

被覆尿素を用いた水稻の

早期全量基肥施肥法の開発

長野県農事試験場 土壤肥料部

研究員 上 原 敬 義

1. はじめに

近年、施肥作業の省力化、施肥窒素利用率の向上、及び環境への負荷軽減をねらいとして、被覆尿素肥料と速効性の窒素肥料を配合した全量基肥施肥法が普及しつつある。当施肥法は近年の施肥技術のなかでは画期的なものであり、今後、更なる普及拡大が望まれる。

しかし、ブロードキャスター等で機械施肥を行う農家では、作業性の点から耕起時に施肥を行うケースが多い。この条件では、植代時施肥を基準とした場合には2～4週間早期に施肥することになり、春先の気温が比較的に高い平坦地では窒素溶出パターンが意図したものとやや異なってしまう。また、配合した速効性の窒素は降水時や湛水時に流亡しやすいため、これを考慮した早期施肥でも可能な全量基肥施肥法も必要である。

更に、大規模栽培では施肥作業の分散による農繁期の作業の集中回避策も必要である。

このような理由から、春の耕起時の早期施肥、及び前年秋の土壤改良資材との同時施肥による早期全量基肥施肥法の検討を行ってきた。また、長野県は地域により環境条件がかなり異なるため、標高700m程度を境界線としてそれ以下の平坦地、及びそれ以上の高冷地に適用可能な施肥法をそれぞれ検討した。

2. 平坦地における春の早期全量基肥施肥

N溶出シミュレーションの結果、試験に用いた被覆尿素はLP70とLPSS100であり、速効性Nは用いなかった。両肥料の配合比率は3：5及び1：1で実施した。慣行区の施肥量は基肥N4kg/10a+穂肥N

2+2kgであり、被覆尿素のN施肥量の合計はN8kg/10aである。施肥は試験を行った3年間とも田植え1か月前頃の4月5半旬に行った。栽培試験はコシヒカリを用い、農事試験場内圃場(標高360m, 須坂市)で行った。

圃場埋設した被覆尿素のN溶出経過を見ると、田植え頃(5月5半旬)のN溶出率はLP70が10%程度であり、慣行の穂肥時期(7月下旬頃)までにほぼ溶出が終了した。LPSS100は7月中旬頃から溶出が開始し、8月末頃までに溶出が終了した。すなわち、LP70は湛水前のN溶出が少なく、慣行の基肥に相当する肥効を示した。一方、LPSS100は通常 of 穂肥に近い時期に溶出が開始し、慣行の穂肥に相当する肥効を示した(図1)。

重窒素法によるN利用率は慣行施肥30%台に対して当施肥法は50%台であり、今後、場合によっては減肥の可能性も示唆された(表1)。

当施肥法では速効性N肥料は用いていないため、初期生育はやや少ない傾向であったが、その後挽回して最高分けつ期頃には慣行施肥の水稻と同等になった。初期生育を考慮すると、2種類

図1 平坦地における被覆尿素のN溶出経過

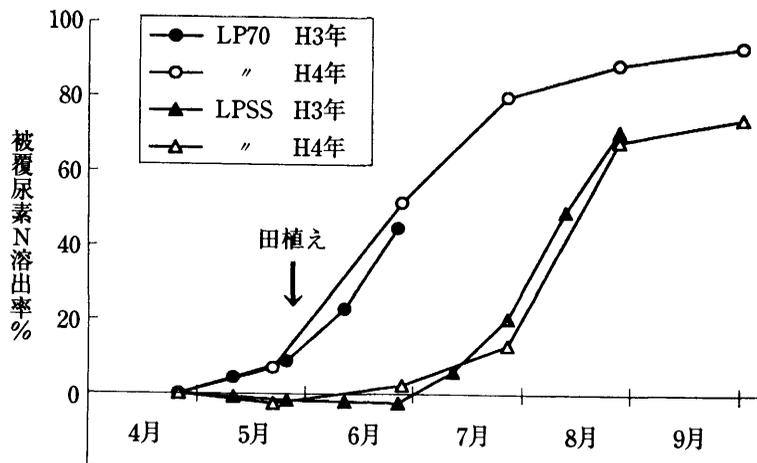


表 1 平坦地における早期全量基肥施肥のN利用率 (%)

