

西南暖地の代かき同時土中点播栽培における 肥効調節型肥料を用いた省力施肥技術

九州沖縄農業研究センター
水田作研究部 水田土壌管理研究室

室 長 土 屋 一 成

1. はじめに

九州農業試験場（現在の九州沖縄農業研究センター）で開発された水稲の代かき同時土中点播直播栽培は、酸素供給剤で被覆した催芽種子を代かき直後の土中に点播し、その後落水するため、出芽が良好で、草型も移植に近く、耐倒伏性に優れ、全国的にもスクミリンゴガイ（いわゆるジャンボタニシ）の食害の少ない地域を中心として普及面積が増加してきており、経営規模の大きい農家には有利とされている。この代かき同時土中点播栽培においても移植栽培と同様に、肥効調節型肥料を用いた省力施肥技術が重要と考えられる。これについては大分県で省力施肥技術の開発試験がなされている¹⁻²⁾。これらと相前後して、筆者の所属する水田土壌管理研究室においても、1995年～2003年にかけて、代かき同時土中点播直播栽培に適した省力的施肥技術を開発する目的で、1) 点播直播に適する肥効調節型肥料の選定、2) 落水管理が施肥窒素の動態に及ぼす影響、3) 肥効調節型肥料の施肥位置が水稲の生育・収量に及ぼす影響、4) 稲わら、稲わら堆肥および麦わら等の有機物連用により地力窒素の異なる水田における肥効調節型肥料の適切な施用量の策定について行ってきた。ここではその中

で得られた主な研究結果³⁻⁸⁾を紹介する。

2. 代かき同時土中点播栽培に適する肥効調節型肥料の選定

1996年から1998年にかけて北部九州の灰色低地土で、代かき同時土中点播栽培した水稲品種「ヒノヒカリ」の最高分げつ期までの生育はリニア型溶出のLP100区で旺盛であったが、それ以降の生育が不良で、有効茎歩合は61%と低かった（表1）⁴⁾。これに対し、シグモイド型単独（LPS100、LPSS100）区では初期生育はリニア型よりも劣ったが、有効茎歩合は69～77%と高かった。また、

表1. 水稲の草丈、茎数の推移および有効茎歩合に及ぼす肥効調節型肥料の影響

肥料の種類	草丈 (cm)		茎数 (本/m ²)		有効茎歩合 (%)
	最高分げつ期	幼穂形成期	最高分げつ期	幼穂形成期	
LP100	55.1	84.1	651	496	61.0
LPS100	51.0	83.5	633	527	68.9
LPSS100	48.3	79.8	511	447	77.4
LP50+LPSS100	53.5	83.3	620	492	67.0
硫安分施	48.3	75.4	515	435	68.1

注) 1996～1998年の平均値

表2. 代かき同時土中点播水稲の収量、収量構成要素に及ぼす肥効調節型肥料の影響

肥料の種類	穂数 本/m ²	総粒数 *1000粒/m ²	登熟歩合 %	千粒重 g	玄米重 kg/10a	収量 指数	玄米窒素 含有率(%)	検査 等級	
									bc
LP100	417	30.5	89.5	21.9	598	bc	105	1.20	1 等下
LPS100	425	32.7	87.5	21.9	627	ab	110	1.24	1 等下
LPSS100	406	34.0	86.4	22.0	647	a	114	1.29	1 等下
LP50+LPSS100	414	33.3	86.8	22.0	636	ab	112	1.26	1 等下
硫安分施	352	26.9	91.4	23.1	569	c	100	1.24	1 等中

注) 1996～1998年の平均値、検査等級は1998年。玄米重は異符号間で有意差あり(5%)

LP50とLPSS100とを1:2に配合するとLPSS100単独施用よりも初期生育は旺盛となった(表1)。さらに、穂数はリニア型とシグモイド型で410~420本/m²と大きな違いはなかったが、籾数はシグモイド型で33,000~34,000/m²と多く、多収となった(表2)。なお、玄米窒素含有率、検査等級等の食味、品質面については、肥効タイプによる大きな違いは認められなかった(表2)。

