

XII 環境保全対策

米を取りまく情勢についてみると、消費者の間では農産物に対する健康、安全、安心についての根強い要望があり、他方、外交政策上の米輸入枠の増大や、経済の低迷、米離れ傾向の進展などによる米価低迷の問題も存在する。

国は、農業・農村への国民的支持（農業・農村の生存戦略）を確保するため、「食糧・農業・農村基本法」において、農業の自然循環機能の維持増進と、持続的発展を基本理念に位置づけ、「環境と調和した農業」を推進するとしている。これを受け、道は農業・農村基本条例で、農業・農村を将来にわたって受け継いでいくべき道民共有の財産と位置づけ、第2期振興計画以降、「環境に調和した農業」の推進が、北海道農業・農村の維持・発展に無くてはならないものとしている。そこで、稲作におけるこれらの政策の支援技術を紹介する。

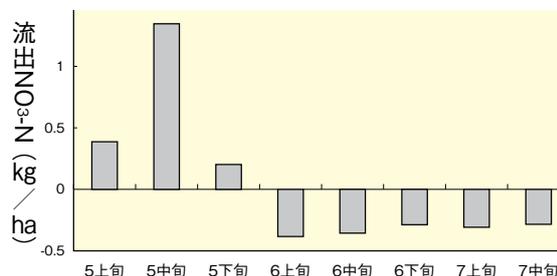
1 水質汚染および温室効果ガス

(1) 水田から河川への硝酸性窒素流出

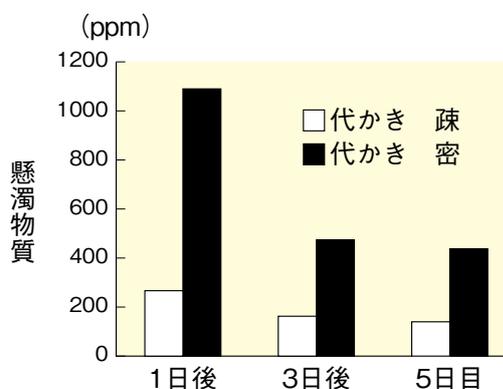
水田においては微生物の作用により硝酸呼吸（脱窒）がおこなわれるため、水田が硝酸性窒素を浄化する機能を持っていると言われる。しかし、実際の排水中には、窒素やリン等の余剰肥料成分が含まれており、周辺水環境へ影響をおよぼすことが懸念される。

水田地帯（旭川近郊）における硝酸性窒素流出量の調査例をみると、河川への年間流出量は $0.13\text{kg}/\text{ha}$ （文献値例： $-0.3\sim 0.7\text{kg}/\text{ha}$ ）で、畑地（文献値例： $18.2\text{kg}/\text{ha}$ ）と比較すると低い結果が得られている。しかし、流出量の旬別収支をみると、5月、特に中旬は著しく多い（図ⅩⅡ-1）。この時期は、粘土を主体とした土壌懸濁物質の河川への流出が多く、その原因は代かき後の排水によると報告されており、硝酸性窒素もそれら土壌懸濁物質とともに河川に流出したものと考えられる。

このように、水田地帯における硝酸性窒素の農地以外への流出は、畑地に比べて明らかに少ないものの、施肥窒素の一部は河川に流出しており、それは代かき後の不適切な水管理（落水など）が主な原因と推定される。流出を抑制するためには、施肥代かき直後の田面水中の窒素が高濃度で存在する期間中は落水をしな



図ⅩⅡ-1 水田地帯における硝酸態窒素の旬別流出量（3カ年平均、上川農試 2000）



図ⅩⅡ-2 代かき程度と懸濁物質（上川農試 1997）

いことが必要である。具体的には過度な代かきを避け、落水は粘土・土壌粒子を沈降（代かき後1～5日）させてから行うことが挙げられる（図Ⅻ-2）。

施肥との対応をみると、全層施肥の場合、土壌と混和後、入水までの期間が長くなるにつれ、移植時の排水中の硝酸性窒素濃度が上昇する（図Ⅻ-3）。また、側条施肥や育苗箱施肥では移植時排水の硝酸性窒素濃度が低いことから（図Ⅻ-4）、施肥後、速やかに入水代かきをおこなうこと、全層施肥を減らし、側条施肥と組み合わせた施肥を行うことにより、排水中の硝酸性窒素濃度を低下させることが可能である。

