

栽培管理を異にしたコシヒカリの根系からのRb吸収量と収量構成要素

鯨幸夫^{*1)}・前田裕二郎¹⁾・三上敦子¹⁾・宮川修²⁾・橋本和幸¹⁾・新屋美紀¹⁾・
奥野志津江¹⁾・折谷隆志³⁾

(^{*1)} 金沢大学教育学部, 金沢市, 920-1192, ²⁾ 石川県農業総合研究センター, ³⁾ 富山県立大学短期大学部)

Rb Absorption Rate From the Soil Layer and Yield Components
of Field Grown Rice cv. Koshihikari under the Different Cultivation Management

Yukio KUJIRA^{*1)}, Yujiro MAEDA¹⁾, Atsuko MIKAMI¹⁾, Osamu MIYAKAWA²⁾, Kazuyuki HASHIMOTO¹⁾,
Miki SHINYA¹⁾, Shizue OKUNO¹⁾ and Takashi ORITANI³⁾

(^{*1)} Faculty of Education, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, ²⁾ Ishikawa Prefectural Agricultural Research Center,
³⁾ College of Technology, Toyama Prefectural University)

水稲根系の生理活性を示す指標として, 根系からのRb吸収量を測定した。Rb吸収量は, 40mg-Rb/mlを含む0.4%の寒天ゲル10mlを, 株間5cm下または株直下20cmにスポット注入して測定した。Rb吸収量は, 入善区において根上慣行区より大きい値を示し, 慣行区と比べ入善区の根の生理活性は高いことが認められた。株直下20cmにおいて一株あたりのRb吸収量と千粒重の間に負の相関関係が認められた。

Rb absorption rate from the soil layer was measured as an index indicating physiological root activities of rice. Ten ml of 0.4% gelatin containing Rb (40mg/ml) was placed in the soil layer 5cm below soil surface at the center of two hills or 20cm under the hill to estimate physiological root activities. Rb absorption rate in Nyuzen field was larger than that in common field in Neagari. Physiological root activity of rice grown in the former field was estimated to be higher than that in the latter. There was a significant negative correlation between Rb absorption rate from the soil layer 20cm below a hill and 1000-grain weight.

キーワード : イネ, 根系, 収量構成要素, 出穂期, Rb吸収量

Key words : Heading stage, Rb absorption rate, Rice, Root system, Yield components

水稲根の生理活性を示す指標として, 安定同位体である³²P (西垣ら1966), ⁸⁶Rb (Russel and Ellis 1968), ⁴²K (Russel 1977), ¹⁵N (安田・渡辺1990), を用いた方法が検討されている。著者らはこれまで, 異なる栽培条件下で生育した水稲の根の生理活性をRb吸収量を指標として検討し, 栽培条件の違いによる差異 (鯨ら1999, 2000a) および品種間差異 (鯨ら2000b, 2001) があることを報告した。本研究では, 長期間有機資材を連用している圃場, 多収獲の実績を示す圃場および礫層が発達した圃場で栽培されたコシヒカリを用いて根系からのRb吸収量を測定し, 土壌中の根系分布および収量構成要素との関連性について検討した。

材料および方法

実験は, 石川県根上町で26年間有機資材を連用している

圃場, 長野県伊那市における多収獲圃場および富山県入善町の黒部川扇状地に立地している礫層の多い圃場において, 2001年に実施した。供試品種はコシヒカリを用いた。根上町の圃場における試験区は, 26年間窒素無施用区, 26年間化学肥料のみを施用している慣行区, 26年間稲わらのすき込みを行っている処理区および9年間豚糞もみ穀堆肥の連用と稲わらのすき込みを行っている堆肥連用区とした。伊那市の農家水田 (伊那区) は, V字稲作によりコシヒカリの多収獲実績を示している圃場である。入善町の農家水田 (入善区) でも, V字稲作に準拠した水稲栽培を行っている。各試験区における栽培概要は, 第1表に示した。各試験区における根系調査は, コアサンプル法 (53mmφ, 深さ400mm) を用いて実施した。調査は出穂期と登熟期において, 株間の3箇所について実施した。入善区は黒部川扇状地にあるため, 下層は礫を主体とした浅い土壌であり, 表

