

暖地の発酵粗飼料用水稻栽培における雑草管理

農研機構中央農業研究センター
生産体系研究領域

小荒井 晃

はじめに

近年、暖地水田では、排水等の条件が悪い水田でも栽培でき、飼料自給率の向上にも寄与する転作作物として、茎葉と子実をあわせて収穫し、サイレージ発酵させて粗飼料として利用する水稻栽培（発酵粗飼料用水稻栽培、以下、WCS用イネ栽培）が推進されてきた（小川 2005）。WCS用イネ栽培では経営上の理由から食用イネ栽培以上の簡便な除草体系や除草剤の使用量の削減が望まれている。また、省力・低コスト化を優先するあまり、雑草管理が不十分となり、収穫時に雑草が繁茂して、収穫作業の際、イネだけでなく、雑草や雑草種子もあわせて収穫する事例が多く見られる。そのため、WCS用イネ栽培に対応した新たな雑草管理技術の開発や雑草や雑草種子が混入した収穫物が生産された場合の対

策技術の確立が急務であった。そこで、農研機構九州沖縄農業研究センターでは、2000年度から農林水産省の委託プロジェクト等に参画し、暖地WCS用イネ栽培における雑草管理技術の開発に取り組んできた。本稿ではその概要を紹介する。

1. 直播栽培における雑草防除

WCS用イネ栽培における雑草防除では、現在、農林水産省生産局畜産部からの事務連絡（農林水産省28生畜第744号通知）に基づいて“稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル第6版（（一社）日本草地畜産種子協会2014、以下、生産・給与技術マニュアル）”に掲載されている農薬の種類・使用方法によって対応することとなっている。生産・給与技術マニュアルでは、農薬の使用時期に「収穫〇日前ま

で」という記載がある場合は、「収穫」をWCS用イネの収穫にそのまま適用することとしている。そのため、これらの農薬の使用上の留意点に注意を払いつつ、食用イネ栽培に準じて雑草を防除することを基本とするが、上述のように、WCS用イネ栽培では、食用イネ栽培以上に省力・低コスト性が強く要求されるため、除草剤の使用を削減した雑草管理技術の開発が望まれる。草丈が高く、初期生育の優れたイネ品種は雑草抑圧力が優れていることから（Koarai and Morita 2003）、WCS用イネ専用品種の雑草抑圧力を評価したところ、茎葉型のWCS用品種は飼料用米向き多収品種や食用品種より雑草抑圧力が強い品種が多かった（表-1、小荒井ら 2003）。そこで、草冠を速やかに被覆するため雑草抑圧力が強いとされる品種を利用すると必要除草期間が短くなり、湛水直播栽培および移植栽培では初期除草剤のみの除草剤1回処理体系（図-1、小荒井ら 2005, 2007）、乾田直播栽培では入水後の除草剤を省略した除草剤2回処理体系（図-2、小荒井 2016）でも、実用上問題ない程度に雑草を防除できることを明らかにした。したがって、WCS用イネ直播栽培では、雑草抑圧力の強い品種を作付けることで省力・低コストな雑草管理が可能であると考えられた。

なお、生産・給与マニュアルの記載の除草剤は毎年更新されるので、常に最新の情報を入手する必要がある。

表-1 WCS用イネ移植栽培におけるヒメタイヌビエの生育に及ぼすイネ品種の影響

混植したイネ品種	ヒメタイヌビエ乾物重(kg/m ²)			
	2001年		2002年	
	5月移植	6月移植	5月移植	6月移植
Taporuri	-	0.11 b	0.18 (11) d	0.02 (1) f
Tetep	0.08 b	0.05 b	0.17 (10) d	0.01 (1) e
モーれつ	0.46 a	0.18 b	0.36 (21) c	0.05 (4) d
スプライス	0.50 a	0.36 a	-	-
ニシアオバ	-	-	0.47 (28) c	0.09 (8) c
ヒノヒカリ	0.59 a	0.42 a	0.66 (39) b	0.25 (21) b
ヒメタイヌビエ単植	-	-	1.69 (100) a	1.18 (100) a

- 1) 調査は、イネ黄熟期に行った。
- 2) かっこ内の数値は、対ヒメタイヌビエ単植比(%)を示す。
- 3) -は、調査なし。
- 4) 同一アルファベットは、各移植時期において品種の間にTukey法の5%水準で有意差が無いことを示す