一方、分けつ期の窒素含有率はリニア型(LP100)で高かったが、それ以降の低下が大きかった(表3)。シグモイド型単独(LPS100およびLPSS100)およびLP50とLPSS100の配合では、分けつ期~穂揃期まで硫安分施と同等以上の窒素含有率を維持した。さらに、分けつ期に窒素含有率が低く、幼穂形成期に高いと籾数が多く、多収となった(表3)。

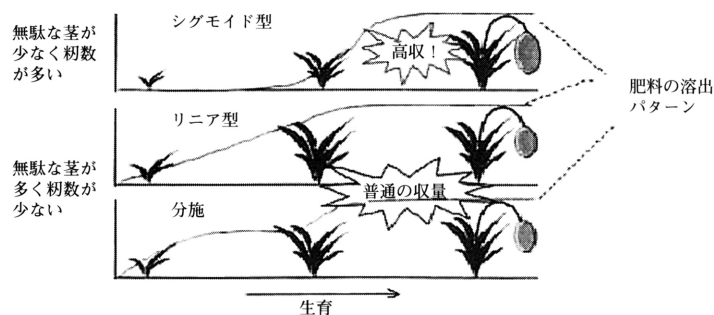
表3. 水稻の窒素含有率の推移および総籾数、玄米重との相関

肥料の種類	分けつ期 (%)	幼穂形成期 (%)	穂揃期 ^{a)} (%)	成熟期 ^{a)} (%)	
				わら	穂
LP100	3.57	1.59	0.98	0.57	1.05
LPS100	3.40	1.91	1.12	0.69	1.11
LPSS100	3.28	1.87	1.16	0.69	1.15
LP50+LPSS100	3.43	1.74	1.08	0.62	1.04
硫安分施	3.31	1.47	1.07	0.57	1.07
総籾数との相関係	-0.511	0.671 ^{**b)}	0.234		
玄米重との相関係	-0.784 ^{**}	0.487	0.072		

a) 1996~1998年の平均値

b) **符号は5%水準で相関あり

図1. 代かき同時土中点播栽培に適する肥料溶出と水稻の生育パターン



以上のことから、リニア型単独(LP100)よりもシグモイド型単独(LPS100, LPSS100)およびリニア型とシグモイド型との配合(LP50とLPSS100)

の方が収量でまさり、その要因は溶出パターン(図1)が示すように生育中~後期の窒素供給力であると考えられた。LPS100, LPSS100, LP50とLPSS100の配合品とを比較すると、LPSS100では明らかに初期生育が劣り、穂数は少なかったが、幼穂形成期以降の窒素供給により有効茎歩合が高く、1穂籾数が最多となり、統計的有意差は認められないものの、収量は最も高くなった。暖地の代かき同時土中点播栽培においては、生育初期の生育が旺盛で、生育中~後期に窒素不足となりやすい⁹⁾ので、LPSS100単独施用は初期生育を抑え気味にできることと幼穂形成期以降に窒素を供給するため、本直播栽培に適合した肥料といえる。落水出芽法によって出芽苗立ちを安定させることができるようになったため、本直播に最も適した肥効調節型肥料の肥効タイプはLPSS100単独施用

