

# 水稻単作におけるリン酸減肥が 生育および土壌リン酸肥よく度に及ぼす影響について

阿部倫則・小野寺博稔<sup>1)</sup>

## Effects of Reducing the Rate of Phosphate Amendment on Paddy Rice

Tomonori Abe and Hirotohi Onodera

【キーワード】 水稻, リン酸減肥, 茎葉リン酸濃度, トルオーグリン酸, ブレイⅡリン酸

**key word:** Paddy rice, Reducing phosphate amendment, Phosphate concentration of stem and leaf, truog P, Bray No.2 P

### 抄 録

リン酸減肥試験を異なる土壌型のほ場で2009年から3カ年試験を行ったところ次のような結果が得られた。①トルオーグリン酸が15~20mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g前後の灰色低地土では、リン酸減肥(4kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a)は可能だが、②10 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g程度の黒泥土では施肥量の違いが穂数や茎葉リン酸濃度に影響を及ぼさないものの、3年間のリン酸無施肥によりブレイⅡリン酸が標準対照に比べ低下した。また、減肥区は標準対照比の年次変動が大きいいため、同土壌では、リン酸標準施用が適当である。③トルオーグリン酸が4mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土とリン酸肥よく度の低い黒ボク土では、穂数には影響が無いものの、全区で茎葉リン酸濃度が他区より低いことから標準施肥だけでなく土壌改良としてのリン酸施用が必要である。

以上より、本研究の3カ年の結果は、平成20年度策定された宮城県における減肥基準を支持すると共に、さらなる減肥が可能であることを示唆するものである。

**キーワード** : 水稻 リン酸減肥 茎葉リン酸濃度, トルオーグリン酸 ブレイⅡリン酸

**key words** : Paddy rice, Reducing phosphate amendment, Phosphate concentration of stem and leaf, truog P, Bray No.2 P

### 緒 言

最近の肥料原料の世界的高騰を受け、宮城県内においてもリン酸の価格高騰により農家経営が圧迫されており、減肥について関心が高まっている。

宮城県は平成20年に水稻におけるリン酸減肥基準「肥料価格の高騰に向けた対応方針について」を既往成果<sup>1)</sup>を基に「トルオーグリン酸30 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土以上はリン酸無施用, 6~30 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土は標準施用量(多湿黒ボク土, 泥炭土, 黒泥土8~10 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a, 灰色低地土7~8kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a), 6 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土未満は標準施用量だけでなく土壌改良資材としてのリン酸施用が必要」と策定した。しかしながら、これまで県内でリン酸減肥が生育および土壌リン酸肥よく度に及ぼす影響が評価されたことは無い。

リン酸欠乏が起こる場合、植物体の分げつ期リン酸濃度が低くなり分げつの発生が抑制される<sup>2)3)4)5)6)</sup>。分げつに影響を及ぼさない最大リン酸濃度は気温に影響されること<sup>8)</sup>から本基準が宮城県内の稲作に適合しているかについては検討を要する。

また、本基準は、トルオーグリン酸を化学分析項目としているが、トルオーグ法によるリン酸抽出物は主に酸可溶性のカルシウム型リン酸である<sup>9)</sup>。水田土壌は還元状態となるため、水稻の主要なリン酸の吸収源は鉄型リン酸である。したがって、トルオーグリン酸が低くても、鉄型リン酸が多ければ、リン酸欠乏は起こらない場合も想定される。そこで、カルシウム型リン酸のみでなく鉄型リン酸をも抽出が可能なブレイ第2法<sup>9)</sup>による土壌リン酸肥よく度の評価も必要であ