層から20cmの階層までしか根系を採取することができなかった。また、根上区は手取川河口域に位置しており、土壌の深い層に礫があり、多く場合土壌30cmの階層までしか根系を採取することができなかった。採取した根系コアは地表面から10cm間隔で切断し、各土壌階層に含まれる根量を調査した。根系を含んだ土壌の洗浄は、根洗い機 (Hydroelute Root Washing Unit: Gillison's社, U. S. A.) と手作業により実施した。根上区および伊那区における根系からのRb吸収量は、出穂期と登熟中期に測定した。また、伊那区においては、多収圃場としての根の生理的活性を測定するため、水口部と水尻部の中間部におけるRb吸収量を測定した。40mg-Rb/mlを含む0.4%の寒天ゲル10mlを、注射器を用いて株間5cm下または株直下20cmにスポット注入し(4箇所注入/株)、5日後に調査用株を刈り取って乾燥サンプルとした。茎葉部のRb含有量は原子吸光法により定量した。また、収穫期に収量および収量構成要素を調査した。

結果および考察

1. Rb吸収量

根上区における出穂期のRb吸収量を第2表に示した。窒素無施用区を除いて、株直下20cmにおける株当たりのRb吸収量は、株間5cm下におけるRb吸収量より大きい値を示した。Rb吸収量は地上部バイオマスの大小によっても影響を受けると考えられるため、地上部単位乾重当たりのRb吸収量も求めたが同様の結果が得られた。入善区および伊那区における出穂期のRb吸収量を慣行区(根上化学肥料区)と比較して、第3表に示した。入善区の水口部における一株あたりのRb吸収量は、株間5cm下および株直下20cmの双方で根上化学肥料区より有意に多かった。また、入善区の水口部の株間5cm下における単位乾物重当たりのRb吸収量も他の試験区より有意に多いことから、入善区の水口部における根の生理活性は高いものと考えられた。

2. 根重の土壌中階層分布

伊那区と入善区における出穂期の根乾重を根上化学肥料区と比較して、第4表に示した。0-10cmの土壌階層にお

第1表 各試験区の栽培概要。

試験区	基肥 (kg/10a)			追肥 (kg/10a)		
	N	P	K	N	P	K
無窒素区	0.0	7.0	7.0	0.0	0.0	0.0
化学肥料区	2.0	7.0	7.0	4.0	0.0	4.0
稲わら区*	2.0	7.0	7.0	4.0	0.0	4.0
豚糞堆肥区**	0.0	7.0	7.0	6.8	0.0	6.8
伊那***	5.0	6.6	4.7	8.0	1.6	1.6
入善	3.6	6.0	4.8	苦土 + 珪酸を100kg/10a		

栽植密度: 根上20.9株/m², 伊那22.4株/m², 入善21.2株/m².