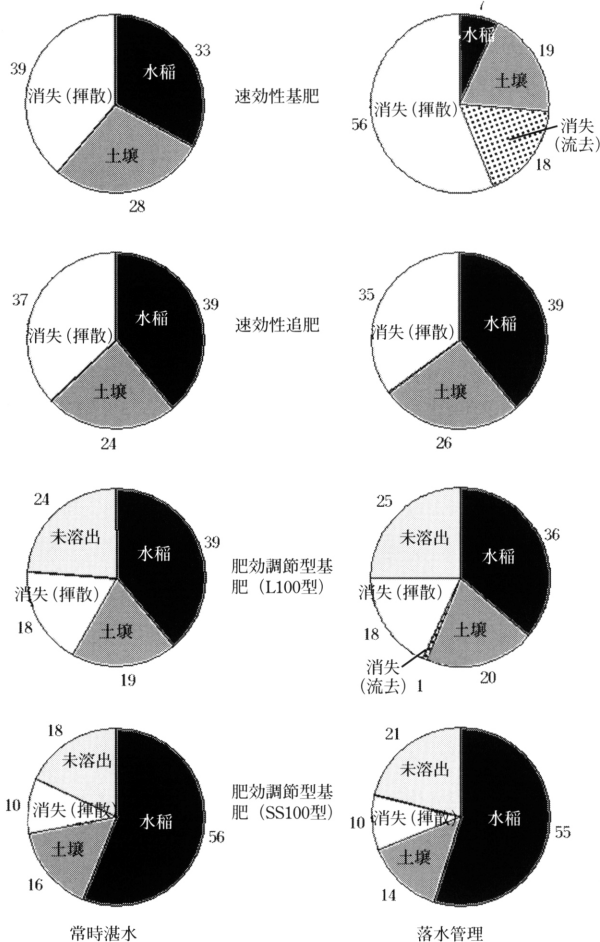
に相当するものと考えられる。しかし、排水不良田等で落水出芽法の効果が得られにくい圃場では、LPS100を単独で用いるか、あるいはLPSS100とリニアタイプまたは速効性肥料を併用して初期生育を確保する必要があると考えられる。ただし、次に述べるように、速効性肥料は落水管理を前提とする直播栽培の基肥には適していない。

3. 落水管理が施肥窒素の動態に及ぼす影響

代かき同時土中点播栽培では、基肥に速効性肥料を施用すると、例えば、硫安では落水管理によって表面流去で18%、脱窒などによる揮散で56%の合計約75%が播種後60日で消失し、湛水管理の2倍程度の消失率となった⁵⁾

(図2)。水稻による利用率も落水管理では33%であったが、湛水管理では初期から著しく低下し、その1/5程度の7%と極めて低かった。しかし、湛水条件で施用された追肥の硫安は落水管理の影響は受けなかった。さらに、肥効調節型肥料についてもリニア型(LP100)およびシグモイド型(LPSS100)ともにその溶出、水稻による利用率、

図2. 施肥代かき播種後60日目の施肥窒素の所在 (%)



土壤への残存率および消失率のいずれについても落水管理の影響を受けなかった。なお、稲の草丈、茎数は肥料の種類にかかわらず落水管理の影響を受けなかった。また、窒素吸収量は肥効調節型肥料ではいずれも落水管理の影響を受けなかったが、硫安では落水管理により低下した。

以上のことから、代かき同時土中点

播水稻栽培のように落水管理を前提とした湛水直播では、基肥として速効性窒素を用いるのは好ましくなく、肥効調節型肥料を用いることが有効であると考えられた。

4. 肥効調節型肥料の施肥位置が代かき同時土中点播水稻の生育・収量に及ぼす影響

肥効調節型肥料の施肥位置がすじ状、点状施用(図3)においては全面全層よりも茎数はやや多く推移した(表4)。さらに、穂数はすじ状、点状施用において全面全層施用よりもやや多かったが、玄米収量はいずれの施肥位置でも同等であり、窒素吸収量、施肥窒素利用率も施肥位置にかかわらずほぼ同等であった(図3, 表4)³⁾。

以上のことから、暖地の代かき同時土中点播水稻栽培においては、シグモイド型溶出のLPSS100を施用する場合、全面全層施用、すじ状施用、点状施用のいずれでも施肥窒素の利用効率、収量には変化がなく、施肥位置については施肥効率を高める意味での側条施肥等は必要がないことが明らかとなった。

