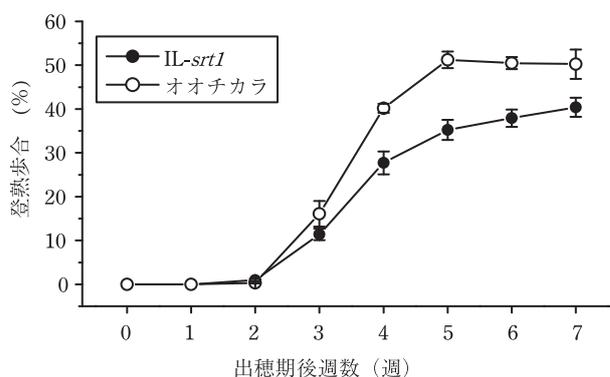
第2図に出穂期後1週間おきの登熟歩合の推移を示した. 登熟歩合は, 出穂期後3週間目からオオチカラの方が *IL-*

第3表 1000 籾容積と籾比重.

	1000 籾容積 (cm <sup>3</sup> )	籾比重 (g/cm <sup>3</sup> )
<i>IL-srt1</i>	36.1	1.089
オオチカラ	38.2	1.081
比率 (%)	95	101
t 検定	***	ns

ns, \*\*\*: t 検定によって, *IL-srt1* とオオチカラの平均値にそれぞれ有意差なし, 0.1%水準で有意差ありを示す (n = 2).

比率 (%) : (*IL-srt1* / オオチカラ) × 100.



第2図 登熟歩合の推移.

図中の縦棒は標準誤差.

*srt1* より高く推移したが, その推移はどちらも指数関数的であった. すなわち, 出穂期後2週間目から上昇が始まって4週間目まで急増した後, 増加速度は低下した. とくに, オオチカラは登熟初期の上昇は大きかったが, 出穂期後5週間目からの増加はみられなかった. 一方, *IL-srt1* は成熟期まで上昇を続け, オオチカラとの差は出穂期後5週間目から次第に縮小した.

## 4. 収量内容物と収量キャパシティ

村田 (1976) は, 水稻の収量を収量内容物と収量キャパシティに分けて考察し, このうち収量内容物は出穂期までに生産されて一時的に茎や葉鞘中に貯蔵された後子実へ転流される「出穂前蓄積分」と, 出穂期後に生産された「出穂後同化分」によって構成されると述べている. また, 収

第4表 収量内容物および収量キャパシティー関連形質.

	T (g/m <sup>2</sup> )	ΔW (g/m <sup>2</sup> )	T + ΔW (g/m <sup>2</sup> )	FN (粒/m <sup>2</sup> )	V (cm <sup>3</sup> )	FNV (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	(T + ΔW) / FNV
IL- <i>srt1</i>	204	480	684	14375	36.1	518	1.320
オオチカラ	239	670	909	20665	38.2	789	1.152
比率 (%)	85	72	75	70	95	66	115
t検定	*	***	**	**	***	***	*

T: 転流量, ΔW: 出穂期後同化量, T + ΔW: 収量内容物, FN: 稔実粒数, V: 1000 粒容積, FNV: 収量キャパシティー, (T + ΔW) / FNV: 収量内容物 / 収量キャパシティー比.

\*, \*\*, \*\*\*: t検定によって, IL-*srt1* とオオチカラの平均値にそれぞれ, 5%, 1%, 0.1%水準で有意差ありを示す (n = 2).

比率 (%): (IL-*srt1* / オオチカラ) × 100.

量キャパシティーは粒数と粒容積との積で示されることが多い (楠谷ら 1999, 塩津ら 2006). そこで, 本研究では, 出穂期から成熟期までの地上部乾物重の増加量 (ΔW) を「出穂期後同化分」, 稈 + 葉鞘乾物重の減少量を「出穂期前蓄積分」の転流量 (T) とみなし, これらの和 (T + ΔW) を収量内容物とした. 収量キャパシティーに関しては, 不稔粒はシンクとしての機能を果たしていない (李・太田 1973) ので, 総粒数 × 稔実歩合から算出した稔実粒数 (FN) と 1000 粒容積 (V) との積 (FNV) によってこれを表した (楠谷ら 1993a).