*稲わら区: 稲わらのみ施用。

**豚糞堆肥区: 稲わら+豚糞堆肥4.5t/10a。

***基肥は側条で実施し、追肥は幼穂長(20mm)を確認したのち、4kg-N/10aを2回施用。

る根重は、根上化学肥料区で有意に小さかった。その他の階層における根重には、試験区の違いによる有意な差は認められなかった。

3. 収量および収量構成要素

収量および収量構成要素を、第5表に示した。伊那区では水口部における坪刈収量が858kg/10aであるのに対し、水尻部では841kg/10aを示し、いずれも高い収量を示した。入善区の水口部における収量は644kg/10aであり、水尻部では579kg/10aであった。水口部の登熟歩合は90.2%であり、水尻部の79.6%より高い値を示していた。入善区の土壌は、礫層が多いため土壌の透水性は高い。利用している黒部川水系の農業用水は水温が低いが、土壌の透水性が良いために圃場の水口部と水尻部における水温と地温に温度差が生じていると考えられる。実際に水口部と水尻部では、水稻生育に数日のずれが認められた。伊那区では三峰川水系の農業用水を利用しているが、入善同様に用水の温度は低い(Oritani *et al.* 2001) (Kujira *et al.* 2001)。しかし、伊那水田の土壌は腐植を多く含み、土壌三相中の気相の割合が多い特徴を持っている。また、透水性は低いため、低水温の農業用水を利用しているにもかかわらず、土壌を媒介とした緩衝能力にすぐれている(Oritani *et al.* 2001)。こ

第2表 根上区における出穂期のRb吸収量。

試験区	株間5cm下		株直下20cm	
	Rb吸収量/株	Rb吸収量/g	Rb吸収量/株	Rb吸収量/g
無窒素区	15.84±4.24mg	326.57±66.65μg	10.06±2.22mg	177.07±16.84μg
化学肥料区	10.15±1.37	183.13±2.96	17.02±2.60	329.33±59.43
稲わら区	11.49±0.49	213.87±13.65	16.97±1.16	341.03±49.15
豚糞堆肥区	10.25±0.86	197.30±5.91	16.43±0.48	275.30±14.86
LSD	n. s.	136.51*	n. s.	160.4*

平均値±標準誤差 (n = 3)。

*: 5%レベルで有意。

n. s.: 有意差なし。

第3表 伊那区, 入善区および根上化学肥料区における出穂期のRb吸収量.

試験区	株間5cm下		株直下20cm	
	Rb吸収量/株	Rb吸収量/g	Rb吸収量/株	Rb吸収量/g
伊那	7.66±0.55mg	191.43±3.87μg	21.23±4.50mg	507.63±79.47μg
入善(水口)	18.02±2.39	352.90±29.83	28.61±0.44	529.60±17.77
入善(水尻)	14.08±1.42	238.77±24.57	27.12±0.58	476.83±12.73
根上化学肥料区	10.15±1.37	183.13±2.96	17.02±2.60	329.33±59.43
LSD	6.28*	77.79*	10.48*	n. s.

平均値±標準誤差 (n = 3).

*: 5%レベルで有意.

n. s.: 有意差なし.

第4表 伊那区, 入善区および根上化学肥料区における出穂期の根階層分布.

試験区	根重 (mg)				
	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	総根重
伊那・水口	246.33±22.36	90.67±21.67	23.00±9.18	3.67±2.60	363.33±9.55
伊那・水尻	309.67±15.34	152.00±57.41	30.00±6.34	0.67±0.54	492.33±65.40
入善・水口	311.00±32.89	153.33±24.88	—	—	464.33±57.67
入善・水尻	244.33±14.46	142.00±48.03	—	—	386.33±55.53
根上化学肥料区	139.33±29.45	39.23±2.79	7.40±1.57	—	186.17±24.02
LSD	92.82*	n. s.	n. s.	n. s.	185.54*

入善区では20cmまで採取, 根上区では30cmまで採取.

平均値±標準誤差 (n = 3).

*: 5%レベルで有意.

n. s.: 有意差なし.

第5表 収量および収量構成要素.

試験区	精玄米重 (kg/10a)	穂数/株	一穂粒数	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)
根上					
無窒素区	428	15.8	63.7	22.1	94.1
化学肥料区	587	19.4	66.1	23.4	92.8
稲わら区	615	21.2	64.4	22.7	87.1
豚糞堆肥区	644	21.2	72.5	21.8	85.6
伊那					
水尻	841	22.3	90.0	21.4	87.4
水口	858	21.8	91.5	21.9	87.7
入善					
水尻	579	21.2	78.6	20.6	79.6
水口	644	21.4	76.4	20.6	90.2

第6表 出穂期の株間5cm下におけるRb吸収量と0-10cmの階層における根重との相関係数.