図3. シグモイド型肥効調節型肥料の施肥位置の影響

シグモイド型肥料を使うと、全層、すじ状、点状のいずれの施肥位置でも肥効はほぼ同じ

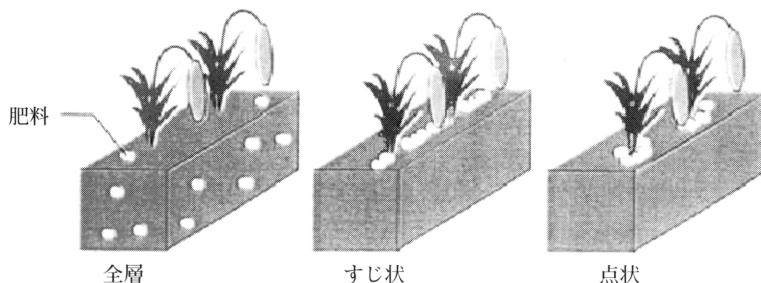


表4. 代かき同時土中点播水稻の収量等に及ぼす肥効調節型肥料の施肥位置の影響

施肥位置	茎数 (本/m ²)		穂数 本/m ²	総粒数 *1000粒/m ²	登熟歩合 %	千粒重 g	玄米重 kg/10a	収量 指数	窒素吸収量 kg/10a	施肥窒素 利用率(%)
	分けつ期	最高分けつ期								
全面全層	181	438	390	31.2	86.6	21.9	592	100	12.0	69
すじ状	210	474	401	31.8	86.0	22.0	602	102	12.4	70
点状	192	483	410	32.5	84.7	21.8	600	101	12.9	72

注) 1995~1997年の平均値、肥効調節型肥料はLPSS100で窒素7kg/10a施用。

5. 稲わら、稲わら堆肥及び麦わら等の有機物連用により地力窒素の異なる水田における肥効調節型肥料の適切な施用量の策定

地力窒素の異なる水田ではそれぞれの窒素地力に応じた減肥が可能と考えられるが、九州沖縄農業研究センター水田作研究部では1963年から稲わら、稲わら堆肥および麦わら等の有機物を長期連用している圃場があるので、この圃場をモデルに肥効調節型肥料の適切な施用量の策定を行った。

九州沖縄農業研究センター内（福岡県筑後市）の細粒灰色低地土で、小麦跡に水稻品種「ヒノヒカリ」を用い、栽植密度16.7株/m²（条間30cm×株間20cm）で代かき同時土中点播直播機を用い、2001年～2003年の3カ年にわたり6月12日頃に播種した。収穫はいずれも10月15日であった。供試肥料は速効性窒素肥料（48化成）、リニア型溶出肥効調節型肥料LP50+シグモイド型溶出肥効調節型肥料LPSS100を1：2に配合したものを、リン酸及び加里はPK化成、追肥は硫酸で行った。施肥時期は化学肥料単用の場合、基肥を6月11日頃、中間追肥7月22日頃、穂肥は8月9日頃行った。リン酸及び加里は全量基肥施用、いずれの肥料も全面全層施用である。施用量は慣行をN7kg/10aとし、肥効調節型肥料については有機物無施用、麦わら連用はN7kg/10a、5kg/10a、稲わら連用、稲わら堆肥連用はN5kg/10a、3kg/10a、P₂O₅およびK₂Oは9kg/10aとした。

1) 供試土壌の理化学性および地力窒素

2002年および2003年の水稻作付前土壌の理化学性の平均値は表5のようになっている。有機物無施用土壌では交換性K₂Oおよび可給態窒素の1つである熱水抽出性窒素¹⁰⁾が4mg/100g乾土以下と低く、窒素地力は最も低かった。これに対して、稲わら堆肥連用土壌、稲わら連用土壌は熱水抽出性窒素が6mg/100g乾土以上となり、窒素地力は最も高く、交換性CaO、交換性K₂Oも高かった。また、麦わら連用土壌は有効態P₂O₅が高く、熱水抽出性窒素は有