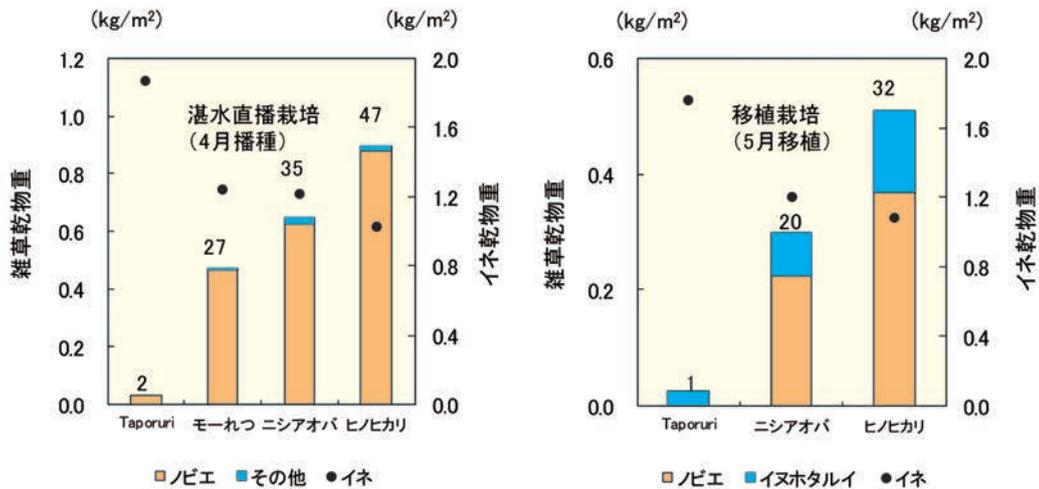


図-1 初期除草剤単用処理による残草量とWCS用イネ収量への影響
1) 図中の数字は、収穫物への混入率を示す。

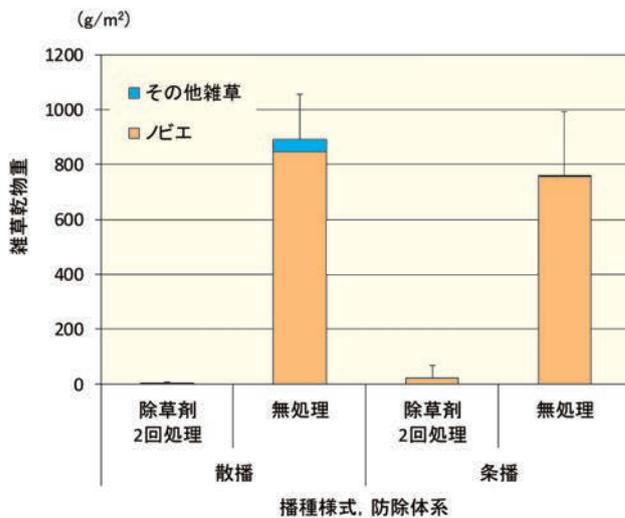


図-2 WCS用イネ乾田直播栽培における入水37～39日後の雑草の生育

- エラーバーは全雑草乾物重の標準偏差を示す。
- 除草剤2回体系は、播種直後にトリフルラリン粒剤、入水前にペノキスラム液剤を処理した。なお、トリフルラリン粒剤は、現在、生産・給与技術マニュアルに掲載されていない。

2. 2回刈り直播栽培における雑草防除

(1) 2回刈り栽培とは

温暖な宮崎県や鹿児島県などの九州南部では、他の飼料作物の多回刈り栽培と同様に、WCS用イネでも複数回の収穫が可能で、4月上旬から4月中旬頃に播種あるいは移植して、1番草を穂ばらみ期から穂揃期頃に収穫し、再生したイネを糊熟期から黄熟期頃に再び2番草として収穫する2回刈り

栽培が行われている（農研機構九州沖縄農業研究センター 2011）。2回刈り栽培では、茎葉収量が高く、かつ刈り取り後の再生が旺盛な品種を用いる必要があるため、農研機構九州沖縄農業研究センターでは、鹿児島県内で実施した現地の移植栽培で2t/10a弱の合計乾物収量（1番草と2番草）を実証した2回刈り専用品種「ルリアオバ」を育成した（坂井ら 2013）。