肥 料	N量 g/m ²	H5年		H6年	
		利用率	計	利用率	計
LPコート70	4	58.7	} 57.6	33.8	} 56.5
LPコートSS100	4	56.5		79.2	
基肥硫安	4	23.9	} 31.1	22.2	} 36.9
穂肥1回目硫安	2	39.9		45.4	
穂肥2回目硫安	2	36.8		58.1	

注) ¹⁵Natom%はLP70:3.21%, LPSS:3.12%, 硫安N:10.1%(H5), 8.19(H6)。発光分光分析法。

の被覆尿素的の配合比率は1:1の方がよいと考えられる。成熟期時点での穂数は慣行並みであり、また、稈長、下位節間の伸長は見られず、倒伏の問題はなかった(表2)。

収量調査の結果、当施肥法の精玄米収量は慣行と同等を得ることが出来た。また、玄米の窒素含有率も慣行と大差なかった(表3)。

3. 高冷地における春の早期全量基肥施肥

試験に用いた被覆尿素肥料は、溶出シミュレーションによりLP30, LPS80を選定し、県北部に位置する信濃町(標高700m)においてあきたこまちを用いて栽培試験を実施した。なお、LP

表 2 平坦地における早期全量基肥施肥水稻の生育経過 (cm,/m²)

年次	試験区	N比率	草 丈			稈長	茎 数			穂数	倒伏
			1月後	最分期	幼形期		1月後	最分期	幼形期		
H3	LP70+LPSS100 慣行施肥 無窒素	3:5	42	66	78	89	315	497	466	409	少
			45	69	79	93	475	539	497	435	中
			44	65	77	87	321	407	392	334	微
H4	LP70+LPSS100 慣行施肥 無窒素	3:5	31	48	72	80	245	544	513	374	微
			31	47	71	80	261	566	531	376	無
		1:1	33	50	72	82	321	661	578	390	無
			30	44	67	70	201	398	363	270	無
H5	LP70+LPSS100 慣行施肥 無窒素	3:5	37	54	71	81	355	450	410	337	少
			36	54	71	82	402	542	461	376	無
		1:1	41	58	70	82	479	523	443	380	少
			33	48	65	72	257	335	305	250	無

表 3 平坦地における早期全量基肥施肥水稻の収量、及び玄米窒素含有率 (cm,/m², %)

年次	試験区	N比率	わら重	精粉重	精玄米重	m ² 精数	登熟歩合	千粒重	玄米N
H3	LP70+LPSS100 慣行施肥 無窒素	3:5	794	785	623	103	35000	81.8	21.7
			764	782	607	[100]	35500	77.3	22.1
			705	647	521	86	31300	79.1	22.2
H4	LP70+LPSS100 慣行施肥 無窒素	3:5	727	816	660	102	32100	90.6	22.7
			669	737	598	92	30200	86.2	23.0
		1:1	713	798	647	[100]	30700	89.6	23.5
			484	518	422	65	21400	89.4	22.0
H5	LP70+LPSS100 慣行施肥 無窒素	3:5	707	696	564	100	28900	90.1	21.7
			739	689	554	99	30300	86.0	21.3
		1:1	696	692	562	[100]	29700	86.1	22.0
			475	467	375	67	20000	88.8	21.1

30は慣行の基肥に相当する肥料であり、LPS 80は慣行の穂肥に相当する肥料である。また、高冷地では特に初期生育を確保する必要性から通常の基肥に相当する肥料(LP 30)の配合比率を平坦地における試験より高めて両肥料の比率を7:3、及び8:2において栽培試験を行った。慣行区の施肥量は基肥7kg/10a+穂肥3kgであり、被覆尿素的N施肥量の合計は10kg/10aとした。

田植え1か月前を当施肥法の施肥時期とした場合、これより早まったり遅れた場合のN溶出パターンに及ぼす影響を埋設試験により検討した。田植え1か月前を中心に前後に2週間程度施肥時期を前後させた場合、田植え時のLP 30のN溶出率の差は約10%以内、また、LPS 80の幼穂形成期