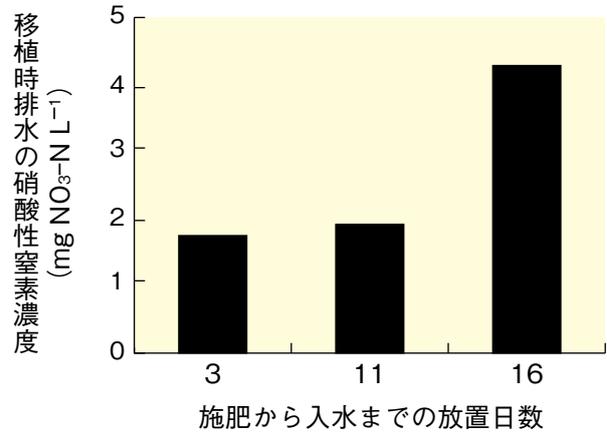
(2) 水田から河川への農薬の流出

石狩管内の河川流域で行われた調査では、農薬は施用直後から検出され、畦の漏水や給水時のかけ流し等、給排水管理の不徹底が要因の一つと考えられる。また、移植後の気温や日照といった気象要因による生育状況によっても農薬の使用時期が左右され、流出時期も変動する。水田田面水中の除草剤の半減期は2～5日で、約1週間後に初期濃度の約1/10となる。移植前処理の使用禁止の徹底、施用後1週～10日間の止め水の実行により河川への高濃度の流出は抑制が可能である。さらに、流出軽減対策として、水口近傍排水口による水位管理は、オーバーフローやかけ流しによる農薬流出量の大幅削減、施用効果の持続においても有効である。

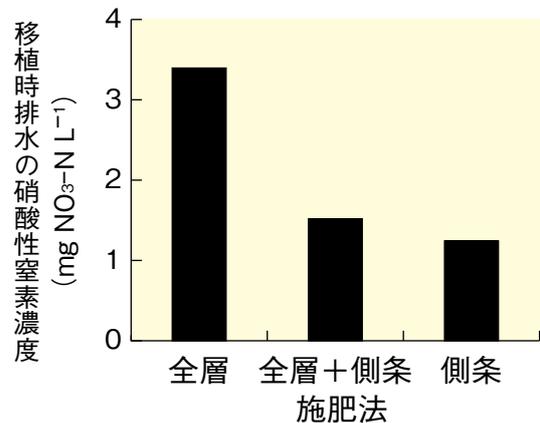
(3) 水田からの温室効果ガス（メタン）

北海道における水田からのメタン発生量を調査した結果をみると、メタン発生量は土壌還元の進行に伴って増加し、そのピークは7月下旬から8月中旬にある。

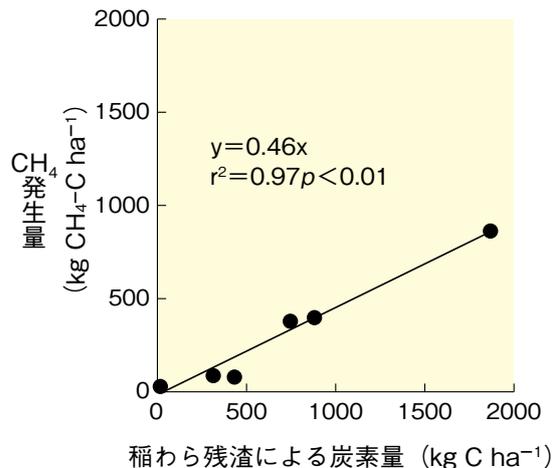
メタンの発生は、自然要因としては土壌型、人為的要因としては、圃場管理、有機物処理、栽培管理が挙げられ、それぞれの組み合わせによって、発生量が増減する。図Ⅻ-5は、稲わら残渣による炭素量とメタン発生量の関



図Ⅻ-3 施肥後放置日数と硝酸性窒素濃度
(北海道農政部 2009)



図Ⅻ-4 施肥法と硝酸窒素濃度
(北海道農政部 2009)



図Ⅻ-5 麦わら残渣による炭素量とCH₄発生量の関係
(北農研 2009)

係を示したものであるが、メタン発生量は圃場にすき込まれる稲わら残渣量の増加量に比例して多くなり、すき込まれる炭素量の約50%がメタンとして放出される。

また、土壌型もメタン発生量に影響をおよぼす要因であり、北海道の調査では、褐色低地土<灰色低地土<グライ土の順に大きくなる。これは、圃場の透排水性の低さがメタン発生量を大きくすることを示している。