機物無施用区と稲わら連用区、稲わら堆肥連用区の中間の5mg/100g乾土程度であり、窒素地力は中程度であった。

一方、無窒素区の水稲窒素吸収量で地力窒素を判定する方法もあり¹¹⁾、これは年次変動が大きいため2000年～2003年の平均でみると、有機物無施用区は6kg/10a、麦わら連用区7kg/10a、稲わら連用区7.5kg/10a、稲わら堆肥連用区8kg/10a程度であった（図4）。これを福岡県における地

表5. 有機物長期連用圃場の土壌理化学性

(2002年5月, 2003年5月の平均)

連用有機物	pH	熱水抽出性窒素	有効態P ₂ O ₅	交換性K ₂ O	交換性MgO	交換性CaO	CEC
無施用	6.0	3.8	22.7	19.1	43.8	315.6	21.0
稲わら 1t/10a	5.9	6.4	23.1	33.0	44.3	313.4	23.2
稲わら堆肥 2t/10a	5.8	6.3	21.8	26.0	45.9	343.6	23.3
麦わら 0.6t/10a	5.9	5.3	28.9	24.7	41.8	302.2	21.5

図4. 有機物連用圃場の無窒素区の水稲窒素吸収量 (2000年～2003年の平均)

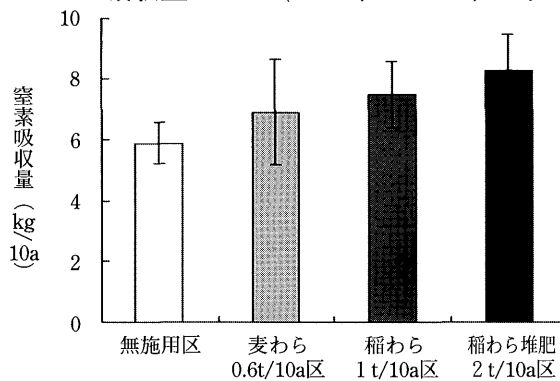
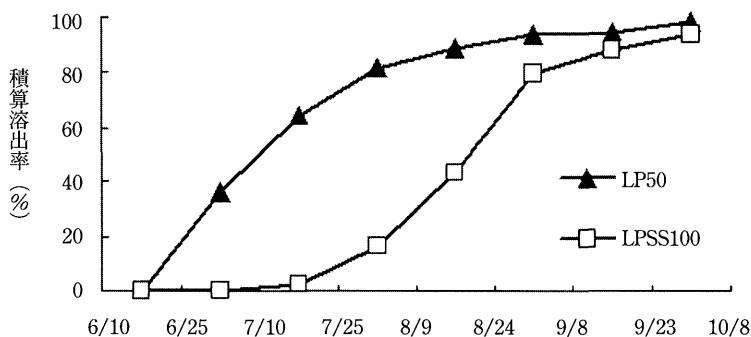


図5. 肥効調節型肥料の積算溶出率

(2001～2003年の平均)



力の判定基準¹¹⁾と照らし合わせると有機物無施用区は地力低、麦わら連用区は地力中、稲わら連用区は地力中～高、稲わら堆肥連用区は地力高に相当していた。

2) 肥効調節型肥料の溶出

2001年～2003年の肥効調節型肥料の積算溶出率は3ヵ年を平均すると図5のようになった。

3ヵ年とも肥効調節型肥料の溶出は安定しており、LP50の積算溶出率は6/28(15日目)で36.0%、7/13(30日目)で64.3%、7/26(43日目)で81.4%、収穫期の10/13には98.4%に達した。一方、LPSS100はそれぞれ、0.3%、2.8%、16.7%で、8/29(77日目)で79.9%、9/10(87日目)で88.0%、収穫期の10/13には94.1%に達した。

すなわち、7月下旬の水稲の最高分けつ期までにLP50が80%以上溶出して、基肥および中間追肥の役割を果たし、最高分けつ期以降、LPSS100の溶出が始まり、8月末の出穂期を中心として穂孕期から9月上旬の穂揃期までには80%以上溶出し、穂肥の役割を果たしていた。