(2) 研究当時の2回刈り直播栽培における除草剤使用上の注意点

本研究の実施当時、生産・給与技術

マニュアルにおいて直播栽培で使用できる除草剤として掲載されていた一発処理型除草剤を含む湛水処理型除草剤にはすべて使用時期に『収穫90日前まで』あるいは『収穫120日前まで』の記載があった。2回刈り乾田直播栽培においては、入水後の湛水処理型除草剤を散布できる時期からおおむね70～80日後には1番草の収穫時期を迎えるため、湛水処理型除草剤は事実上使用できなかった。そのため、一発処理型除草剤を使用しない雑草防除技術を開発する必要がある。なお、現在は収穫45日前まで使用できるカルフェントラゾンエチル・フルセトスルフロン粒剤、ピリミルスルファン粒剤などが生産・給与技術マニュアルに掲載され、2回刈り直播栽培でも入水後（再入水後）に一発処理型除草剤が使用できる。

(3) 2回刈り乾田直播栽培における雑草防除

茎葉収量が高く、かつ刈り取り後の再生が旺盛で、雑草抑圧力がきわめて強い2回刈り専用品種「ルリアオバ」（小荒井ら 2003, 2007）を利用することで2回刈り乾田直播栽培において、イネ出芽前に散布する非選択性除

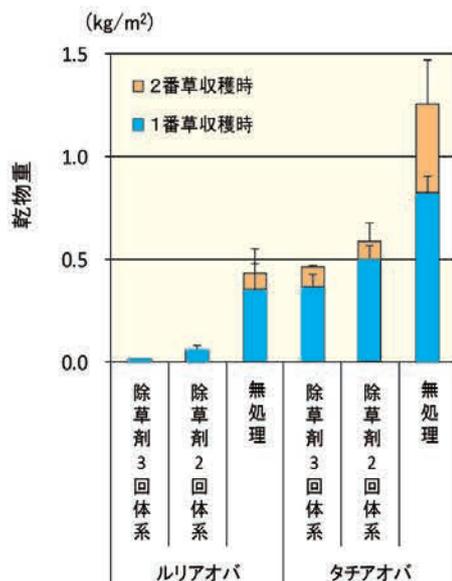


図-3 WCS用イネ2回刈り栽培における収穫時の雑草の生育

- 1) エラーバーは、標準偏差を示す。
- 2) 除草剤2回体系は、イネ出芽前に非選択性除草剤グリホサートカリウム塩液剤、入水前に茎葉処理型除草剤シハロホップブチル・ペンタゾン液剤、除草3回体系はさらに入水後に再度シハロホップブチル・ペンタゾン液剤を処理した。
- 3) WCS用イネは2009年5月12日に播種し、8月11日に1番草、10月14日に2番草を収穫した。
- 4) 試験は福岡県筑後市で実施した。

草剤と入水前に散布する茎葉処理型除草剤との除草剤2回体系で雑草をほぼ完全に防除でき、1番草収穫後の雑草防除は特に必要ないことを明らかにした(図-3, 小荒井ら2011)。この雑草防除技術は、入水後(再入水後)の湛水土壤処理型除草剤が使用できないという制限から考案された技術であるが、現在でも乾田期間の除草剤2回体系を基本とした省力・低コストな雑草防除法として有効な技術である。

3. 一部の多収イネ品種は除草剤感受性が異なる

WCS用イネ栽培では、子実が多収あるいは茎葉部の乾物重が大きな専用品種の育成と普及が進んでいる。これまでの多収イネ品種の開発では、IR系統などのインディカ種の遺伝子の導