表Ⅻ-1は、稲わらの鋤込み時期、さらに鋤込み時における肥料や分解資材の添加がメタン発生量におよぼす影響をみたものである。秋混和は春混和に比べてメタン発生量が55~70%に低下している。堆肥化等が困難な場合も、収穫後、秋に耕起を行い、稲わら残渣を鋤込むことが推奨される。この場合、簡易な5~8cm程度の浅いローリー耕を行うことが効果的である。また、肥料や分解資材の添加は、秋に耕起する事の効果に加え、さらに10%程度、メタン発生量を減少させる効果が認められる。

表Ⅻ-1 稲わら処理法、肥料および分解資材添加が水稻栽培期間の推定メタン発生量に及ぼす影響（上川農試 2000）

処 理 区	水稻栽培期間の推定メタン発生量 (gCH ₄ /m ²)		
	1997年	1998年	1999年
稲わら秋混和	10.6	5.2 (55)	12.0 (70)
稲わら秋混和 + 肥料A + 分解資材B添加	8.9	4.4 (46)	—
稲わら秋混和 + 肥料B + 分解資材B添加	—	—	9.9 (58)
稲わら春混和	—	9.5 (100)	17.1 (100)
稲わら春混和 + 肥料A + 分解資材B添加	—	8.0 (84)	—
稲わら春混和 + 肥料B + 分解資材B添加	—	—	12.5 (73)
稲わら無施用	—	1.5 (16)	4.8 (28)

メタンフラックスの測定は1997年：5回、1998年：6回、1999年：7回。

() 内の数値は稲わら春混和区を100とした指数。

表Ⅻ-2は水管理処理が異なる圃場におけるメタン発生量を示す。中干し（6月下旬）は、連続湛水に比べ、50%程度のメタン発生量を軽減する効果がある。間断灌漑（6月下旬、出穂期以降）は、中干し処理に比べるとメタン発生量軽減効果は小さいものの、連続湛水に比べ40%程度の軽減効果もみられる。間断灌漑は弱（落水（2~3日）と湛水（4日）と落水（2~3日））に比べ、強（落水（3~5日）と湛水（2~3日）一落水（3~5日））でメタン発生量軽減効果が高い。

表Ⅻ－２ 水管理処理が水稻栽培期間の推定メタン発生量に及ぼす影響（上川農試 2000）

水管理処理	水稻栽培期間中のメタン発生量 (gCH ₄ /m ⁻²)							
	1996年		1997年		1998年		1999年	
	稲わら なし	稲わら なし	稲わら なし	稲わら 春混和	稲わら なし	稲わら 春混和		
1. 連続湛水	8.4 (100)	5.4 (100)	8.9 (100)	28.6 (100)	10.0 (100)	50.3 (100)		
2. 中干し	4.2 (51)	3.1 (58)	4.7 (53)	20.9 (73)	—	25.1 (50)		
3. 間断灌溉(弱)	—	5.2 (95)	7.6 (85)	25.3 (89)	—	44.4 (88)		
4. 間断灌溉(強)	5.5 (6.6)	3.5 (65)	5.1 (57)	18.9 (66)	8.3 (82)	26.3 (52)		

但し、幼穂形成期前の水管理処理以前のメタンフラックスの測定（1996年：2回、1997年：3回）は1. 連続湛水区の測定値を2～4区の発生量の積算に用いた。1998年～1999年は各区とも全測定を行った。（ ）内の数値は連続湛水区を100とした指数。

表Ⅻ－3は、稲わら鋤込み時期、資材添加（肥料＋分解資材）、水管理（間断灌溉（強））の組み合わせがメタン発生量におよぼす影響をまとめたものである。農家慣行の秋散布＋春混和に比べ、秋混和によりメタン発生量は30%軽減されるが、さらに分解資材や、間断灌溉を組み合わせることによって、75%まで、メタン発生量を軽減する効果になることが示されている。

表Ⅻ－3 湛水期間の推定メタン放出量に及ぼす稲わら腐熟促進および水管理法の影響（上川農試 2000）

稲わら	資材	水管理	メタン放出量 gCH ₄ m ²	比率1	比率2
秋散布＋春混和	—	—	17.1	142	100
秋混和	—	—	12.0	100	70
秋混和	肥料＋B	—	9.9	82	58
秋混和	—	あり	5.1	42	30
秋混和	肥料＋B	あり	4.3	36	25

