

# 栃木県内水田土壌中の可給態りん酸及びけい酸の現状と 水稲の超一発肥料・プレミアの普及拡大

—品質・食味の良い米をつくるために—

全農栃木県本部 生産資材部

技術参与 小 川 昭 夫

栃木県では売れる米づくりの観点から、米の主産県として、おいしくて安全・安心な米の生産はもちろん、生活者・実需者の多様なニーズを起点として、品質別、用途別に対応する「多様な米づくり推進運動」を展開しています。

その中で、おいしさを追求する生産、ニーズへの的確な対応、魅力あふれる多様な米の販売を基本的な方向として取組みを進めています。

おいしさ重視の米づくりでは、種子更新率100%、玄米水分15%、粒張りを良くするために整粒歩合80%以上、玄米千粒重0.5gアップ、食味を良くするために玄米たんぱく質含有率6.5%以下(コシヒカリ)を目標としています。

## 1. 米の品質とは

米の品質としては、安全性、栄養性、経済性、嗜好性などが重要ですが、最近は特に食味が重要性を増しています。ご飯を食べて食味を評価するときは、色が白くて光沢があり、「粘り」のある米が評価が高くなります。

品質評価の方法としては、①玄米の健全性及び歩留りに重点を置いた農産物検査規格、②外観、味、香り、硬さ、粘りなどを人間が食べて判断をする官能検査(食味試験)、③育種用の検定に使われている炊飯米の光沢検定、④水分、たんぱく

質、アミロース、脂肪酸、無機成分など食味関連の成分の測定などがあります。

生産現場では、各種成分分析器を用いて食味関連成分の測定が実施されており、全農栃木でも表1のような基準を設けて実施しています。

## 2. 米の食味要因並びに肥料成分と食味の関係

米の食味を評価する要因も品種から炊き方までいろいろなことが関係しますが、生産と関係が深く荷重が大きいのは、次の要因といわれています。

品 種：食味の良い品種と食味の不良品種銘柄があり、品種が最大の要因です。

産 地：気候や土壌条件が関係します。

気 候：登熟温度など、その年の気候(日照時間、気温)は食味を左右します。

栽培方法：作型や肥培管理(施肥技術)は、収量のみならず食味を左右します。

乾燥調製：多水分粳の急激な乾燥は食味に関係し、また、過乾燥は精米時にひび割れが生じ、炊飯中に飯粒が崩れて食味が低下します。

また、肥料成分と米の品質、食味については、次のような関係があるといわれています。

窒 素：多すぎると米のたんぱく質含有率が高まり、食味が低下します。

りん酸：米の光沢を良くし、アミロペクチンが多くなり粘りができます。また、糖層が薄くなり、精白度が高まります。

加 里：炭水化物の合成に役立ち、不足すると粘りが小さくなります。

石灰、苦土：米のpHが高まり、うまみが増します。また、脂肪の酸化を軽減し、貯蔵性を高めます。

表1. 全農栃木・食味分析室による品質(成分)検査  
(ケット成分分析器)

ランク	水分 (%)	たんぱく質 (現物%)	アミロース (%)	脂肪酸度	品質評価値 (点)
特A	14.5~15.0	6.0以下	18.5以下	15.0以下	72以上
A	14.0~15.5	6.5以下	19.0以下	15.0以下	68以上
B	14.0~15.5	7.0以下	19.5以下	15.0以下	66以上
C	13.5~16.0	7.5以下	20.0以下	20.0以下	62以上
D	13.5~16.0	8.0以下	21.0以下	20.0以下	

けい酸：登熟を良くし、品質・食味が向上します。  
鉄：根を保護して根ぐされを軽減し、稔りを良くします。

### 3. うまい米づくりのための土づくり

土づくりの基本は、①良質な有機物の施用（腐植の蓄積と地力窒素の安定的な供給）、②耕深15cm

以上の確保と排水改良（活力ある根の発育促進と地力の有効化）、③土づくり肥料の施用（りん酸、けい酸、鉄資材などの補給）です。

昔から、麦は「肥料」で、稲は「地力」で作るといわれているように、稲作にとって土づくりは非常に重要であり、土づくりのねらいは、一口でいうと「地力をつくるため」といえます。元来、土づくりは地道な努力の積み重ねが必要で、特に、気象条件が悪いときに底力を発揮します。

土づくりという概念は日本独自のものといわれており、少ない耕地と悪い土という二つのハンデを乗り越えるために、肥沃な土を自分でつくりながら増産を図ってきたという経緯があります。