入による育成などが行われてきた(加藤2010)。水稻の品種間、とくにジャポニカ種とインディカ種との間でいくつかの除草剤に対する感受性に差があることが知られている(Ishizuka *et al.* 1984; Kobayashi *et al.* 1995)。2009年に除草剤ベンゾビシクロンの単剤処理で温暖地向きに育成された一部の多収イネ品種で白化・枯死を伴う強い薬害を生じさせることが報告された(関野ら2009)。我が国の除草剤の開発および農薬登録の過程においては、食用イネ品種における除草剤感受性については、十分な検討がなされているが((財)日本植物調節剤研究協会2004)、インディカ種の遺伝子が導入されたWCS用を含む多収イネ品種における除草剤感受性については十分な検討が行われていなかった。暖地においては、インディカ種の遺伝子が導入された品種が広く栽培されていることや除草剤処理直後の気温が温暖地より高く、イネへの除草剤の吸収量が多くなるため、薬害が強くなりやすいことから、除草剤感受性について明らかにしておく必要があった。そこで、暖地向き品種を含むWCS用イネ14品種について、暖地ですでに広く普及しているか、あるいは今後普及が見込まれる除草剤を対象に、製剤を用いて、13除草剤に対する感受性について検討し、「ミズホチカラ」、「モミロマン」および「ルリアオバ」は特定の除草成分(ベンゾビシクロン、テフリルトリオン)により、場合によっては枯死に至る強い薬害(白化症状)を引

き起こすことを明らかにした(小荒井ら2010)。その後の研究により、16品種で、特定の除草成分(メソトリオン、ベンゾビシクロン、テフリルトリオン)により、場合によっては枯死に至る強い薬害(白化症状)を引き起こすことが明らかになっている(農研機構2016)。したがって、これらの品種を作付けする場合は、メソトリオン、ベンゾビシクロン、テフリルトリオンが含有した除草剤の使用は避けるように、除草剤を選択する必要がある。

4. 雑草のイネWCSへの混入が収穫物の品質に及ぼす影響

WCS用イネ栽培では、省力・低コスト化を優先するあまり、雑草管理が不十分となり、収穫時に雑草が繁茂して、収穫作業の際、イネだけでなく、雑草もあわせて収穫する事例が多く見られる。雑草は、乾物率、繊維成分含量、単少糖含量および緩衝能が草種によって異なる。そのため、雑草が混入したイネWCSは、混入した雑草種および混入率により、乾物率や繊維成分含量等が変動するため、収穫物の品質に大きな影響を及ぼすものと考えられる。そこで、雑草の混入がイネWCSの品質に及ぼす影響を検討した。

(1) 発酵品質への影響

乾物率の低いイボクサおよびタウコギがイネWCSに30%混入すると発酵品質が著しく低下し、家畜に給餌できなくなった(表-2)。また、イ

表-2 30%の混入によりイネ WCS の発酵品質を低下させる雑草

草種	発酵品質 (V-SCORE)
不良 (60点以下)	
イボクサ	56
タウコギ	60
可 (60点~80点)	
コナギ	70
良 (80点以上)	
ヤナギタデ	86
アメリカセンダングサ	86
ヒレタゴボウ	87
タカサブロウ	88
タマガヤツリ	88
クサネム	91
ミズガヤツリ	92
イヌホタルイ	92
ホソバヒメミソハギ	94
クログワイ	95
チョウジタデ	96
ヒメタイヌビエ	97
イネ[雑草混入なし]	92

ネ WCS のサイレージ発酵の品質を示す V-SCORE は、混入した雑草種にかかわらず、雑草の乾物率との間に有意な正の相関関係が認められた (図-4, 小荒井ら 2007)。したがって、水分の多い雑草の混入が予想される場合、収穫体系はダイレクトカット体系を避け、水分調整ができる予乾体系で行うことが望ましい。

(2) 栄養価への影響

雑草が混入したイネ WCS の繊維成分含量からイネを含むイネ科作物に用いられる推定式を用いて可消化養分 (TDN) 含量を推定したところ、クサネム、ホソバヒメミソハギ、チョウジタデの 10% の混入、ヒレタゴボウ、タマガヤツリ、タカサブロウ、コナギ、ヒメタイヌビエの 30% の混入で TDN 含量が有意に 5 ポイント以上低下した (表-3, 小荒井ら 2007)。