第4表は, こうして求めた収量内容物および収量キャパシティー関連形質を示したものである. 収量内容物は, T, ΔWともオオチカラの方が多く, T + ΔW, すなわち収量内容物の総量は IL-*srt1* がオオチカラより 25% 少なかった. 収量キャパシティーでは, IL-*srt1* が FN で 30%, V で 5% 少なく, このため FNV はオオチカラを 34% 下回った. しかし, FNV の低下率よりも T + ΔW の減少率の方が小さかったために, ソースとシンクのバランスを示す [(T + ΔW) / FNV] は IL-*srt1* がオオチカラより 15% 高くなった.

## 考 察

根の収量形成に果たす役割を考えるために, 短根性準同質遺伝子系統 IL-*srt1* とその戻し交雑親オオチカラの収量および収量構成要素を比較した. 収量の IL-*srt1* / オオチカラ比は 68% であったが, 収量構成要素の IL-*srt1* / オオチカラ比は, 総粒数で 91%, 登熟歩合で 80%, 1000 粒重では 95% であった (第1表). 総粒数を穂数と 1 穂粒数に分けてみると, IL-*srt1* の穂数はオオチカラより 9% 少なかったが, 1 穂粒数に差はなかった. したがって, IL-*srt1* は穂数が少なく, 登熟歩合が低く, 1000 粒重が軽いことが相乗され, オオチカラより 3 割以上も低収性になったと考えられるが, これらの中では登熟歩合の影響が最も大きかった. そこで, 登熟歩合を中心に IL-*srt1* の特性 (趙ら 2005, 2006) が収量構成要素とどう関わり, 低収性にどのように結びついているのかについて考察した.

登熟歩合を稔実歩合と稔実粒登熟歩合に分けてみた場合, 稔実歩合はオオチカラの方が高かったものの, 稔実粒

登熟歩合は IL-*srt1* がオオチカラを上回っていた (第2表). そこでまず, 稔実歩合について検討したが, 水稻の根と不稔発生との関係についてはこれまでもいくつかの研究例が報告されている. すなわち, Yamamoto and Nishimura (1986) は, 北海道の品種において, 耐冷性が強く稔実歩合の高い品種は出液量 (溢泌液量) が多いことを認め, 天野 (1984) は, 大量の堆肥が投与された水田の稲は 2 次根が多数形成されて根量が多くなり, かつその活力が高く維持されるために不稔の発生が軽減されると述べている. また, 楠谷ら (1986) は, 地表から 5 cm 以下に分布する下層根の割合が高いほど同粒数での不稔が少なくなると報告している. 本研究においても, 稔実歩合の低い IL-*srt1* はオオチカラよりも出液量が少なく (第1図), 根量も小さかった (趙ら 2005, 2006). これらは, 根の量や分布, 機能などが不稔の発生, すなわち稔実の良否に影響することを示唆するものであるが, その因果関係は十分解明されていない.

Satake and Shibata (1992) は, 水稻の受精率を次の受精構成要素式で表し, それぞれの受精構成要素は別の遺伝子に支配されていると推測している (佐竹 2007).

$$\text{受精率} = \text{分化小胞子数} \times \text{発育花粉数歩合} \times \text{受粉歩合} \\ \times \text{受精効率}$$

本研究では, 受精率を稔実歩合, 分化小胞子数を総花粉数, 発育花粉数歩合を充実花粉数歩合として検討したところ, IL-*srt1* とオオチカラの充実花粉数歩合に有意差は認められなかった (第2表). したがって, 両者の稔実歩合の差は, 総花粉数か受粉歩合あるいは受精効率によって決定されたと考えられる. しかし, 発育花粉数歩合が分化小胞子数と正の相関を示すこと (佐竹 2007), 本研究で観察した顕微鏡の視野内に存在する IL-*srt1* とオオチカラの花粉数に差がなかったこと (第2表) から, 葯内の総花粉数に大差はないと考えられる. したがって, IL-*srt1* の稔実歩合の低下には, 花粉数よりも受粉歩合や受精効率が強く関わっているのではないかと推測される. ただし, 受粉歩合には葯の裂開力や裂開のタイミング, 柱頭の面積などが, また, 受精効率には花粉の発芽力や花粉管の伸長性などが影響すると考えられているが, 受粉歩合や受精効率につい

