

灌漑水掛け流し条件におけるリン酸無施用が水稻の生育・収量・養分吸収量に及ぼす影響

西田瑞彦・吉田光二*・土屋一成*・高橋智紀

(農研機構東北農業研究センター・*前農研機構東北農業研究センター)

Effect of Running Water Treatment and Phosphorus Application on Growth, Yield and Nutrient Uptake of Rice Plant

Mizuhiko NISHIDA, Koji YOSHIDA*, Kazunari TSUCHIYA* and Tomoki TAKAHASHI

(NARO Tohoku Agricultural Research Center・*Previous address: NARO Tohoku Agricultural Research Center)

1 はじめに

肥料の原料価格の高騰を受けて、リン酸(P_2O_5)やカリ(K_2O)の施肥量が見直されている。これまで続けてきた施肥による蓄積もあって、リン酸やカリの減肥が検討されている。しかし、土壌のリン酸供給力は温度の影響を受けると考えられ、温度条件により減肥の程度を調節することが必要と考えられる。しかし、温度と土壌のリン酸供給力との関係は明らかではない。そこで、圃場において灌漑水掛け流し処理により地温に勾配を付け、土壌のリン酸供給力と水稻の生育、収量、養分吸収量に及ぼす影響を検討した。本報告では、水稻の生育、収量、リン酸吸収への影響を報告する。

2 試験方法

農研機構東北農業研究センター大仙研究拠点内の圃場(細粒灰色低地土)において、2009～2011年に10a規模圃場での灌漑水掛け流し処理とリン酸施肥の有無を組合せ、移植水稻の栽培試験を行った。施肥量はリン酸8kg- P_2O_5 /10aまたは無施用、窒素8kg-N/10a、カリ8kg- K_2O /10aとし、基肥として全面全層施用した。品種は「あきたこまち」。4/19～22に苗箱播種し、5/14～17に栽植密度24株/ m^2 で機械移植した。活着後(5/26～29)から中干し当日(6/25～26)朝まで灌漑水掛け流しを行った。一部に灌漑水を掛け流さない滞水区を設定した。中干し以降の水管理は慣行と同様とした。経時的に水稻の生育を調査するとともに4株/区を採取し、乾物重の測定と無機成分の分析に供試した。掛け流し区における調査は水口側からの距離によって、低温、中温、高温の3区を設けて実施した。収穫は9月中下旬に行った。各年次とも2反復とした。なお、滞水条件のリン酸施肥区は、2009年には設けなかった。

3 試験結果及び考察

(1) 掛け流し処理の地温への影響

掛け流し処理により地温(5cm深)は低下し、掛け流し期間中の3年間の平均地温は低温区で17.2℃、中温区で18.4℃、高温区で19.2℃、滞水区で20.6℃であり、掛け流し処理により地温の勾配を作ることができた。

(2) 生育と収量

草丈は6月下旬まで処理の影響が有意に認められ、高温の方が、長い傾向が認められた(表1)。稈長についても有意な処理間差が認められ、リン酸無施用条件では低温区が滞水区よりも有意に長かった。その他の時期については統計的に有意な処理間差は認められなかったが、高温の方が草丈は長く、稈長は短い傾向が見られた。しかし、リン酸施肥の有無による有意な違いは認められなかった。掛け流し処理により出穂期が大きく遅れたことから、本処理の生育への影響は、主に生育遅延によるものと考えられた。

茎数、穂数、有効茎歩合については、いずれの時期でも処理間に統計的有意差は認められなかった(表1)。しかし、7月上旬までは低温区で少ない傾向が見られ、掛け流し処理の影響が推察された。しかし、その穂数に対する影響は認められず、有効茎歩合も処理間で明瞭な違いはなかった。リン酸施肥の影響は、茎数、穂数においても有意には認められなかったが、掛け流し期間中にはリン酸無施用条件で茎数が少ない傾向は見られた。

収量構成要素に有意な処理間差は認められなかった(表2)。しかし、穂数は高温の方が多い傾向、総粒数は滞水区で多い傾向、登熟歩合は高温の方が高い傾向、千粒重は高温の方が小さい傾向が見られた。しかし、いずれについてもリン酸施肥の影響は見られなかった。精玄米重については、滞水区で大きい傾向が見られたが、リン酸施肥の影響は認められなかった。

(3) 水稻のリン酸吸収

リン酸含有率については、統計的有意差は認められなかったが、掛け流し期間中は低温の方が低い傾向が見られた(表3)。リン酸施肥の影響も統計的に有意には認められなかったが、初期(6/8～11)にはリン酸無施用で低い傾向が見られた。リン酸吸収量については、6/22～24と7/8～11において、低温区と滞水区または低、中、高温区と滞水区で有意差が認められた。リン酸施肥の影響は、掛け流し処理期間にリン酸無施用でリン酸吸収量が少ない傾向が見られた。

以上のように、本研究において明瞭に認められた処理の影響は、全て掛け流しによるもので、それは温度の低下がもたらした生育遅延によるものと考えられた。リン酸施肥の影響は、統計的に有意には認められなかったが、傾向としては初期の茎数とリン酸吸収に差が見られた。