表1 各ほ場の試験前作土(0~15cm)及び下層土(15~30cm)の化学性について

ほ場 No.	土壌型	pH	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}^{-2}$ )	可給態リン酸 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ mg/100g乾土)		可給態窒素	全炭素	全窒素
				トルオーグ法	ブレイ第2法 (mg N/100g乾土)	(%)	(%)	(%)
1	黒泥土 作土	5.4	78.7	10.6	25.9	8.9	4.16	0.26
	下層土	5.4	69.1	7.8		6.1	4.22	0.25
2	灰色低地土 作土	5.6	60.7	21.8	101.3	9.7	2.06	0.19
	下層土	5.8	57.3	16.9		4.9	1.90	0.16
3	灰色低地土 作土	5.5	53.7	15.0	69.5	9.6	1.51	0.14
	下層土	5.5	39.3	12.2		3.8	1.49	0.15
4	灰褐土 作土	6.1	52.6	29.5	82.4	12.5	1.23	0.13
	下層土	6.5	47.8	30.6		5.2	1.15	0.11
5	黒ボク土 作土	5.7	65.5	4.1	37.9	3.6	4.50	0.34
	下層土	5.7	63.1	3.6		1.4	4.13	0.30

\*試験前土壌は2009年4月に採取した。

る。

本研究では土壌分類やリン酸肥よく度の異なるほ場において、水稻のリン酸減肥試験を複数年行うことで、減肥が水稻生育に及ぼす影響について明らかにし、平成20年度に設定したリン酸減肥基準の適応性について水稻生育および土壌リン酸肥よく度の両面から検証を行う。

なお、本研究は、全農からの受託試験「水稻・麦栽培におけるP、K減肥基準策定のための連絡試験—水稻単作におけるP、K減肥基準の策定」において行われた。

## 材料及び方法

### 1) 供試ほ場

古川農業試験場内土壌型別コンクリート枠ほ場(4a)で、2009年から3カ年試験を行った。本ほ場は5つの9m×9mのコンクリート枠で区切られた小ほ場で構成されており、その内3ほ場に2001年、泥炭土(大崎市古川 古川農業試験場本館周辺)、灰褐土(大崎市三本木蒜袋 畑地)、黒ボク土(大崎市岩出山 畜産試験場)を客土し、その他2ほ場は枠ほ場開設前の原土(灰色低地土)であった(表1)。栽培履歴は、2001~2004年水稻(豚ふん堆肥 0.15 kg/m<sup>2</sup>)、2005年ソルガム(牛ふん堆肥 2 kg/m<sup>2</sup>)、2006~2008年大豆(牛ふん堆肥 2 kg/m<sup>2</sup>)であった(表1)。

### 2) 試験区

各枠ほ場をそれぞれ3分割し、-P区:リン酸無施用区、-1/2P区:減肥区(重過石 4 kg/10a)、標準対照区(重過石 8 kg/10a)を設定した。カリウムの施用量はすべての区で8 kg K<sub>2</sub>O/10a、窒素は2009年は復元初年目であったため全区で無施用とし、2010年は窒素肥よく度の低い黒ボク土ほ場に基肥4 kg N/10a、そ

の他ほ場は2 kg N/10a施用、追肥は全ほ場に1.5 kg N/10a施用、2011年は全ほ場に基肥4 kg N/10a、追肥1.5 kg N/10a施用とした。なお、各年全ほ場に施用した基肥および追肥窒素肥料は硫酸とし、追肥は減数分裂期におこなった(表2)。

### 3) 耕種概要

供試品種は「ひとめぼれ」で、2009年および2010年は栽植密度22株/m<sup>2</sup>で5月15日、5月17日に、2011年は栽植密度18株/m<sup>2</sup>で5月19日に移植した。中干しは7月1日から2週間程度行った。稲わらは栽培跡地に残し、栽培年冬季にすきこんだ。

### 4) 土壌分析

土壌サンプルは0~15cmを作土層、15~30cmを下層土として土壌サンプラーにより採取した。試験前土壌(2009年4月)からは、pH、EC、トルオーグリン酸、ブレイⅡリン酸、可給態窒素、全炭素、全窒素量を、最高分けつ期頃(2009年7月1日、2010年7月1日、2011年6月28日いずれも中干し前)にはブレイⅡリン酸(生土)を測定した。