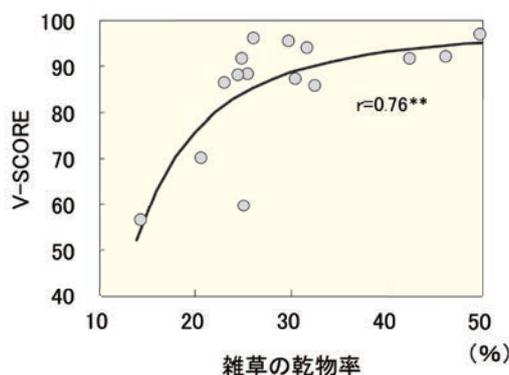


図-4 雑草の乾物率とその雑草が 30% 混入したイネ WCS の発酵品質との関係

(3) 安全性への影響

硝酸塩を多量に含んだ飼料をウシが摂取すると、中毒死や流産などのメトヘモグロビン血症を引き起こす。そのため、飼料中の硝酸態窒素含量は、2000ppm (乾物中) 以下 (妊娠牛では 1000ppm 以下) が望ましいとされている。WCS 用イネは、窒素を多量に施用した条件下でも、硝酸態窒素 (硝酸塩) の蓄積がほとんどない作物のため (小林ら 2000), 多収を目的に家畜ふん由来の堆肥を大量に投入する事例がある。しかし、イボクサは生育期間を通じて、タカサブロウ、アメリカセンダングサ、チョウジタデは夏季まで上記基準以上の硝酸態窒素を蓄積した (表-4, 小荒井ら 2007)。牧草の硝酸態窒素含量は、施肥条件、水管理などの栽培条件で変動することが知られているが (関村ら 1979), これら雑草種においては、過度の追肥、収穫前の長期間の落水管理などによって硝酸態窒素が高まりやすくなった (図-5, 小荒井ら 2009, 小荒井 2013)。WCS 用イネ栽培では、大型収穫機による作業のため、早期に落水管理となることから、硝酸態窒素を蓄積しやすい雑草種が大量に残草した場合、硝酸態窒素含量が高い早期の収穫を避けること、および過度の追肥を避けることが望ましいと考えられる。

表-3 雑草が混入したイネ WCS の栄養価

草種	雑草混入率 (%)	
	10	30
	—TDN 含量 (DM%)—	
クサネム	45.5	47.7
ホソバヒメミソハギ	46.7	47.1
チョウジタデ	48.0	48.5
ヒレタゴボウ	49.4	44.7
タマガヤツリ	50.7	47.7
タカサブロウ	52.7	47.8
コナギ	50.7	47.9
ヒメタイヌビエ	51.0	47.9
ヤナギタデ	50.6	49.4
タウコギ	50.4	50.0
イヌホタルイ	54.7	50.5
アメリカセンダングサ	54.7	51.4
ミズガヤツリ	51.4	51.7
クログワイ	50.1	52.4
イボクサ	—	53.9
イネ[雑草混入なし]	53.3	

- 1) 網掛けは、イネと比較して 5% 水準で有意に 5 ポイント以上低下した区を示す。
- 2) —は、試験なし。

このように多くの水田雑草は、イネ WCS への混入により収穫物の品質に影響を及ぼすことから、WCS 用イネ栽培においても食用イネ栽培と同様の雑草管理が必要である。

5. イネ WCS への雑草種子の混入による種子伝播の懸念

前述の通り、WCS 用イネ栽培では、省力・低コスト化を優先するあまり、雑草管理が不十分となり、収穫時に雑草が繁茂して、収穫作業の際、イネだけでなく、雑草や雑草種子もあわせて収穫する事例が多く見られる。飼料畑では雑草種子が混入した輸入飼料をウシに給与し、そのウシから排せつした牛ふんを材料として堆肥を作成、圃場に散布したことが、外来雑草の侵入・発生面積の拡大の要因の一つだと推測されている (西田 2002)。耕畜連携のため牛ふんを材料とした堆肥を大量

表-4 雑草およびイネの硝酸態窒素含量

草種	調査日	
	8月下旬 ～9月上旬	10月中旬
	硝酸態窒素含量 (ppm)	
イボクサ	851	213
	2752	1979
タカサブロウ	5468	677
	5614	-
アメリカ センダングサ	5380	20>
	694	272
チョウジタデ	573	45
	2406	-
タマガヤツリ	709	20>
コナギ	462	43
クサネム	38	20>
ヒメタイヌビエ	20>	20>
イヌホタルイ	20>	20>
ミズガヤツリ	20>	20>
クログワイ	20>	20>
コウキヤガラ	20>	20>
ヤナギタデ	20>	20>
イネ	20>	20>