での測定法は未だ確立されておらず、これらを支配する要因についてはよく分かっていない(佐竹 2007)。本研究においても、*IL-srt1* の短根性が受粉歩合や受精効率にどう影響するのかを検討することはできなかった。しかし、葯の裂開には水分条件が影響すると報告(諸隈・安田 2004)されており、*IL-srt1* では短根による根群域の狭小化で養水分の吸収が制限され(趙ら 2005)、出液量はオオチカラに比べて著しく少なかった(第 1 図, 趙ら 2006)。したがって、*IL-srt1* は、穎花内の水分不足によって葯の裂開が抑制されるために花粉が十分飛散せず、受粉歩合が低くなった可能性がある。また、各受精構成要素を支配する遺伝子は異なると考えられている(佐竹 2007)ので、そのうちのどれかが *IL-srt1* の持つ短根性遺伝子 *srt1* と連鎖している可能性もある。しかし、いずれにしてもこれらは推論にすぎないので、今後の詳しい検証が必要である。

次に、稔実初登熟歩合について検討すると、出穂期後の登熟歩合はオオチカラの方が一貫して *IL-srt1* より高く推移した(第 2 図)。しかし、オオチカラの登熟歩合は出穂期後 5 週間目から増加しなかったのに対し、*IL-srt1* はその後も増加を続け、最終的な稔実初登熟歩合はオオチカラを上回った(第 2 表)。オオチカラの登熟が停止する時期は、出液速度および葉色の低下が急になる時期とほぼ一致していた(第 1 図)。出液速度は根系の生理活性を評価する指標であり(森田・阿部 1999)、葉色は光合成能力と関係の深い形質である(中沢ら 1990, 楠谷ら 1993b)。したがって、オオチカラは出穂期後 4 週間目頃から根の活力や光合成能力が急激に衰えるために、その後の登熟が進まなくなると考えられる。また、登熟歩合や稔実初登熟歩合はソース / シンク比によって規定される(楠谷ら 1999, 塩津ら 2006)が、*IL-srt1* の収量内容物 / 収量キャパシティ比はオオチカラを上回っていた(第 4 表)。すなわち、単位収量キャパシティに分配される収量内容物は *IL-srt1* の方が多く、これが *IL-srt1* とオオチカラの最終稔実初登熟歩合の差になって現れたと推測される。

なお、*IL-srt1* における穂数の減少は、生育各期を通じての茎数不足によるものと考えられる。すなわち、*IL-srt1* は根群域が狭いために養水分の吸収が制限され、分けつの発生が抑制される(趙ら 2005)ことで、根群域の広いオオチカラよりも穂数が少なかったと考えられる。また、1000 粒重は *IL-srt1* の方がオオチカラよりも軽かったが、これを構成する 1000 粒容積と粒比重に分けてみると、1000 粒容積は *IL-srt1* の方がオオチカラより小さかったものの、粒比重に差はなかった(第 3 表)。このうち、*IL-srt1* の粒容積が小さくなる原因は、粒殻の大きさが決定される幼穂形成期頃の 1 粒当たり乾物生産量がオオチカラよりも少ない(趙ら 2005)ことにあるのではないかと推測される。一方、*IL-srt1* とオオチカラの粒比重が変わらなかったことには、稔実初登熟歩合同様、収量内容物 / 収量キャパシティ比が影響していると考えられる。