しかしながら、近年の米をめぐる情勢の変化や農業者の高齢化の進展などで土づくりに対する意欲が低下し、水田の代表的な土づくり肥料である「ようりん」や「ケイカル」の施用量も年々減少の一途をたどっています。

### 4. 栃木県内水田土壌中の可給態りん酸及び可給態けい酸の現状

農耕地土壌の生産力を解明するために実施された地力保全基本調査及びその後、継続して地力の変遷を調査した土壌環境基礎調査、また、全農栃木土壌診断センターで分析した最近のデータから、水田土壌中の可給態りん酸とけい酸含量の推移を示したのが表2、表3です。

表2. 水田土壌中の可給態りん酸含量の推移

(調査地点の平均値, mg/100g)

水田土壌の種類	地力保全基本調査(栃木農試)(昭和28~49)	土壌環境基礎調査(栃木農試)		全農栃木土壌診断センター(平成14~15)
		(昭和54~57)	(昭和59~62)	
黒ボク水田	15.7 (133)	22.0 (130)	23.5 (133)	23.7 (388)
沖積水田	17.9 (139)	35.4 (168)	38.4 (164)	28.2 (190)

注：( )内は調査地点数

表3. 水田土壌中の可給態けい酸含量の推移

(調査地点の平均値, mg/100g)

水田土壌の種類	地力保全基本調査(栃木農試)(昭和28~49)	土壌環境基礎調査(栃木農試)		全農栃木土壌診断センター(平成14~15)
		(昭和54~57)	(昭和59~62)	
黒ボク水田	34.4 (133)	50.6 (130)	42.0 (133)	33.8 (367)
沖積水田	13.7 (139)	29.6 (168)	24.7 (164)	21.1 (192)

注：( )内は調査地点数

#### (1) 可給態りん酸含量(トルオーグ法)

栃木県の水田は火山灰を母材とする面積が日本で、水田面積に占めるその割合も50%強で最も高く、りん酸の施肥効率が低くて生産力も劣っていました。そのため、生産力の向上を図るべく昭和40年代にはかなりの「ようりん」が施用され、年間50,000t近く使われた年もありました。その後も平成年代始めごろまでは、年間20,000~30,000t程度施用されていましたが、近年は7,000tを切っていました。

しかし、りん酸は水稻の吸収量が非常に少ない

図1. 水田土壌中の可給態りん酸含量の分布(平成14~15年)

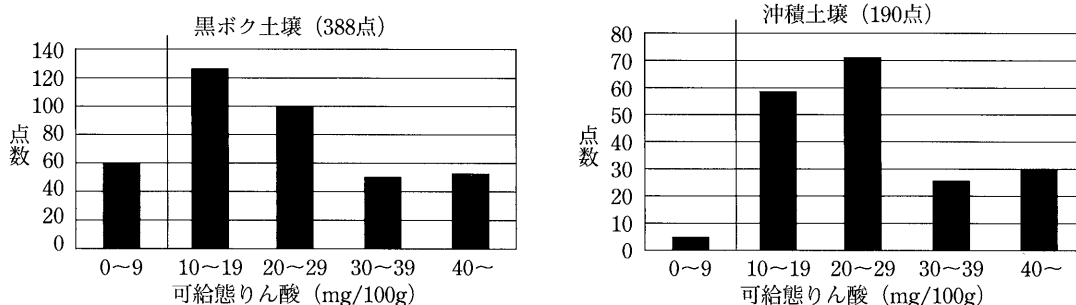
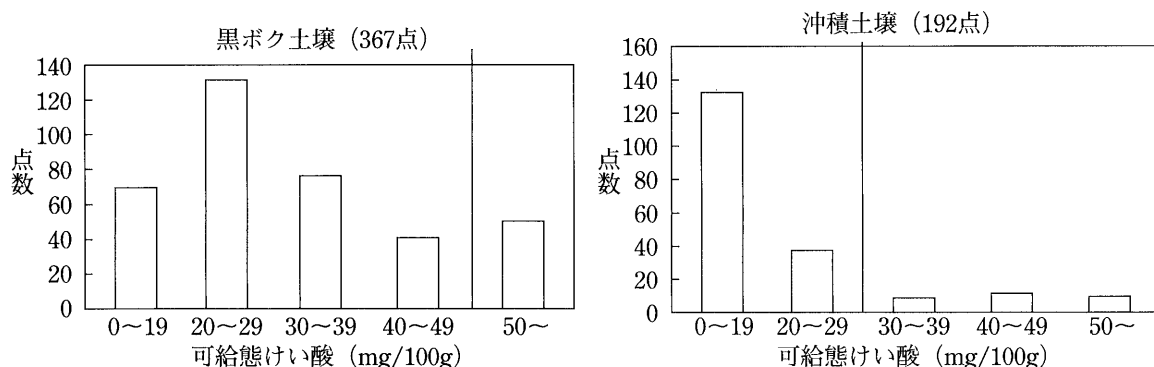