根系	Rb吸収量	
	株あたり	地上部単位乾物重当たり
根重(0-10cm)	0.05	0.19
根重(10-20cm)	0.13	0.19
総根重	0.02	0.16

第7表 出穂期の株間5cm下におけるRb吸収量と収量および収量構成要素との相関係数.

収量構成要素	Rb吸収量	
	株あたり	地上部単位乾物重当たり
精玄米重	-0.70	-0.53
穂数	-0.44	-0.46
一穂粒数	-0.48	0.29
千粒重	-0.42	-0.47
登熟歩合	0.16	0.33

第8表 出穂期の株直下20cmにおけるRb吸収量と収量および収量構成要素との相関係数。

収量構成要素	Rb 吸収量	
	株あたり	地上部単位乾物重当たり
精玄米重	0.41	0.73*
穂数	0.70	0.79*
一穂粒数	0.55	0.80*
千粒重	-0.73*	-0.58
登熟歩合	-0.55	-0.44

* : 5%レベルで有意。

のことが、伊那区における根系生育の不均一性を少なくし、水口部と水尻部の双方における高い収量性に結びついているものと考えられる。

4. Rb吸収量と収量および収量構成要素との関連性

根上区、伊那区および入善区の出穂期における株間5cm下のRb吸収量と土壌0-10cmの階層に含まれる根重との関連性を検討し、相関係数を第6表に示した。両者の間に有意な相関関係は認められなかった。出穂期における株間5cm下または株直下20cmのRb吸収量と各収量構成要素との相互関連性を検討し、相関係数を第7表および第8表に示した。株間5cm下の一株および単位乾重あたりのRb吸収量と収量または収量構成要素との間に、有意な相関関係は認められなかった。出穂期の株直下20cmにおける株当たりのRb吸収量と千粒重との間には、有意な負の相関関係($r=-0.73^*$)が認められ、株直下20cmにおける単位乾重当たりのRb吸収量と精玄米重との間には、有意な正の相関関係($r=0.73^*$)が認められた。また、株直下20cmの単位乾重あたりRb吸収量と一株穂数および一穂粒数との間にも、

有意な相関関係が認められた。しかし、収量構成要素は複雑な環境要因の変動による影響を受ける(岩田ら1984, 古谷・伊藤1985)ことを考慮すると、出穂期における株直下20cmのRb吸収量のみを指標として、収量および収量構成要素を論ずるにはまだデータが十分といえず、今後の研究を待つ必要がある。

謝辞

実験の遂行にあたり御協力いただいた長野県伊那市の春日照夫氏、富山県入善町の稲村光枝氏およびJA入善町舟見支所、辰尻幸彦所長に感謝いたします。

本研究の一部は、文部科学省科学研究費(11660015)により実施した。

引用文献

- 古谷勝司・伊藤十四英1985. 日作紀 54 (別1) : 36-37.
 岩田忠寿ら 1984. 日作紀 53 (別1) : 170-171.
 鯨幸夫ら 1999. 北陸作物学会報 34 : 45-48.
 鯨幸夫ら 2000. 日作紀 69 (別2) : 20-21.
 鯨幸夫ら 2000. 日作紀 69 (別2) : 18-19.
 鯨幸夫ら 2001. 北陸作物学会報 36 : 36-41.
 Kujira, Y. *et al.* 2001. Proceedings of the 6th Symposium of the International Society of Root Research : 526-527.
 西垣晋・渋谷政夫 1966. 土肥誌 37 : 147-152.
 Oritani, T. *et al.* 2001. Proceedings of the 6th Symposium of the International Society of Root Research : 530-531.
 Russel, R. S. and Ellis, F. B. 1968. Nature 217: 582-583.
 Russel, R. S. 1977. Plant Root System, Mcgraw-hill, London : 1-278.
 安田典夫・渡辺公夫 1990. 土肥誌 61 : 196-197.

(2002年11月5日受付, 2003年2月10日受理)