化学分析については下記のとおり行った。すなわ表2 施肥量について

ほ場 No.	区	窒素*			リン酸	カリ
		2009年	2010年	2011年		
1	無施用区(-P区)				0	
	減肥区(-1/2P区)	0	3.5(1.5)	5.5(1.5)	4	8
	標準対照区				8	
2	無施用区(-P区)				0	
	減肥区(-1/2P区)	0	3.5(1.5)	5.5(1.5)	4	8
	標準対照区				8	
3	無施用区(-P区)				0	
	減肥区(-1/2P区)	0	3.5(1.5)	5.5(1.5)	4	8
	標準対照区				8	
4	無施用区(-P区)				0	
	減肥区(-1/2P区)	0	3.5(1.5)	5.5(1.5)	4	8
	標準対照区				8	
5	無施用区(-P区)				0	
	減肥区(-1/2P区)	0	5.5(1.5)	5.5(1.5)	4	8
	標準対照区				8	

\* 括弧内数値は減数分裂期における追肥量

\*\* 施肥量単位はkg/10a

\*\*\* 窒素は基肥追肥共に硫酸、リン酸はくみあい粒状34重過石、カリは粒状くみあい塩化加里を使用

ち、①EC, pH:ECは風乾土10 gに対し50 mlの蒸留水, pHは風乾土10 gに対し25 mLの蒸留水を加え,それぞれ1時間振とう後の懸濁液を供試し測定した. ②トルオーグリン酸:風乾細土0.5 gを250 mL 容ポリビンに秤量しトルオーグ抽出液(硫酸30 gを9.98 Lの蒸留水に溶かし濃硫酸20 mLを添加後pH3.0に調製した液)100 mLを加え,60分間振とうし,ろ過後,比色法により定量した. ③ブレイIIリン酸:風乾細土1 gを100 mL容ポリビンに秤量しブレイ第2法抽出液(フッ化アンモニウム11.1 gを蒸留水200 mLに溶かし,2M塩酸500 mLおよび9.2 Lの蒸留水を加えた混合液)20 mLを加え,1分間振とうし,ろ過後比色法により定量した.なお,栽培中は乾土2.5 g相当の生土に抽出液50 mLを加え前述と同様に処理定量した. ④可給態窒素:4週間湛水培養後の土壌(風乾土10 g)を12% KClで抽出し,アンモニア態窒素を比色法により定量.未培養土壌の10% KCl抽出アンモニア態窒素量を差し引き求めた.⑤全炭素,全窒素:風乾細土を供試しCNコーダ(ヤナコ製MT-700)で測定した.

5) 稲体のリン酸分析

供試稲は最高分けつ期頃(2009年7月1日, 2010年7月1日, 2011年6月28日)に採取した.その後,乾燥粉砕した稲を過酸化水素-硫酸分解法により分解し,分解液のリン酸量は比色法により定量した.

結果および考察

1. 最高分けつ期頃茎葉リン酸濃度および茎数

茎数は,試験前トルオーグリン酸が15 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g乾土以上の土壌(No. 2, 3, 4)で,平成21年No. 4以外,-Pおよび-1/2P区が標準対照区を大きく下回ることにはなかった.平成21年のNo. 4の-1/2P区および-P区は移植直後から数日は水口に近い標準対照区に比べ水持ちが悪く,かつ,強風による植え込みが特にひどかったため,初期生育が抑制されたと推察した.No. 1については平成23年に-1/2P区および-P区が標準対照に比べそれぞれ74%, 80%と低い水準であったが,標準対照区の茎数が633本/m<sup>2</sup>と全区平均値の約1.5倍(平均値411本/m<sup>2</sup>, 標準偏差107)で,かつ-P区および-1/2P区も前年度と大きな差はないこと,茎葉リン酸濃度に区間で差が無いこと(表4)から,相対値が低く抑えられたためと考えられた.したがって,リン酸欠乏による茎数の減少ではないと考えら

れた.一方,試験前のトルオーグリン酸が4 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土のNo. 5では-1/2区が平成22年382本/m<sup>2</sup>(標準対照比83%),平成23年317本/m<sup>2</sup>(同比93%),-P区は平成22年358本/m<sup>2</sup>(標準対照比77%),平成23年259本/m<sup>2</sup>(同比76%)と,低い傾向が見られた(表1,表3).