図2. 水田土壌中の可給態けい酸含量の分布 (平成14~15年)



ことと土壌に強く吸着保持されるので流亡がほとんどないため、貯金があります。平成14~15年に全農栃木土壌診断センターで分析した最近の土壌診断結果でも、黒ボク水田の平均値が土100g当たり23.7mg、沖積水田では28.2mgあり、県の土壌診断基準の下限値である10mgに満たない水田の割合は、黒ボク水田で15%、沖積水田では2%と非常に少なくなっています。(図1)。

#### (2) 可給態けい酸含量 (酢酸緩衝液法)

昭和40年代には土づくり肥料として「ようりん」や「ケイカル」がかなり施用されたこともあり、土壌環境基礎調査の一巡目(昭和54~57年)では、平均値が県の土壌診断基準値(土100g当たり黒ボク水田50mg、沖積水田30mg)に達しました。しかし、その後減少経過をたどり、平成14~15年に全農栃木土壌診断センターで分析した最近の土壌診断結果ではかなり低下しており、基準値以下の割合が黒ボク水田で86%、沖積水田では89%でした。特に、沖積水田では20mg未満の非常に少ない割合が70%、黒ボク水田でも30mg未満の割合が55%もありました(図2)。

このことは、土づくり肥料である「ようりん」や「ケイカル」の施用量が急激に減少しているのを、全く施用していない水田も非常に多いことを示しているように思われます。

#### 5. 水稻栽培とけい酸

水稻は、ほかの作物とは異なりけい酸の吸収量が非常に多く、「けい酸植物」ともいわれています。10a当たり500kgの収量を得るのに約100kgのけい酸を吸収し、この量は、窒素の10倍、りん酸の20倍、加里の6倍ぐらいに相当します。

けい酸の働きとしては、①受光態勢・光合成能の向上に伴い、窒素の利用効率が高まるため、登熟歩合が向上します、②発根力の向上と根の活性(酸化力)が高まるので、根を健全にします、③樫が強くなり、耐倒伏性が高まるので、倒伏しにくくなります、④葉身が硬くなるので、病気や虫害に強くなります、⑤表皮のシリカ層が強化されるので、水分の蒸散を防ぎます、などがあげられています。

登熟とけい酸の関係についても、①茎葉中のけい酸含有率と籾殻中のけい酸含有量、籾殻中のけい酸含有量、籾殻重と玄米千粒重とは、それぞれ極めて高い相関関係にあります、②登熟良好な籾は、籾殻中のけい酸含有量が多く、食味も向上します、③乳白粒の発生率は籾殻中のけい酸含有量と負の相関関係にあり、けい酸含有率の低い水稻で発生率が高くなる傾向がある、などがいわれています。

水稻が吸収するけい酸は、土壌、肥料、稲わらなどの有機物とかがい水から供給されます。このうち、かがい水から供給されるけい酸は25%程度といわれていますが、最近、農業用水中のけい酸濃度が低下しているといわれています。

栃木県でも、施肥改善調査事業(昭和30年代)で調査した県内の主要な15河川(22か所)のけい酸濃度の平均値が22.2ppmでしたが、平成6~9年にかけて栃木農試で調査した県内主要農業用水の水質調査104地点のけい酸濃度の平均値が10.8ppmと約半分の濃度でした。この結果は、調査地点が異なっていますので単純には比較できませんが、かがい水から供給されるけい酸量が減少してい

ることは否めない事実のようです。したがって、土壌や肥料などかんがい水以外のけい酸供給源の役割がより重要となります。

### 6. 水稻の超一発肥料・プレミアの開発

けい酸質肥料の施用量の減少、水田土壌中の可給態けい酸含量やかんがい水中のけい酸濃度の低下などを踏まえて、良食味米生産のためには、原点に戻って水稻のけい酸問題を考えるときだと思えます。

そこで、手間をかけずに少しでもけい酸を継続して施用していただくため、基肥一発肥料でおな

じみの「ひとふりくん」と土づくり肥料で効果の高い「地力アップPSK」（けい酸加里と苦土重焼燐をブレンド）を合体した超一発肥料・プレミアシリーズを開発しました。

最初に本県の主要品種であるコシヒカリ栽培用として、全層施肥用のSタイプ、1号、2号の3銘柄を開発し、現地実証展示圃を設けて普及推進を図りました(表4)。その後、水稻の採種圃や品質・食味によりウエイトを置いた米づくり、また、堆肥類の施用量が多い水田に適したプレミアライト、更に、あさひの夢栽培に適した4号を開発し