3) 水稲の収量、収量構成要素および玄米品質

従来の施肥法では、穂肥Ⅱを施用するが、これについては、大分県農業技術センター化学部の井水ら¹⁾が、細粒黄色土水田で水稲品種「ヒノヒカリ」の代かき同時土中点播直播栽培で、さらなる低コスト化と環境負荷軽減を図るため、被覆尿素肥料を用いた全量基肥施肥法を別途検討しており、速効性窒素肥料と被覆尿素肥料の配合割合(緩効率)が地力の異なる水田での窒素肥効や生育・収量に与える影響を明らかにしている。すなわち、大分県の平坦地における6月上旬播種の「ヒノヒカリ」の代かき同時点播直播・全量基肥栽培においては、速効性窒素肥料と被覆尿素肥料(45日抑制で100日溶出タイプのLPSS100)の配合割合は3:7程度が良く、慣行施肥栽培とほぼ同等の収量を得るためには、地力中庸水田では慣行に比べ1割減肥、高地力水田では2割程度減肥できるとしている。また、施肥窒素利用率は、高地力水田で低く、地力由来の窒素寄与率は高地力水田で高いことを報告している。また、大分県の中山間地における「こいごころ」の全量基肥施肥にも速効性窒素肥料と被覆尿素肥料(LPSS00)の

配合割合は3:7程度が良いことが示されている²⁾。すなわち、大分県の場合、いずれも速効性肥料とシグモイド型肥料を3:7に配合すると良い結果が出ている。

しかし、最近の食味重視から施肥基準の改訂¹¹⁾に伴い、これらとほぼ時期を同じくして穂肥Ⅱを省略した3ヵ年(有機物無施用区のみ2ヵ年)の肥効調節型肥料のみを用いた減肥試験を行った。ここでは、福岡県のヒノヒカリの目標収量(低地力水田で510kg/10a、中地力水田で530kg/10a、高地力水田で550kg/10a以上)¹¹⁾と食味に関連する玄米窒素含有率1.3%以下(玄米タンパク質含有率では6.6%以下)^{12,13)}および肥効調節型肥料を用いた場合の収量低下が慣行施肥の場合の5%以内に留まることの3点から減肥指標を策定した⁶⁻⁸⁾。

その結果、熱水抽出性窒素4mg/100g以下で地力の低い有機物無施用区では肥効調節型肥料を使用する場合、慣行施肥量7kg/10aの30%減肥の窒素5kg/10aでは7%の減収となり、目標収量510kg/10aが達成できないが、窒素7kg/10aでは慣行と同等の収量が得られ、玄米窒素含有率も1.3%を超えなかったため、窒素7kg/10aが適切と考えられた(表6)。これに対し、地力が中程度(熱水抽出性窒素5mg/100g程度)の麦わら0.6t/10a連用区および地力中～高の稲わら1t/10a連用区(熱水抽出性窒素6mg/100g以上)では、慣行施肥量7kg/10aの30%減の窒素5kg/10aでも地力窒素の吸収量が有機物無施用区に比べ多いため、5～6%程度の減収にとどまり、玄米窒素含有率も1.3%を超えることが無く問題ないと考えられた(表6)。熱水抽出性窒素6mg/100g以上で地力の高い稲わら堆肥2t/10a連用区でも30%減肥の窒素5kg/10aで3%程度のわずかな減収にとどまり、玄米窒素含有率も1.3%を超えることが無く5%以内の減収なら、さらに減肥できると考えられた。