肥料は腐熟促進肥料、B：微生物資材、水管理：中干期・出穂後に間断灌溉
比率1：稲わら秋混和を100、比率2：秋散布＋春混和を100として

（道総研中央農業試験場農業環境部栽培環境グループ 研究主幹 日笠裕治）

2 環境に配慮した農薬の使用

ここでは水田の周辺への農薬の飛散を抑制する使用法について概略する。道内でのドリフト（漂流飛散）低減の取り組みは、有人ヘリ散布からラジコンヘリを主体とした無人ヘリ散布への切り替えが重要であった。さらに、下記の水面施用剤や茎葉散布の際のドリフト低減ノズルの使用の他に、育苗箱灌注剤および箱施用粒剤の使用や粉剤に代替する微粒剤（2011年・平23に2剤登録見込み）の使用などがある。

また、育苗箱灌注剤および箱施用粒剤の使用に際しては育苗ハウスでの後作への農薬の残留に充分配慮した薬剤と使用時期・方法の選択が必要となる。

(1) Y字二頭口ドリフト低減ノズルによる農薬飛散低減及び防除効果

(2008年(平20)中央農試)

1) 防除効果

- ・ 速度連動式システムを装備した乗用管理機（パンクルスプレーヤ・RV60H/120KN）のスプレーヤ部分にY字二頭口ドリフト低減ノズル（扇型噴霧・ヤマホ工業社製）を装着した場合の薬剤飛散防止効果とカメムシ類（斑点米）防除効果を慣行ノズル（中空円錐形噴霧）と比較した。
- ・ Y字二頭口ドリフト低減ノズルの薬液付着量は慣行ノズルとほぼ同等である（表XII-4）。
- ・ Y字二頭口ドリフト低減ノズルのドリフトは慣行ノズルに比べ低減される（表XII-4）。
- ・ Y字二頭口ドリフト低減ノズルによる防除は慣行作業と同条件（農薬種類、希釈濃度、10a当たり散布量）での散布作業においては、慣行ノズルとほぼ同程度の防除効果である（表XII-5）。
- ・ 以上の結果より、新たに開発されたY字二頭口ドリフト低減ノズルは、慣行ノズルとほぼ同等の散布性能と防除効果を有すると共に、ドリフト低減効果を持つことが明らかである。

2) 注意事項

- ・ 供試ドリフト低減ノズルは噴霧圧力1.0~2.0MPaの範囲で使用する。
- ・ 風速が強い場合、薬液のドリフト量が増えるばかりでなく、薬液の葉面付着量も低下し、防除効果が低下する可能性が高いことから、3m/sを超える強風時の散布作業は慎む。
- ・ ドリフト低減ノズルを使用する場合であっても、強風下あるいは微風であっても散布地点から至近距離に別圃場や作物がある場合など、ドリフト発生の危険性が高い場面では、散布経路や作業日程を変更することや、ネット等の遮蔽物を設置する等のドリフト防止への対応が不可欠である。
- ・ 使用したY字二頭口ドリフト低減ノズルは(株)ヤマホ工業から商品名「キリナシESYノズル」シリーズとして市販されている。

表XII-4 薬液付着程度およびドリフト特性^{1)、2)} (中央農試 2008)

ノズル名	感水紙 設置方向	付着度指数 ³⁾				水平・鉛直	指数合計	ドリフト (散布機端からの距離)							
		上	中	下	計			1m	2m	3m	4m	5m	7.5m	10m	
Y字二頭口 ドリフト 低減ノズル 	水平	表	9.0	9.0	8.5	26.5	30.0	56.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		裏	1.5	1.0	1.0	3.5									
	鉛直	左	9.0	5.5	3.5	18.0	26.0								
		右	3.5	2.5	2.0	8.0									
慣行ノズル 	水平	表	10.0	9.0	9.0	28.0	31.0	66.0	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0
		裏	1.0	1.0	1.0	3.0									
	鉛直	左	9.5	8.0	7.0	24.5	35.0								
		右	4.5	3.0	3.0	10.5									

1) 風は散布方向に対し112.5°の横風、2) 指数合計は120点満点、8/12および8/21試験の値を平均化し評価した。

3) 作業速度、ポンプ圧および風速：Y字二頭口ドリフト低減ノズル：0.51m/s、1.7MPa、風速8/12：2.7m/s、8/21無風
慣行ノズル：0.56m/s、1.3MPa、風速8/12：2.0m/s、8/21無風