最高分けつ期頃茎葉リン酸濃度は, No.5以外, 0.99~1.24%で区間に大きな差はなかった.一方, No.

表3 リン酸施用量と最高分けつ期頃茎数の関係

ほ場	区	2009年		2010年		2011年	
No.1	-P	676	(127)	491	(100)	509	(80)
	-1/2P	536	(101)	486	(99)	469	(74)
	標準対照	532		490		633	
No.2	-P	568	(116)	609	(108)	477	(132)
	-1/2P	660	(134)	567	(101)	482	(133)
	標準対照	491		563		362	
No.3	-P	475	(115)	465	(92)	557	(173)
	-1/2P	662	(160)	543	(108)	293	(91)
	標準対照	414		504		321	
No.4	-P	410	(75)	532	(115)	435	(119)
	-1/2P	481	(89)	528	(114)	347	(95)
	標準対照	543		462		365	
No.5	-P	420	(101)	358	(77)	259	(76)
	-1/2P	463	(111)	382	(83)	317	(93)
	標準対照	417		462		342	

\*茎数はm<sup>2</sup>当たり本数

\*\*括弧内数値は標準対照比(%)

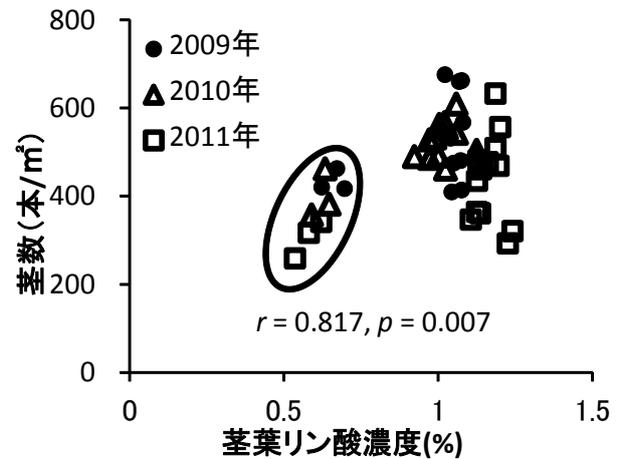


図1 最高分けつ期頃茎葉リン酸濃度と茎数の関係

表4 リン酸施用量と最高分けつ期頃茎葉リン酸濃度の関係

ほ場	区	2009年		2010年		2011年	
No.1	-P	1.02	(98)	1.00	(108)	1.19	(100)
	-1/2P	1.03	(99)	0.97	(105)	1.20	(101)
	標準対照	1.04		0.92		1.19	
No.2	-P	1.08	(96)	1.06	(105)	1.16	(102)
	-1/2P	1.07	(95)	1.02	(102)	1.13	(100)
	標準対照	1.12		1.00		1.14	
No.3	-P	1.05	(98)	1.13	(101)	1.20	(97)
	-1/2P	1.08	(100)	1.06	(94)	1.23	(99)
	標準対照	1.08		1.12		1.24	
No.4	-P	1.04	(103)	0.99	(97)	1.13	(100)
	-1/2P	1.07	(106)	0.97	(95)	1.11	(98)
	標準対照	1.01		1.02		1.13	
No.5	-P	0.62	(89)	0.59	(93)	0.54	(86)
	-1/2P	0.67	(96)	0.65	(102)	0.58	(94)
	標準対照	0.70		0.63		0.62	

\*数値は乾物当たりのリン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)濃度(%)

\*\*括弧内数値は標準対照比(%)