表4. プレミア現地実証展示圃結果

区分	供試肥料名	施用量 kg/10a	精玄米重 (kg/10a)			屑米 kg/10a	千粒重 (g)	蛋白含有率% ケット	食味値 ケット
			精玄米重	2.0ミリ以上	1.85~2.0ミリ				
試験区	プレミア1号	90	749	712	37	31	22.8	6.3	74.0
対照区	コシヒカリ専用850	80	672	605	67	31	22.3	6.3	74.0
試験区	プレミア1号	60	558	469	89	31	22.8	5.7	80.0
対照区	米フレンド+ようりん	20+120	514	440	74	29	22.7	5.5	81.0
試験区	プレミア1号	80	682	617	65	36	22.3	6.2	76.7
対照区	コシヒカリ専用850+ NK202+ケイカル	25+10+80	685	629	56	31	23.1	6.5	75.3
試験区	プレミア1号	55	497	428	69	28	21.7	5.5	78.5
対照区	ひとふり側条086+ ケイカル	17+100	471	394	77	25	22.0	5.6	78.3
試験区平均			622	557	65	32	22.4	5.9	77.3
対照区平均			586	517	69	29	22.5	6.0	77.2

表5. プレミア 銘柄別の内容

銘柄	成分 (%) 窒素-りん酸-加里-苦土-けい酸	窒素成分の速:緩 %	使用被覆尿素の比率		適応品種	適応地域
			LPS100	LPSS100		
プレミアSタイプ	6-16-16-2-9	2:4	100		コシヒカリひとめぼれ	県北で比較的高い地域
1号	6-16-16-2-9	2:4	50	50	コシヒカリ	県中・北部地域
2号	5-14-14-3-9	1:4	50	50	コシヒカリ	県中・南部地域
ライト	5-14-14-3-10	2.5:2.5	50	50	コシヒカリ	水稻採種圃用
4号	10-10-10-2-10	5:5		100	あさひの夢	県中・南部地域
側条ブルー	10-18-14-0-16	3.4:6.6	100		コシヒカリひとめぼれ	県北で比較的高い地域
側条レッド	10-18-14-0-16	3.4:6.6	50	50	コシヒカリ	上記以外の地域

ました(表5)。

普及拡大のために実証展示圃の現地検討会を実施しているなかで、側条施肥用のプレミアの要望がありました。全層施肥用のプレミアは基準施用量が10a当たり80kgとかなり量が多いので、田植機の機種によっては使えないことがあります。

側条施肥専用のプレミアを開発するにあたっては、肥料の現物基準施用量が10a当たり45kg(側条施肥専用肥料は1袋15kg包装)とし、その中で、土づくり肥料である「地力アップPSK」60kg(3袋)分のけい酸量を確保するのに腐心しました。