表Ⅻ-5 斑点米調査結果¹⁾ (中央農試 2008)

ノズル名	頂部 ²⁾	側部 ³⁾	合計	同左百分率(%)
Y字二頭口ドリフト低減ノズル	0.5	3.8	4.3	0.14
慣行ノズル	0.7	3.7	4.4	0.15
無処理区	2.3	8.7	11.0	0.37

1) 斑点米調査：9/25に刈取り、乾燥調整後、各区精玄米（粒厚1.9mm以上）、9,000粒（3,000粒×3）について斑点米を調査

2) 頂部：頂部斑点米粒数/精玄米3,000粒、3) 側部：側部斑点米粒数/精玄米3,000粒

(2) 水稻のアカヒゲホソミドリカスミカメに対する水面施用粒剤の残効特性と施用時期
(2008年(平20)中央農試)

1) 防除効果

・ 水面施用粒剤はアカヒゲホソミドリカスミカメに対し、1回の施用で少なくとも出穂期後第2週目まで残効期間が認められ、茎葉散布剤の2回散布（出穂期および出穂期7日後）と同等の防除効果が期待できるので、本剤を利用することで2回の茎葉散布を省くことができ減農薬が可能になる（表Ⅻ-6）。

・ 1回施用で高い防除効果が認められた水面施用粒剤と効果的な施用時期およびその残効期間は以下の通りである（表Ⅻ-7）。

キラップL粒剤：出穂期10日前（27日間）、出穂期（18日間）、出穂期7日後（14日間）

ダントツ粒剤：出穂期（15日間）、出穂期7日後（12日間）

スタークル1キロH粒剤：出穂期施用（22日間）、出穂期7日後施用（14日間）

スタークル粒剤：出穂期施用（17日間）、出穂期7日後施用（15日間）

表Ⅻ-6 水面施用粒剤の施用時期と斑点米率（%）（中央農試 2006～2008）

薬剤名	施用時期	試験1	試験2	試験3	試験4	試験5	平均値	平均値対無処理比
無処理 ¹⁾	発生程度	少～中	中～多	少～中	多	多		
	出穂期	7/29	8/8	7/24	7/31	7/31		
	幼虫初発期	8/15	8/15	8/21	8/14	8/10		
	斑点米率%	1.1	3.3	1.0	10.5	9.6	5.1	100
茎葉散布 ³⁾	2～3回	0.3 ²⁾	1.4	0.8	4.6	4.7	2.4	46.3
キラップL粒剤	出-10	0.1	1.0	-	3.6	2.5	1.8	35.3
	出	0.1	0.6	0.8	2.2	3.6	1.5	28.6
	出+7	0.4	0.6	0.8	1.8	1.5	1.0	20.0
ダントツ粒剤	出	1.8	0.5	0.5	2.6	1.9	1.5	28.6
	出+7	0.1	1.1	1.0	3.2	2.6	1.6	31.4
スタークル1キロH粒剤	出	1.3	0.8	0.6	1.6	2.7	1.2	23.9
	出+7	0.1	1.1	0.3	1.7	1.9	1.1	22.4
スタークル粒剤	出	1.2	0.4	0.5	1.7	2.3	1.4	27.5
	出+7	0.1	0.8	0.3	1.9	2.6	1.0	20.0

1) 無処理：各水田試験におけるカメムシ発生程度、出穂期、幼虫初発日、斑点米率%を示す

2) 網掛け部分：高い防除効果（無処理区の斑点米率を100とした場合の対無処理比30以下）が認められた薬剤施用時期

3) 茎葉散布：エトフェンプロックス乳剤散布をH18上川では3回(出、出+7、出+14)、その他では2回(出、出+7)実施

表Ⅺ-7 水面施用粒剤の有効施用時期（●）と残効期間（中央農試 2008）

薬 剤 名	10 日 前	出 穂 期	カメムシ吸汁加害危険期間と粒剤の残効期間			
			出穂期後 第1週目	出穂期後 第2週目	出穂期後 第3週目	出穂期後 第4週目
茎葉散布		●				
キラップL粒剤	●					
		●				
ダントツ粒剤		●				
			●			
スタークル1キロH粒剤		●				
			●			
スタークル粒剤		●				
			●			