5ほ場では0.54~0.70%と他土壌よりも低く、-P区は標準対照区の86%~93%と、最も低い水準であった(表4)。

最高分けつ期頃の茎葉リン酸濃度と茎数の関係を図1に示した。茎葉リン酸濃度が0.7%以下では、茎数とリン酸濃度に正の相関( $r = 0.817, p = 0.007$ )が認められるが、それ以外には一定の傾向は見られなかった(図1)。志賀ら<sup>10)</sup>は北海道のリン酸肥よく度が異なる3地域のほ場において、水稻リン酸減肥試験の結果から0.6~0.7%が穂数確保における最低限の水準であると指摘している。これらのことから、茎葉リン酸濃度が0.7%以下では生育中期の分けつが抑制されていると推察した。

以上より、No. 1, 2, 3, 4といった黒泥土、灰色低地土および灰褐色土はトルオーグリン酸が10 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土以上であれば、3年間程度はリン酸の減肥および無施用によるリン酸欠乏は見られないと推察した。一方、No. 5のような黒ボク土ではトルオーグリン酸が4 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土程度では、少なくとも作付け2年目からリン酸無施用区、減肥区でリン酸欠乏が起こったと推察した(表3)。

## 2. 最高分けつ期頃リン酸濃度と成熟期穂数

表5にリン酸施用量と成熟期穂数および穂数/最高分けつ数の関係を示した。穂数は、2009年No. 4および平成23年No. 1で-1/2P区および-P区が標準対照区よりも低い傾向がみられた。この傾向は最高分けつ期茎数と同様の傾向であり、リン酸減肥によるリン酸欠乏に起因するものではないと推察した。穂数をNo. 5の区間で比較すると、各年度とも、変動はあるもの

の、リン酸減肥無施用による差は見られなかった。一方、No. 5の穂数/最高分けつ数は、3年間-P区が標準対照区の107~117%と高い傾向が見られた(表5)。また、最高分けつ期頃茎葉リン酸濃度が低いほど穂数/最高分けつ数が高くなる傾向がみられた(図2)河本<sup>8)</sup>はリン酸施用が分けつ増加に寄与する茎葉リン酸濃度は0.7%以下(寒地は0.8%以下)であること、およびリン酸無施用により分けつが抑制された場合、最高分けつ期は後にずれ、最高茎は少ないものの有効茎になる率は大きいと指摘した。このことから、最高分けつ期頃に茎葉リン酸濃度が0.5~0.6%といったリン酸が分けつ発生の律速要因となる条件でリン酸欠乏により分けつが抑制された稲は、分けつが抑制されないものに比べ、無効分けつが少ないことから、結果的に成熟期穂数に差をもたらさないと推察した。なお、出穂期については、全区とも2009年は8月10日頃、2010年は8月6日頃、2011年は8月9日頃で区間および土壌間で顕著な差はみられなかった。

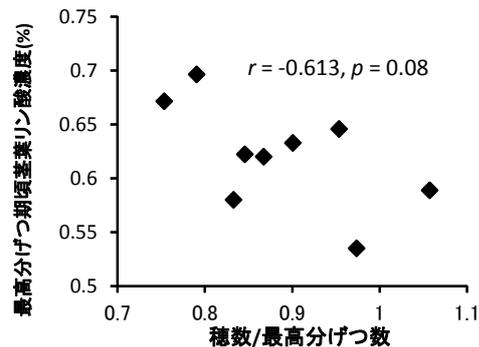


図2 No.5ほ場における最高分けつ期頃茎葉リン酸濃度と穂数/最高分けつ数の関係(2009年~2011年)