供試圃場の跡地土壌の可給態リン酸は、トルオーグ法で $14\text{mg-P}_2\text{O}_5/100\text{g}$ 、ブレイⅡ法で $80\text{mg-P}_2\text{O}_5/100\text{g}$ であった。この値は、既報において水稻収量に影響が生じるとされた湛水条件下のブレイⅡ法での値 $22\sim 40\text{mg-P}_2\text{O}_5/100\text{g}^{1)}$ または $30\text{mg-P}_2\text{O}_5/100\text{g}^{2)}$ を大きく上回る（なお、既報とはブレイⅡ法での固液比が異なるが、著者らが別途固液比を検討した結果でも確認済）。従って、一時的にリン酸不足となった可能性はあるものの、幼穂形成期以降まで影響を及ぼすものではなかったと考えられる。

4 ま と め

生育初期の1ヶ月間程度の灌漑水掛け流し処理により、平均で 21°C の地温が 17°C まで低下し、水稻の生育と養分吸収に遅延をもたらした。しかし、そのような低温条件

でも、土壌の可給態リン酸がトルオーグ法で $14\text{mg-P}_2\text{O}_5/100\text{g}$ 、ブレイⅡ法で $80\text{mg-P}_2\text{O}_5/100\text{g}$ 程度あれば、リン酸無施用の影響はほぼ生じないことが明らかとなった。

なお、本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」にて実施した。

引 用 文 献

- 1) 志賀一一, 山口紀子. 1976. 寒地稲作における土壌の磷酸肥沃度及び磷酸施肥の効果に関する研究. 北農試報 116: 139-155.
- 2) 古賀野完爾. 1984. 水田土壌とリン酸—供給と施肥—. 博友社. p. 59-86.

表1 生育調査結果 (2009～2011 年の平均値)

リン酸 施肥		草丈・稈長 (cm)					茎数・穂数 (本/㎡)					有効 茎歩 合 (%)	出穂期 (月/日)
		6/8 ～11	6/22 ～24	7/8 ～11	7/22 ～25	稈長	6/8 ～11	6/22 ～24	7/8 ～11	7/22 ～25	穂 数		
無	低温	20.3d	26.7ab	52.9	71.1	89.8a	116	245	555	570	477	82	8/12～14
	中温	22.2cd	29.3ab	56.1	71.5	83.7ab	132	337	573	552	465	82	8/8～10
	高温	23.9abc	31.1ab	57.8	72.4	82.6ab	136	405	602	569	484	82	8/7～10
	滞水	25.3ab	35.6ab	60.5	73.2	79.5b	176	531	645	582	497	78	7/31～8/5
有	低温	20.3d	26.4b	53.2	69.9	87.8ab	127	293	547	558	477	85	8/8～14
	中温	22.5bcd	29.6ab	55.8	70.4	81.2ab	144	403	613	594	494	82	8/3～9
	高温	23.8abc	31.2ab	57.5	72.2	82.2ab	140	395	602	573	483	81	8/2～8
	滞水	26.4a	37.5a	65.2	79.3	80.1ab	141	426	548	527	474	87	7/31～8/3

アルファベットの記載がないもの、記載があるもので同じ符号を含むものは5%水準で有意差なし(Tukey 法による)。

表2 収量構成要素および収量 (2009～2011 年の平均値)

リン酸 施肥		穂数 (本/㎡)	1 穂粒数 (粒)	総粒数 (千粒/㎡)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重 (kg/10a)
無	低温	446	64.5	28.4	88.9	23.0	571ab
	中温	431	61.5	26.4	90.1	22.9	537b
	高温	450	64.7	28.4	90.3	22.7	588ab
	滞水	461	64.6	29.9	91.4	22.9	617a
有	低温	441	64.8	28.3	89.5	23.1	572ab
	中温	466	58.8	27.1	90.5	23.0	556ab
	高温	477	59.0	28.4	90.5	22.9	571ab
	滞水	459	68.5	31.0	90.0	22.7	632a

アルファベットの記載がないもの、記載があるもので同じ符号を含むものは5%水準で有意差なし(Tukey 法による)。

表3 水稻のリン酸含有率およびリン酸吸収量 (2009～2011 年の平均値)

リン酸 施肥		リン酸含有率 (%)					リン酸吸収量 (g/㎡)				
		6/8 ～11	6/22 ～24	7/8 ～11	穂揃 期	成熟 期	6/8 ～11	6/22 ～24	7/8 ～11	穂揃 期	成熟 期
無	低温	0.76	0.94	1.01	0.69	0.44	0.07	0.28c	1.66b	6.81	5.76
	中温	0.92	0.97	0.97	0.68	0.45	0.11	0.43c	2.13ab	6.20	5.31
	高温	0.97	0.96	0.97	0.68	0.45	0.13	0.52bc	2.40ab	6.69	5.81
	滞水	1.05	1.09	0.90	0.67	0.45	0.16	1.04a	2.72a	6.24	5.77
有	低温	0.79	0.90	0.97	0.65	0.39	0.08	0.34c	1.64b	6.39	5.18
	中温	0.93	0.92	0.93	0.68	0.44	0.13	0.49bc	2.13ab	5.71	5.38
	高温	0.99	0.96	0.93	0.68	0.47	0.15	0.56bc	2.25ab	6.24	5.98
	滞水	1.11	1.19	0.93	0.66	0.47	0.16	0.95ab	3.15a	6.18	6.48

アルファベットの記載がないもの、記載があるもので同じ符号を含むものは5%水準で有意差なし(Tukey 法による)。