頃のN溶出率の差も約10%以内であり、両肥料ともほぼ問題はなかった(図2)。したがって、高冷地は春先の気温が低いため、施肥時期がある程度異なってもN溶出パターンには影響がないと考えられる。

早期全量基肥施肥水稻の生育は初期から良好であり十分な穂数が確保された。稈長はわずかに長かったものの、肥料の配合比率7:3の方が8:2より短く、平成10年の秋の悪天候下でも倒伏には問題はなかった(表4)。

精玄米収量は両肥料の比率7:3、8:2とも慣行と同等であった(表5)。玄米千粒重は慣行よりわずかに小さく、また、玄米の粒厚分布も上位の粒厚がわずかに劣る傾向であった。これらすべてを考慮すると平成10年の試験では、配合比率は7:3の方がやや良いと考えられる。

4. 平坦地における秋の全量基肥施肥

試験場内の平年地温を用いて被覆尿素的N溶出パターンをシミュレーションした結果、11月中旬施肥において、LPS 100は5月からN溶出量が増加し、8月まで続いた。したがって、LPS 100ではこれ1種類のみで全栽培期間の肥効が確保可能と推察された。そこでこの試験では1種類の被覆尿素的のみにより栽培試験を

図2 高冷地における被覆尿素的のN溶出経過

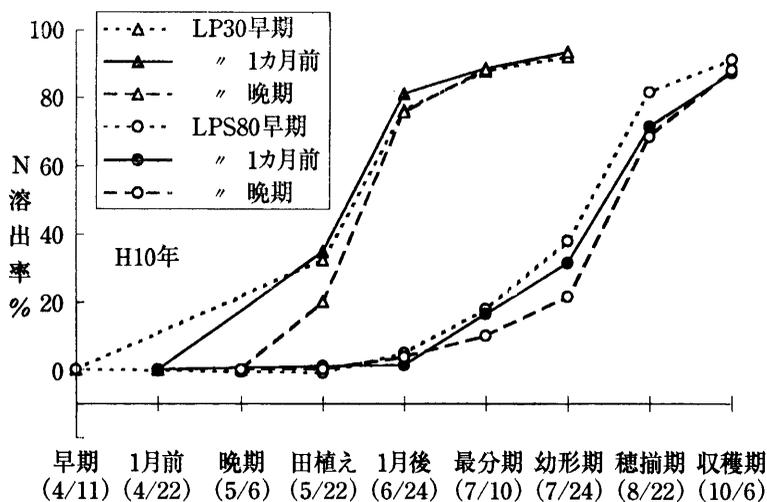


表4 高冷地における早期全量基肥施肥水稻の生育経過 (H10年, cm, /m²)

試験区	比率	草丈			稈長	茎数			穂数	倒伏
		1か月後	最分期	幼形期		1月後	最分期	幼形期		
LP30+LPS80	7:3	27.9	51.4	66.4	83.3	193	472	503	417	無
"	8:2	29.3	55.1	69.3	85.6	215	513	506	421	無
慣行施肥		28.6	51.7	63.6	81.7	210	439	435	380	微
無窒素		26.0	45.9	58.7	70.4	148	342	332	291	無

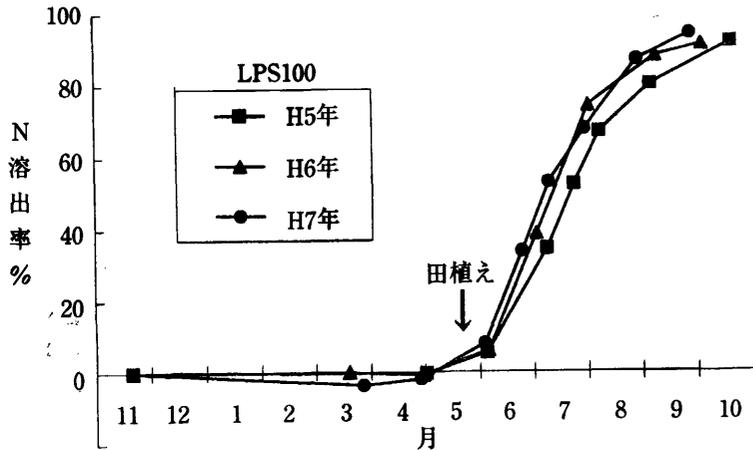
表5 高冷地における早期全量基肥施肥水稻の収量構成要素 (平成10年, kg/10a, g, %)