以上、本研究において *IL-srt1* とオオチカラの収量性の違いを比較した結果、*IL-srt1* は主に稔実歩合を介した登熟歩合の低下によって、オオチカラより収量が低くなることが明らかとなった。これらの詳しい関係については今後検討すべき点が残されているが、本研究に供試した *IL-srt1* は短根性遺伝子 *srt1* のみがオオチカラと異なるだけで、他の遺伝的背景は同じ準同質遺伝子系統である。したがって、本研究で得られた結果は、地上部の形質を支配する遺伝子が同じでも、根の長さに関わる一つの遺伝子が異なるだけで稔実歩合や登熟歩合が変動し、最終的な収量が左右されることを示している。これは、水稻の収量形成に果たす根の役割を従来の品種比較試験よりも明確にしたものであり、今後の根系育種にとって役立つ知見になると考えられる。

## 引用文献

- 天野高久 1984. 水稻の冷害に関する作物学的研究. 北海道立農試報 46: 1-67.
- Chun, T., S. Taketa, S. Tsurumi and M. Ichii 2003. The effects of auxin on lateral root initiation and root gravitropism in a lateral rootless mutant *Lrt1* of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Growth Regul.* 39: 161-170.
- Debi, B.R., J. Mushika, S. Taketa, A. Miyao, H. Hirochika and M. Ichii 2003. Isolation and characterization of a short lateral root mutant in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Sci.* 165: 895-903.
- 郝再彬・一井眞比古 1999. 無側根および重力屈性異常を示すイネ突然変異体 RM109 の形態的特性および遺伝解析. 日作紀 68: 245-252.
- 一井眞比古・石川道夫 1992. イネ短根突然変異体の形態と生育特性. 育種 42(別 2): 284.
- 一井眞比古・石川道夫 1993. イネ短根突然変異体の形態と生育特性(2). 育種 43(別 2): 206.
- 一井眞比古 1994. 植物の根に関する諸問題(16) - 突然変異体による遺伝解析 -. 農及園 69: 1233-1236.
- 一井眞比古・河村裕行・楊連群・武田真 2000. 無根毛イネ突然変異体の育成とその特性. 育種学研究 2(別 1): 137.
- 楠谷彰人・天野高久・佐々木石治・小林聡 1986. 水稻の冷温登熟性に関する研究. 第 2 報 根系の登熟に対する貢献. 日作紀 55: 321-326.
- 楠谷彰人 1988. 水稻の冷温登熟性に関する研究. 第 3 報 登熟に及ぼす出穂後乾物生産の影響. 日作紀 57: 298-304.
- 楠谷彰人・浅沼興一郎・木暮秩 1993a. 水稻における多収性の品種生態に関する研究. 第 1 報 収量構造の品種間差異. 日作紀 62: 385-394.
- 楠谷彰人・白石浩司・谷口政謙・三橋健・市原稔久・上田一好・浅沼興一郎 1993b. 水稻における葉色と収量関連特性との関係. 日作四国支紀 30: 62-63.
- 楠谷彰人・上田一好・浅沼興一郎・豊田正範 1999. 水稻における多収性の品種生態に関する研究 - ソース・シンク比と収量との関係 -. 日作紀 68: 21-28.
- 李鍾薫・太田保夫 1973. 水稻根の形態および機能と地上部諸形質との関連について. 農技研報 D 24: 61-105.