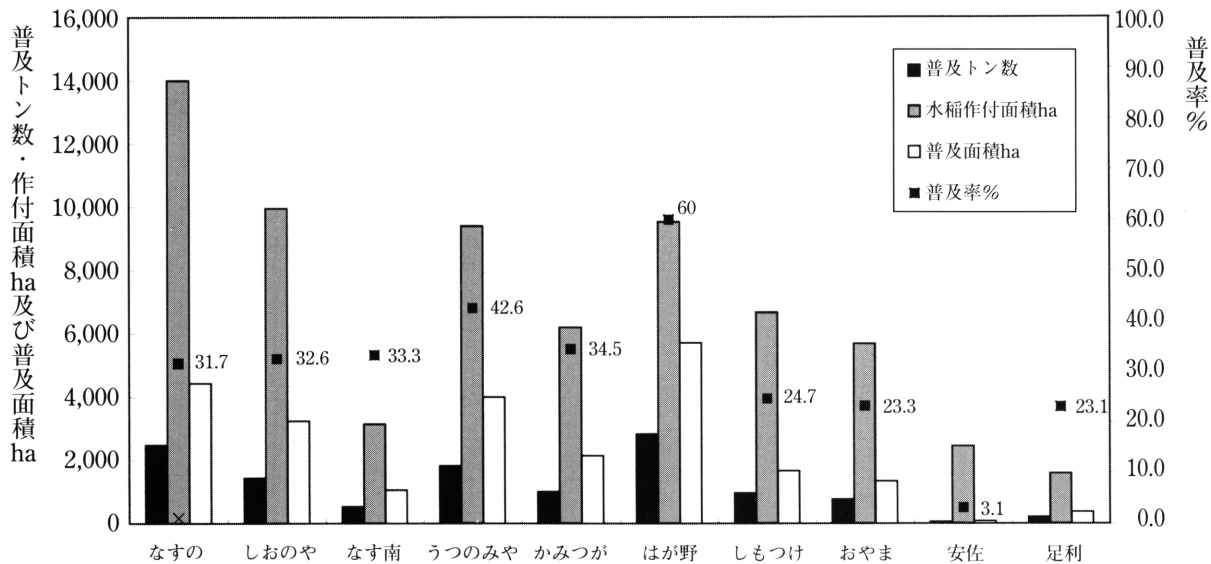
従来のけい酸質肥料はけい酸成分が低いので困難でした

が、幸いシリカゲル肥料(けい酸保証成分90%)が使えることになり、開発に踏み切りました。試作品をつくり、現地実証展示圃を設けて検討した結果、収量、品質共に良好な結果が得られたので(表6)、プレミア側条レッド及びブルーの2銘柄を開発しました(表5)。

表6. プレミア側条現地実証展示圃結果(平成16年)

区分	供試肥料名	施用量 kg/10a	精玄米重(kg10a)			屑米 kg/10a	千粒重 (g)	蛋白含有率% ケット	食味値 ケット
			精玄米重	2.0ミリ以上	1.85~2.0ミリ				
試験区	プレミア側条	40	618	547	71	38	22.8	6.2	74.7
対照区	プレミア1号	80	653	599	54	40	22.6	6.5	73.3
試験区	プレミア側条	45	698	632	66	43	23.1	6.6	73.0
対照区	業者側条一発	N成分 6kg/10a	669	617	52	39	22.5	6.6	73.0
試験区	プレミア側条	38	661	576	85	37	23.0	6.8	71.7
試験区	プレミア側条	40	582	503	79	43	21.2	6.1	77.3
対照区	ひとふりくん側条086	30	570	450	120	52	21.3	6.4	75.0
試験区平均			640	565	75	40	22.5	6.4	74.2
対照区平均			631	555	75	44	22.1	6.5	73.8

図3. 17年産水稻作付け面積に対するJA別ひとふりくんシリーズ普及面積(推定)



JA名	なすの	しおのや	なす南	うつのみや	かみつが	はが野	しもつけ	おやま	安佐	足利	合計
16年度普及トン数	2,471	1,413	524	1,815	998	2,831	953	757	58	206	12,026
16年産水稻作付け面積ha	14,000	9,950	3,150	9,400	6,200	9,520	6,670	5,680	2,450	1,580	68,600
17年産推定普及面積ha	4,432	3,246	1,051	4,002	2,136	5,708	1,647	1,322	77	365	23,986
17年産推定普及率%	31.7	32.6	33.3	42.6	34.5	60	24.7	23.3	3.1	23.1	35
16年産普及率	28	30.4	29.8	36.4	23.4	52.9	23.8	19.6	3.2	16.6	30.4
普及率増減	3.5	2.2	3.5	6.2	11.1	7.1	0.9	3.7	-0.1	6.5	4.6

県内における側条施肥田植機の普及率は10%程度(うち、粒状タイプは6~7%程度か)ですが、作付面積の多い生産者ほど使用している割合が高いため、普及拡大が期待できると思われま

### 7. プレミアの普及拡大に向けて

水稻基肥一発肥料・ひとふりくんシリーズ9銘柄、水稻の超一発肥料・プレミアムシリーズ(全層施肥)5銘柄を合わせた平成17年産水稻に対する推定普及率は、約35%に達しています。平成16年産水稻(作付全面積68,600ha)に対する普及率が30.4%なので4.6%増、県内10JA総てで伸びています(図3)。JAによって普及率にバラツキがありますので、今年は次年度に向けて普及率の低いJAを重点に推進をしています。

普及推進の方法は、実際にプレミアムを使用させていただき生産者の方々に肥料の特長を理解していただくとともに、現場で水稻の生育状況や根張りの状況(写真1)を実際に見てもらうことが重要です。JAの支所単位ごとに現地実証展示圃を設け、その地域の生産者に集まっただき、JAの指導経済担当職員、県の普及関係担当職員の指導をい

写真1. 根張りの状況



ただきながら検討会を開催し、次年度に向けて推進を図っています。

プレミアムを含めたひとふりくんシリーズのキャッチフレーズは、「省力低コスト・良食味米生産・環境にやさしい」です。このプレミアムシリーズが、栃木米の評価を高めるために貢献できることを期待しています。