出穂期後

第1週目：出穂期～7日後 第2週目：出穂期8日後～14日後 第3週目：出穂期15日後～21日後
第4週目：出穂期22日後～28日後 ●：薬剤の有効施用時期 網掛け部分：残効期間

2) 注意事項

- ・ 水面施用粒剤はその種類、あるいは施用時期によって出穂期後第2週目以降も残効が期待できるが、出穂期後第3週目にはすくい取りなど発生モニタリングを行い、カメムシの発生動向に十分注意することが必要である。
- ・ 水面施用粒剤の施用に当たっては湛水状態で均一に行い、施用後7日間は湛水状態を保ち、落水及びかけ流しを行わない。

(3) 水稻のいもち病に対する水面施用粒剤の施用時期と防除効果

(2010(平22)中央・上川農試)

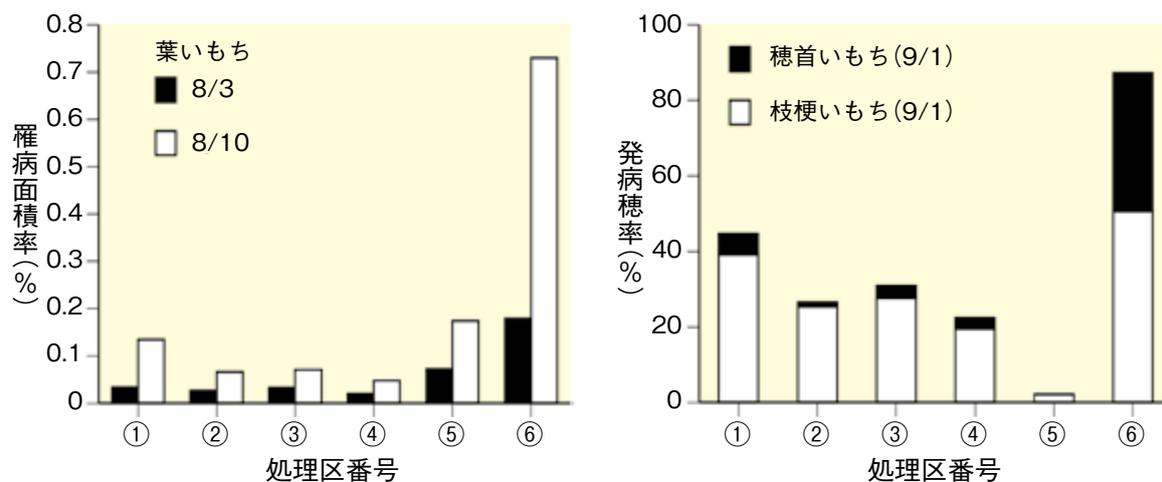
1) 防除効果

- ・ いもち病対象の各種水面施用粒剤処理は出穂期頃までは葉いもちに対しては一般的な茎葉散布とほぼ同等の防除効果であり、葉いもち防除には同粒剤の効果が期待できる。ただし、初発後散布では明らかに効果が劣るので必ず初発前に施用する必要がある。
- ・ また、穂いもちまでの効果は期待できないため、別途穂いもちの防除は必要である。
- ・ 穂いもちに対する同粒剤の防除効果は、茎葉散布では甚発生年でも安定して効果が高いにも係らず防除効果が不安定であり、特に散布前に葉いもちが既に発生している場合や出穂以降に葉いもちが増加するような条件下では、効果が不十分となる可能性が高い。

表Ⅻ－8 供試薬剤名と各薬剤の施用時期（上川農試 2009）

番号	処理薬剤（施用時期）
①	嵐キラップ粒剤・3 kg / 10a（7 / 17：出穂16日前）
②	コラトップ1キロ粒剤・1 kg / 10a（7 / 3：出穂30日前）
③	コラトップ1キロ粒剤・1 kg / 10a（7 / 17：出穂16日前）
④	イモチエースキラップ粒剤・3 kg / 10a（7 / 13：出穂10日前）
⑤茎葉散布	ビームフロアブル（7 / 30、8 / 7）
⑥	無処理

注）初発7 / 27、出穂期8 / 2



図Ⅻ－6 各水面施用粒剤の葉・穂いもちに対する防除効果（上川農試 2009）

（処理区番号は表Ⅻ－8に記載）

（道総研中央農業試験場病虫部長 田中文夫）