- 梁正偉・一井眞比古 1996a. イネ品種IR8に由来する短根突然変異系統LM10の遺伝子分析. 育種 46 : 373-377.
- 梁正偉・一井眞比古 1996b. イネ品種 IR8 に由来する短根突然変異体 LM10 幼植物の形態的特性. 日作紀 65 : 473-478.
- 森田茂紀・阿部淳 1999. 出液速度の測定・評価方法. 根の研究 8 : 117-119.
- 諸隈正裕・安田佐紀子 2004. 開花時における高温・高湿処理が日本型水稻の稔実に及ぼす影響. 日作紀 73 : 93-98.
- 村田吉男 1976. 作物生産と栽培環境. 村田吉男・玖村敦彦・石井龍一 共著, 作物の光合成と生態-作物生産の理論と応用-. 農文協, 東京. 147-196.
- 中沢文男・角田公正・鳥倉弘文 1990. 水稻多収性品種の光合成特性について. 第1報 個葉の光合成速度. 日作紀 59 : 72-79.
- 小柳敦史・乙部(桐淵)千雅子・柳沢貴司・本多一郎・和田道宏 2001. 種子根伸長角度を指標にした根系の深さが異なるコムギ実験系統群の作出. 日作紀 70 : 400-407.
- Satake, T. and M. Shibata 1992. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXXI Four components participating in fertilization. Jpn. J. Crop Sci. 61 : 454-462.
- 佐竹徹夫 2007. イネの冷害研究の思い出-研究の着想, 発見, 失敗, 進歩の跡-. 農業技術 69 : 393-426.
- 塩津文隆・劉建・豊田正範・楠谷彰人 2006. 水稻における登熟性の品種間差に関する研究-登熟に及ぼす収量内容物と収量キャパシティの影響-. 日作紀 75 : 492-501.
- 津野幸人・山口武視・牛見哲也 1990. 登熟抑制処理の水稻にみられる粒重と玄米中のアンモニア濃度との関係. 日作紀 59 : 481-493.
- Yamamoto, T. and M. Nishimura 1986. Relation between the tolerance to the sterility type of cool injury and the amount of bleeding water in rice plants. J. Breed. 36 : 147-154.
- Yao, S. G., S. Taketa and M. Ichii 2002. A novel short-root gene that affects specifically early root development in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Sci. 163 : 207-215.
- Yao, S. G., S. Taketa and M. Ichii 2003. Isolation and characterization of an abscisic acid-insensitive mutation that affects specifically primary root elongation in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Sci. 164 : 971-978.
- 趙仁貴・劉建・塩津文隆・豊田正範・楠谷彰人・武田真・一井眞比古 2005. 水稻品種オオチカラ由来の短根性準同質遺伝子系統IL-*srt1* の根系形態と地上部地下部関係. 根の研究 14 : 157-164.
- 趙仁貴・劉建・塩津文隆・豊田正範・楠谷彰人・武田真・一井眞比古 2006. 水稻品種オオチカラとその短根性準同質遺伝子系統IL-*srt1* の生理的特性. 日作紀75 : 148-152.

**Yield Ability of Rice Cultivar Oochikara and its Short-root Near Isogenic Line IL-*srt1*** : Rengui ZHAO<sup>1)</sup>, Fumitaka SHIOTSU<sup>2)</sup>, Jian LIU<sup>2)</sup>, Masanori TOYOTA<sup>3)</sup>, Masahiro MOROKUMA<sup>3)</sup> and Akihito KUSUTANI<sup>3)</sup> (<sup>1)Fac. of Agr., Jilin Univ of Agr. ; <sup>2)Unit. Grad. Sch. of Agr. Sci., Ehime Univ. ; <sup>3)Fac. of Agr., Kagawa Univ., Miki 761-0795, Japan)</sup></sup></sup>

**Abstract** : The effect of a short root characteristic of rice plant on yield was investigated by comparing the yield and yield components of cultivar Oochikara with those of IL-*srt1*, a short root near isogenic line derived from Oochikara. The percentage of the yield in IL-*srt1* (507 g/m<sup>2</sup>) to that in Oochikara (745 g/m<sup>2</sup>) was 68%. The percentage of ear number, number of grains per head, percentage of ripened grains and 1000 grain weight in IL-*srt1* were 91%, 100%, 80%, 95% of those in Oochikara, respectively. Low yield ability of IL-*srt1* was mainly attributed to a low percentage of ripened grains. The percentage of fertilized grains and that of fully ripened grains, which are components of the percentage of ripened grains in IL-*srt1* were 74% and 108% of those in Oochikara, respectively. Although the percentage of fertilized grains in IL-*srt1* was lower than that in Oochikara, the percentage of fully ripened grains to fertilized grains in IL-*srt1* was higher than that in Oochikara. These results imply that the low yield ability of IL-*srt1* is attributed to the effect of the short-root gene of IL-*srt1*, which reduces the percentage of ripened grains by decreasing the percentage of fertilized grains.

**Key words** : Near isogenic line, Percentage of fertilized grains, Percentage of ripened grains, Rice, Short-root gene, Yield component.