なお、肥効調節型肥料の減肥栽培により千粒重がやや低下するものの、玄米の検査等級にはほとんど影響がなかった。

表6. 代かき同時土中点播水稻の収量、収量構成要素、品質および窒素吸収量

有機物施用	窒素施肥法	稈長 cm	穂数 本/m ²	玄米重 kg/10a	同左 指数	総粒数 *1000/m ²	登熟歩合 %	有効茎 歩合(%)	千粒重 g	N吸収量 kg/10a	N利用率 %	玄米N %	検査 等級
有機物	無窒素	64.0	254	360	68	17.7	94.6	74.8	21.6	5.7	—	1.09	1下
無施用区	慣行7kg	73.5	350	531	100	25.9	92.8	77.6	22.1	9.5	48.1	1.15	1下
	尿素7kg	74.4	371	530	100	26.3	92.6	79.6	21.8	9.7	56.5	1.18	1下
	尿素5kg	72.2	332	495	93	24.5	92.6	73.3	21.8	8.3	52.1	1.14	1下
麦わら	無窒素	67.4	310	429	75	21.3	92.9	73.0	21.7	6.7	—	1.09	2上
0.6t/10a区	慣行7kg	72.2	380	569	100	28.3	91.9	75.4	22.0	9.8	46.3	1.16	2上
	尿素7kg	75.6	390	581	102	29.4	90.7	84.7	21.8	10.5	55.2	1.21	2上
	尿素5kg	73.4	388	537	95	26.8	91.8	84.1	21.9	8.9	46.8	1.15	1下
稲わら	無窒素	71.9	335	447	72	22.2	92.5	67.7	21.7	7.0	—	1.11	2上
1t/10a区	慣行7kg	78.3	403	617	100	31.7	89.6	71.6	21.8	11.7	68.1	1.23	1下
	尿素5kg	78.3	394	577	94	29.6	90.3	76.8	21.6	10.3	67.2	1.18	1下
	尿素3kg	75.5	382	553	90	28.0	91.4	76.1	21.7	9.8	95.6	1.16	1下
稲わら堆肥	無窒素	73.5	353	476	77	23.6	92.6	72.2	21.9	7.8	—	1.14	1下
2t/10a区	慣行7kg	78.8	401	617	100	31.7	89.5	71.6	21.7	11.6	55.7	1.22	1下
	尿素5kg	78.3	396	598	97	30.7	90.2	75.2	21.7	10.9	64.8	1.19	1下
	尿素3kg	77.8	377	563	91	28.4	91.7	71.5	21.7	9.8	69.8	1.17	1下

注1) わら重, 玄米重, 千粒重は水分15%換算, 玄米窒素含有率は乾物換算

2) 有機物無施用区のみ2002年と2003年の2年平均, その他は2001年~2003年の3年平均

3) 慣行7kgは基肥3kg, 中間追肥2kg, 穂肥2kg, 尿素はLP50:LPSS100=1:2を7kg, 5kg, 3kg/10aを施用

5. おわりに

九州農業試験場(現在の九州沖縄農業研究センター)で開発された水稻の代かき同時土中点播直播栽培に適した肥効調節型肥料はLPSS100単独あるいはLP50とLPSS100を1:2に配合したものが適し, 施肥位置は全面全層, すじ状, 点播状のいずれでも収量・品質に変わりはないこと, 落水管理をするので, 湛水管理に比べ, 肥効調節型肥料の利用率が速効性肥料より高まること, 窒素地力の異なる圃場では, 慣行施肥量の最大30%程度まで減肥でき, 減収も5%以内に留まることなどが明らかとなった。夏の暑い時期の追肥作業を省略できる肥効調節型肥料をうまく使うことによって, 環境保全を図るとともに, 省力的な施肥が可能となることはこれからの農業にとって有意義なことになるとと思われる。