表5 リン酸施用量と成熟期穂数および穂数/最高分けつ数の関係

ほ場	区	2009年		2010年		2011年	
		穂数 (本/m <sup>2</sup> )	穂数/最高分けつ数*	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	穂数/最高分けつ数*	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	穂数/最高分けつ数*
No.1	-P	569 (103)	0.85 (88)	457 (106)	0.93 (107)	490 (86)	0.96 (103)
	-1/2P	468 (85)	0.83 (86)	393 (91)	0.81 (93)	510 (89)	0.97 (104)
	標準対照	551	0.97	433	0.87	573	0.93
No.2	-P	560 (111)	0.92 (114)	512 (109)	0.84 (100)	549 (118)	1.10 (108)
	-1/2P	522 (103)	0.72 (89)	439 (94)	0.77 (93)	493 (106)	1.04 (103)
	標準対照	504	0.81	470	0.83	466	1.02
No.3	-P	526 (94)	0.83 (80)	493 (108)	1.00 (111)	527 (118)	0.95 (88)
	-1/2P	586 (104)	0.90 (87)	499 (109)	0.88 (97)	449 (100)	1.06 (99)
	標準対照	562	1.03	457	0.91	447	1.08
No.4	-P	525 (87)	0.97 (109)	476 (117)	0.87 (99)	480 (98)	1.01 (91)
	-1/2P	480 (80)	0.90 (101)	462 (113)	0.87 (99)	459 (94)	0.98 (88)
	標準対照	602	0.89	407	0.88	491	1.11
No.5	-P	357 (104)	0.85 (107)	411 (99)	1.06 (117)	401 (106)	0.97 (112)
	-1/2P	349 (102)	0.75 (95)	368 (89)	0.95 (106)	381 (101)	0.83 (96)
	標準対照	343	0.79	416	0.90	378	0.87

\*最高分けつ数は6月28~7月16日に調査した茎数の中で最も大きい茎数

\*\*括弧内数値は標準対照比(%)

表6 各区の最高分げつ期頃生土のブレイ第2法抽出リン酸

ほ場	区	2009年		2010年		2011年	
		リン酸*	水分**	リン酸	水分	リン酸	水分
No.1	-P	35.4 (80)	45.3	43.2 (78)	50.9	45.8 (77)	49.4
	-1/2P	35.5 (80)	44.3	52.5 (95)	52.3	63.1 (106)	50.6
	標準対照	44.4	44.1	55.3	52.8	59.4	50.3
No.2	-P	122.8 (102)	37.0	137.6 (113)	45.4	141.7 (92)	42.2
	-1/2P	122.6 (102)	37.8	127.5 (105)	46.1	159.4 (104)	44.2
	標準対照	120.7	39.4	121.3	46.2	153.3	43.4
No.3	-P	113.4 (99)	36.8	105.2 (93)	42.1	118.9 (96)	42.2
	-1/2P	107.3 (94)	36.9	113.6 (101)	40.7	122.9 (100)	40.2
	標準対照	114.4	35.7	113.0	41	123.3	40.3
No.4	-P	156.2 (128)	43.5	121.9 (99)	42.5	139.4 (102)	42.7
	-1/2P	124.1 (102)	39.4	127.3 (103)	42.7	129.8 (95)	41.0
	標準対照	122.1	37.1	123.7	41	136.9	41.9
No.5	-P	37.4 (84)	37.8	41.7 (94)	43.5	42.7 (85)	41.2
	-1/2P	37.4 (84)	35.1	43.7 (98)	41.1	53.1 (105)	42.8
	標準対照	44.5	37.9	44.5	40.5	50.5	39.9

\* 単位は mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土, 括弧内数値は標準対照比(%)

\*\* 採取土壌の水分(%)

## 3. 可給態リン酸

表6に、最高分げつ期頃に採取した生土のブレイⅡリン酸を示した。平成23年は平成21年の89~177%と、2009年の値が高いNo.4-P区(156.2 mg/100g乾土)以外は増加している。ブレイⅡリン酸には、土壌還元により可給化される鉄型リン酸が含まれる。2009年は還元初年目といった土壌還元が弱く、その後水稲連作により透水性が低下し還元が進むようになったため、2011年の分げつ期のブレイⅡリン酸が2009年よりも高くなったと推察した。区間を比較すると、No.2およびNo.4は3カ年とも各区に大きな差はなかった。No.3は-P区で2010年および2011年に標準対照区よりやや低い傾向が見られた。リン酸肥よく度の低いNo.1, No.5で、-P区のブレイⅡリン酸は各年とも標準対照区より低い傾向が見られた。一方、-1/2P区は標準対照区の80~106%と年により変動が見られ、一定の傾向は見られなかった(表6)。