試験区	比率	わら重	精粉重	精玄米重	mi粉数	1穂粉数	登熟歩合	玄米千粒重	
LP30+LPS80	7:3	706	749	568	99	34100	82	78.5	21.2
"	8:2	689	726	556	97	30900	73	83.7	21.5
慣行施肥		581	727	576	[100]	31300	82	82.2	22.3
無窒素		489	511	410	71	20500	71	90.5	22.1

行った。施肥量、田植え等の耕種概要は春の早期施用と同様である。

圃場埋設によりN溶出パターンを調べたところ、

図 3 秋に施用した LPS 100 の N 溶出経過



ろ、当初のねらい通りであり、5月に溶出が開始し、9月まで継続した(図3)。なお、冷害年であった平成5年は田植え以後のN溶出が他の年よりやや緩慢であった。

水稻の生育は初期に茎数がやや少ない傾向であったが、概ね慣行施肥と同様に推移した(表6)。草丈は慣行よりやや長い傾向であったが、4年間の試験では倒伏にほぼ問題はなかった。穂数は慣行よりやや多く、収量はやや優れた(表7)。窒素吸収量も慣行と同等かそれ以上であり、重窒素法による当施肥法のN利用率は慣行のそれよりやや高かった(表8)。玄米N含有率は慣行よりわずかに低かった。

表 6 被覆尿素を前年秋耕時に施用した水稻の生育・窒素吸収経過

年 試験区	草丈(cm)				稈長	茎数(/m ²)			穂数	N吸収量(kg/10a)			
	1月後	最分期	幼形期	成熟期		1月後	最分期	幼形期		1月後	最分期	幼形期	成熟期
H5	LPS100	38	59	76	88	442	600	524	417	2.1	5.4	8.0	11.7
	慣行	41	58	70	82	479	523	443	380	2.4	3.3	4.4	10.3
	無窒素	33	48	65	72	257	335	305	250	0.8	1.0	2.8	6.1
H6	LPS100	38	74	88	93	356	571	518	466	1.7	5.2	8.2	14.0
	慣行	37	69	81	86	374	539	477	432	1.8	6.0	7.1	14.8
	無窒素	33	62	79	80	292	451	413	372	0.9	3.6	5.7	10.3
H7	LPS100	30	78	77	90	231	444	440	369	0.7	4.5	6.3	11.2
	慣行	33	62	74	84	273	448	413	355	1.2	3.1	5.0	11.0
	無窒素	30	54	66	77	160	280	273	289	0.5	1.8	3.1	6.4
H8	LPS100	38	55	76	89	342	571	533	446	1.8	3.8	7.1	11.1
	慣行	41	60	75	88	403	566	484	403	2.5	3.9	6.0	11.8

表 7 被覆尿素を前年秋に施用した水稻の収量構成要素 (kg/10a, %, g)

年 試験区	わら重	精籾重	精玄米重	mi粉数	登熟歩合	千粒重	倒伏	玄米N%	
H5	LPS100	796	748	595 106	35000	80.4	21.1	少	1.24
	慣行	696	692	562 [100]	29700	86.1	22.0	少	1.25
	無窒素	475	467	375 67	20000	88.8	21.1	無	1.14
H6	LPS100	885	927	726 102	40200	83.2	21.7	中~多	1.35
	慣行	829	891	711 [100]	36600	88.2	22.0	少~中	1.49
	無窒素	709	800	643 90	32400	90.2	22.0	微	1.24
H7	LPS100	731	783	623 108	33000	84.8	22.3	少	1.17
	慣行	640	706	574 [100]	27500	90.5	23.1	少	1.25
	無窒素	498	528	425 74	21500	89.1	22.2	無	1.13
H8	LPS100	807	836	648 104	36000	81.4	22.1	微	
	慣行	798	805	623 [100]	33700	80.2	23.1	少	