引用文献

- 1) 井水敦・下村真一郎(2002): 水稻品種「ヒノヒカリ」の代かき同時土中点播直播栽培における全量基肥施肥法, 九州沖縄農業研究成果情報, 16, 525-526
- 2) 佐藤吉昭・清水康弘・平山孝行・大友孝憲(2003): 中山間地域における水稻点播直播の生育特性と安定栽培技術, 大分農技セ研報, 30, 1-15
- 3) 西田瑞彦・土屋一成・田中福代・脇本賢三(1999): 湛水土中点播水稻栽培におけるシグモイド型被覆尿素肥料の施肥位置の影響, 日土肥講要集, 45, 453
- 4) 西田瑞彦・土屋一成・田中福代・脇本賢三(2000): 打ち込み式代かき同時土中点播直播水稻の生育・収量に及ぼす溶出タイプの異なる肥効調節型肥料の影響, 九農研, 62, 50
- 5) 西田瑞彦・土屋一成・森泉美穂子(2002): 湛水直播栽培に施用した異なる肥料の窒素動態に対する落水管理の影響, 日土肥講要集, 48, 244
- 6) 土屋一成・西田瑞彦(2001): 有機物施用の異なる湛水土中点播水稻の生育・収量に及ぼす肥効調節型肥料の施肥量の影響, 日作紀70(別2), 241-242

- 7) 土屋一成・西田瑞彦・原嘉隆・草佳那子 (2002) : 有機物長期連用水田における肥効調節型肥料を用いた点播直播水稻の施肥, 日土肥講要集, 48, 119
- 8) 土屋一成 (2004) : ショットガン直播水稻への被覆尿素肥料の減肥指標, 九州における代かき同時土中点播稲作技術の確立マニュアルその2, 25-26
- 9) 吉永悟志・竹牟礼穰・脇本賢三・田坂幸平・松島憲一・下坪訓次 (2002) : 暖地の湛水直播栽培における土中点播水稻の生育特性—後期重点施肥による生育特性の変化と収量性の向上—, 日作紀, 71, 328-334
- 10) 北海道立中央農業試験場・北海道農政部農業改良課 (1992) : 土壌および作物栄養の診断基準—分析法 (改訂版) —, p80
- 11) 福岡県農政部農業技術課 (2003) : 福岡県水稻・麦施肥基準 p.11-28
- 12) 角重和浩・山本富三・井上恵子・末信真二 (1993) : 水稻品種ヒノヒカリの窒素吸収パターンの解析 第3報 窒素吸収量の違いが玄米中の窒素濃度及び食味に与える影響, 九農研, 55, 49
- 13) 田中浩平・角重和浩・山本富三 (1994) : ヒノヒカリの窒素栄養診断 第3報 窒素吸収量と玄米窒素濃度・食味との関係, 福岡農総試研報A-13, 9-12

肥料の常識・非常識 (8)

越 野 正 義

肥料の主成分とはなにか

肥料とは植物の栄養になる成分を供給する資材である。(厳密には土壌の化学性を変える資材も含むがここでは簡略に議論する。)

栄養となる成分がすべて肥料の主成分(有効成分)かというとは必ずしもそうではなく、政令で定めた成分のみをいうことになっている。そのため微量元素はマンガン、ホウ素を除いて主成分として扱わない。硫黄は三要素に次いで重要な栄養元素であり、植物の吸収量も窒素の1/5~1/10と多いがこれも主成分に含めていない。世界的にみると硫黄の欠乏地帯は多く、学者によっては窒素の次に重要という人もいるが、日本ではほとんど無視されてきた。窒素肥料として尿素ばかりを使っているといずれ硫黄欠乏が無視できなくなると考えている。

カルシウムも本来は栄養成分であるが、現

在は酸度矯正のためのアルカリ分としてしか評価していない。そのため葉面散布用の塩化カルシウムなどは特殊肥料であり成分の保証がされない。

主成分では元素としての絶対量ではなく、その形態が問題である。リン酸、カリウムなどではある溶媒に一定条件で溶出した可溶性成分で定義する。ただしこのような可溶性は必ずしも絶対的なものではない。アメリカのAOAC法では中性クエン酸アンモニウム溶液で浸出したリン酸を有効態リンと称しているが、この時に浸出した残さの吸収試験を行なうと案外有効だったという実験がTVAで行なわれたことがある。

有効態というのは概念であるが、実際に測定するのは約束ごとの可溶態であり、国によって有効態の内容が違っているのである。

(財 日本肥糧検定協会 参与)