表7にトルオーグリン酸とリン酸施肥量の関係について示した。試験開始3年後の平成23年のトルオーグリン酸は試験前の17~63%にまで減少した。したが

表7 各区の試験前および栽培跡地土壌のトルオーグリン酸

ほ場	区	試験前*	2009年	2010年	2011年
No.1	-P	10.6	1.7 (69)	1.7 (50)	1.8 (64)
	-1/2P		2.6 (108)	2.0 (60)	1.9 (67)
	標準対照		2.4	3.3	2.9
No.2	-P	21.8	18.5 (119)	9.8 (78)	8.8 (97)
	-1/2P		16.0 (103)	13.2 (105)	8.6 (95)
	標準対照		15.5	12.6	9.1
No.3	-P	15.0	11.9 (89)	9.7 (101)	7.3 (78)
	-1/2P		12.7 (95)	8.9 (92)	7.3 (78)
	標準対照		13.3	9.7	9.4
No.4	-P	29.5	24.0 (106)	15.6 (109)	14.3 (88)
	-1/2P		20.8 (92)	16.9 (119)	15.4 (94)
	標準対照		22.6	14.3	16.4
No.5	-P	4.1	3.1 (81)	0.5 (20)	1.3 (55)
	-1/2P		3.7 (97)	1.8 (68)	1.4 (59)
	標準対照		3.9	2.6	2.3

\* 2009年4月に採取した土壌であり各区共通の値

\*\* トルオーグリン酸の単位はmg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土

\*\*\* 括弧内数値は標準対照比

って、3年に一度は土壌診断を行い、リン酸施肥量を検討する必要があると推察された。

## まとめ

黒泥土、灰色低地土および灰褐土において、試験前土壌のトルオーグリン酸が10mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土以上であれば、3年間程度はリン酸の減肥(4kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a)および無施用による水稲のリン酸欠乏は見られないと推察した。

トルオーグリン酸が29.5 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土程度(ほ場No.4)であれば3カ年リン酸無施用であっても水稲生育中の最高分げつ期頃ブレイⅡリン酸の低下は見られなかった。したがって、リン酸無施用栽培は可能であると推察した。

トルオーグリン酸が21.8 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土(ほ場No.2)ではリン酸無施用によりブレイⅡリン酸は標準施用に比べ低くなる傾向が見られたが、15 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土(ほ場No.3)では無施用区は標準対照区と同等であった。一方、両土壌はリン酸減肥によりブレイⅡリン酸が標準施用に比べ低くなることは無かった。したがって、15~20 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土前後では、リン酸減肥(4 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a)は可能であると推察した。

トルオーグリン酸が10 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土程度(ほ場No.1)の黒泥土では施肥量の違いが穂数や茎葉リン酸濃度に影響を及ぼさないものの、3年間のリン酸無施用によりブレイⅡリン酸が標準対照に比べ低く抑えられた。また、減肥区は標準対照比の年次変動が大きかった。したがって、同土壌では、リン酸標準施用が適当であると推察した。

トルオーグリン酸が4 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土(ほ場No.5)とリン酸肥よく度の低い黒ボク土では、穂数には影響

表8 水稻における土壌トルオーグ法抽出リン酸とリン酸施肥量

既存の減肥基準によるリン酸施肥量				本研究によるリン酸施肥量***			
トルオーグリン酸*	土壌タイプ	リン酸施用量**	土作り肥料(リン酸)	トルオーグリン酸*	土壌タイプ	リン酸施肥量**	土作り肥料(リン酸)
6未満	多湿黒ボク土・泥炭・黒泥	8~10	必要	6未満	黒ボク土	8~10	必要
	灰色低地土・グライ土	7~8	必要				
6~30	多湿黒ボク土・泥炭・黒泥	8~10	不要	6~15	黒泥土	8~10	不要
	灰色低地土・グライ土	7~8	不要	15~30	灰色低地土	3.5~4	不要
30以上	すべて	0	不要	30	灰褐土	0	不要

\* mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g乾土 \*\* kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a