表 8 秋に施用したLPコートS100のN利用率 (%)

試験区	N量	平6年	平7年	
LPS100	8	34.5	55.0	
基肥硫安	4	22.2	計 30.9	
穂肥1回目硫安	2	45.4		計 64.4
穂肥2回目硫安	2	58.1		
		計 36.9	計 49.8	

注) ¹⁵Natom%はLPS100:3.11%, 硫安N:8.19%, 発光分光分析法。

5. りん酸, 加里肥料について

早期に肥料全量を施肥する場合, りん酸, 加里肥料の流亡等の損失を軽減して肥効を高めることが必要である。特に前年の秋に施肥する場合には田植えまでには6か月程度期間があるため, 大きな問題である。水稻栽培ではりん酸は既に緩効性の肥料が使用されているが, 加里は大部分が塩化加里である。そこで, 緩効性の加里肥料として珪酸加里について検討した。

秋に施肥した場合の土壤交換性の加里成分を調べたところ, 塩化加里では施肥後に高まったが,

以後減少した(図4)。これは流亡による可能性が高いと考えられる。一方, 珪酸加里は加里無施用と同等の低レベルで推移した。

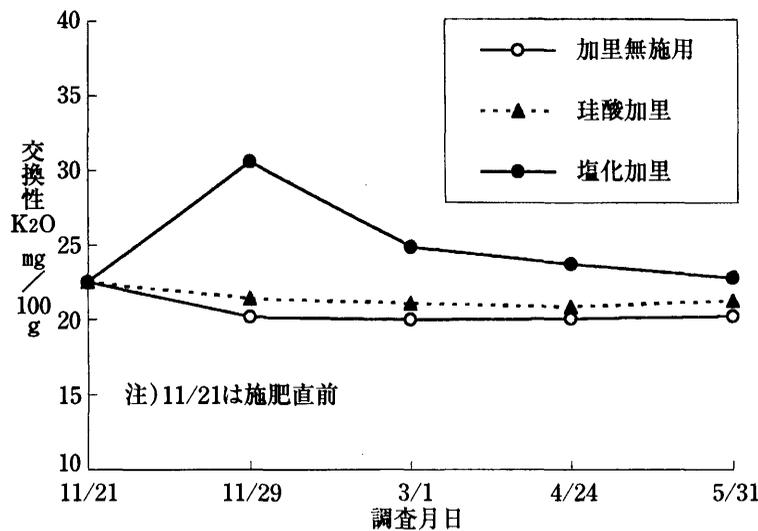
加里肥料の種類による水稻の生育, 収量への影響を数年間調査したが, その差異は確認できなかった。しかし, 年によっては加里吸収量に差異が認められた。

したがって, 養分収支や長期的な稲作を考えた場合, りん酸, 加里も緩効性肥料を用いることが望ましいと考えられる。なお, 珪酸加里は加里成分の1.5倍量の珪酸成分を含有するため, 慣行の年間加里施肥量からすると珪酸(SiO₂)は10a当たり20kg近くになる。量的にはあまり多くはないが, 土壤改良資材の施用が減少している近年では, その効果にも期待したい。

5. おわりに

当施肥法は現行の全量基肥施肥法を更に一步進めた施肥法であり, 全量基肥施肥自体が普及し始めた現段階ではすぐには農家に受け入れられないと思う。しかし, ここに挙げた施肥法のうち, 前

図 4 秋に加里肥料を施用した場合の土壤交換性加里成分の推移



年秋の全量基肥施肥は農家に認知されるにはまだ多くの年月が必要と思われるが, 春の早期の全量基肥施肥は近い将来普及する可能性が十分にあると考える。

当試験では, 初期生育, 千粒重・粒厚分布に若干の改善の余地がある。これらの課題は現在普及している全量基肥施肥を含めて共通した課題であるが, この点についても今後更に検討を行いたい。また, 試験を開始した当時は, 苗箱施肥に用いるような短期間のシグモイド型被覆尿素は開発途中であり, 当試験には用いなかったが, 今後これらも取り入れて試験を実施したい。