\*\*\*少なくとも減肥3年継続後には新たに土壌診断を行い、土壌リン酸肥よく度に応じたリン酸施肥量を検討すること。

が無いものの、全区で茎葉リン酸濃度が他区より低いことから標準施肥だけでなく土壌改良としてのリン酸施用が必要であると考えられた。

以上より、本研究の3カ年の結果は、平成20年度策定された減肥基準を支持すると共に、さらなる減肥が可能であることをも示唆した(表8)。一方、3年に一度は土壌診断を行う事で適切なリン酸施肥量を確認する必要があると推察した。

### 引用文献

- 1) 岩手県農業研究センター. 2000. 土壌蓄積リン酸を活用した水稻のリン酸リン酸施肥基準, 平成11年度試験研究成果 普及18-1~2.
- 2) 佐々木徹郎, 若生松兵衛. 1966. 火山灰土水田における磷酸用量試験. 宮城県農業試験場報告 37; 59-88.
- 3) 蓬田 宏, 若生松兵衛, 北沢 昭. 1971. 長期間継続の水稻三要素試験の土壌肥料学的研究(第1報) 生育収量の変遷について. 宮城県農業試験場報告 43; 1-32.
- 4) 蓬田 宏. 1971. 長期間継続の水稻三要素試験の土壌肥料学的研究(第2報) 長期間継続の要素欠水稻の生育ならびに養分吸収の推移について. 宮城県農業試験場報告 43; 33-60.
- 5) 蓬田 宏. 1971. 長期間継続の水稻三要素試験

の土壌肥料学的研究(第3報) 気象条件が要素欠水稻の生育, 収量におよぼす影響について. 宮城県農業試験場報告 43; 61-72.

6) 蓬田 宏. 1971. 長期間継続の水稻三要素試験の土壌肥料学的研究(第4報) 要素欠栽培水稻に対する堆肥の効果とその残効について. 宮城県農業試験場報告 43; 73-100.

7) 住田弘一, 大山信雄, 野副卓人, 佐藤智男. 1990. 要素欠除処理にみられる水稻の生育, 収量及び養分吸収特性と土壌養分の動態. 東北農業試験場研究報告 82; 19-45.

8) 河本 泰. 1984. 暖地水田におけるリン酸の可給化と肥効, 水田土壌とリン酸-供給力と施肥(日本土壌肥料学会編. 水田土壌とリン酸). 東京. 博友社. 87-126.

9) 土壌環境分析法編集委員会. 1997. 土壌環境分析法 第V章 12 可給態リン酸. 東京. 博友社. 267-273.

10) 志賀一一, 山口紀子, 栗崎弘利. 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(第2報) 各種水田ほ場における磷酸抽出値変動と水稻の生育反応. 北海道農試研究報告 113; 95-107.

## Effects of Reducing the Rate of Phosphate Amendment on Paddy Rice

Tomonori Abe and Hirotohi Onodera

We carried out an experiment on the successive application of phosphate elements at rates of 8 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10 a (control plot), 4 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10 a (half-application plot), and 0 kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10 a (no-application plot) in paddy fields from 2009 to 2011. The paddy fields had different phosphate fertilities (Truog P) as follows: 10.6 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil (Muck soil), 21.8 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil (Gray Lowland soil), 15.0 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil (Gray Lowland soil), 29.5 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil (Gray Brown soil), and 4.1 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil (Andosol). The results were as follows: The no-phosphate application treatment was applied to the high-phosphate-fertility soil, in which Truog P was above 30 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil. The half-phosphate application treatment (4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10 a) was applied to the midium-phosphate-fertility soil, in which Truog P was above 15 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil. The standard phosphate application was applied to low-phosphate-fertility soil, in which Truog P was below 10 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil. And not only standard phosphate but also soil conditioners (e.g. double superphosphate and fermented cattle feces) should be inputted in large amounts into the low-phosphate-fertility soil, in which Truog P was below 5 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g dry soil. These results supported not only the phosphate fertilization criterion determined by Miyagi prefecture on 2008 for reducing the amount of phosphate fertilizers used but also the possibility of further reducing the use of phosphate fertilizers.