1) -は、試験なし。
2) 上段は2004年、下段は2005年の値。
3) 編掛けは、許容水準値以上の数値を示す。

に施用する WCS 用イネ栽培では、イネ WCS 中に混入した水田雑草種子をサイレージ調製・給与および堆肥作成の過程で完全に死滅できなければ、堆肥の散布により雑草の発生を拡大させる危険性が懸念される。そこで、サイレージ調製・給与および堆肥作成の過程におけるイネ WCS に混入した水田雑草種子の生存状況を検討した。

(1) サイレージ発酵による種子の死滅

非硬実の水田雑草種子は、約3-6か月のサイレージ発酵によってほとんど死滅した。一方、種皮が硬実の状態にあるクサネム種子は、サイレージ発酵ではほとんど死滅しなかった(表-5、

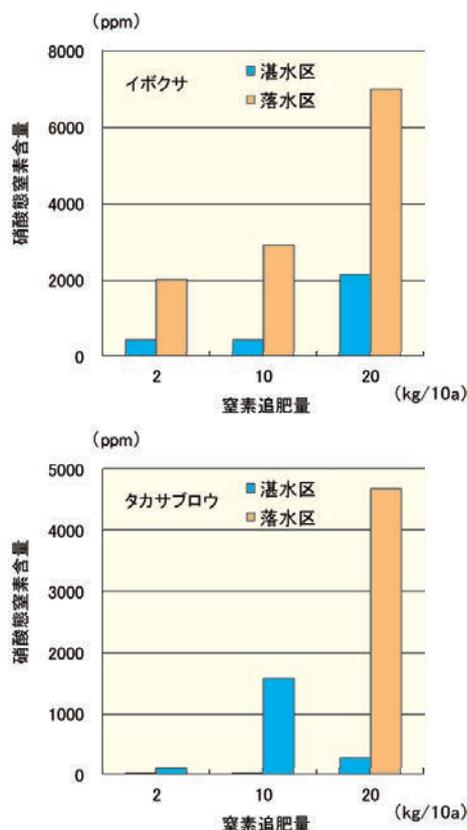


図-5 異なる窒素追肥量および水管理による雑草中の硝酸態窒素含量の変化
1) 追肥は硝酸態窒素含量を調査する29日前に行った。
2) 水管理は、湛水区は常時湛水、落水区は調査10日前から落水で管理した。

小荒井ら 2015)。したがって、大量の非硬実の雑草種子が混入したイネ

WCSが作成された場合、すぐに開封せず、3～6か月の間、十分にサイレージ発酵させた後に開封、給与することが、雑草の発生拡大を防ぐためにきわめて重要である。

(2) ルーメン発酵による種子の死滅

飼料作物では、乾草中に混入した雑草種子は、ウシに摂食されても多くの種子が生存した状態で排せつされ、サイレージに混入した雑草種子はウシの摂食で死滅すること(山田・川口 1972; 高林ら 1978)が知られている。水田雑草種子でも乾燥状態にある場合はルーメン発酵による死滅効果はないが、サイレージ発酵後に生存していた種子はルーメン発酵により死滅した。一方、種皮が硬実の状態にあるクサネム種子に対するルーメン発酵による死滅効果はなかった(表-5、小荒井ら 2017)。

表-5 サイレージ発酵とその後の乳牛第一胃内でのルーメン発酵処理が水田雑草種子の生死に及ぼす影響

草種	サイレージ発酵期間(日)			
	0	32	95	186
	-生存率(%) -			
ヒメタイヌビエ				
ルーメン発酵処理前	100.0	11.1	6.7	0.0
ルーメン発酵処理後	96.7	0.0	0.0	-
アメリカセンダングサ				
ルーメン発酵処理前	100.0	2.6	0.0	0.0
ルーメン発酵処理後	27.8	0.0	-	-
イヌホタルイ				
ルーメン発酵処理前	100.0	0.0	0.0	0.0
ルーメン発酵処理後	20.0	-	-	-
クサネム(硬実)				
ルーメン発酵処理前	100.0	98.8	100.0	100.0
ルーメン発酵処理後	95.6	95.8	100.0	96.8

1) サイレージ発酵期間0日のルーメン発酵処理は、冷蔵風乾貯蔵した種子の結果を示す。
2) -は、ルーメン発酵前のサイレージ発酵によりすべての種子が死滅した区を示す。

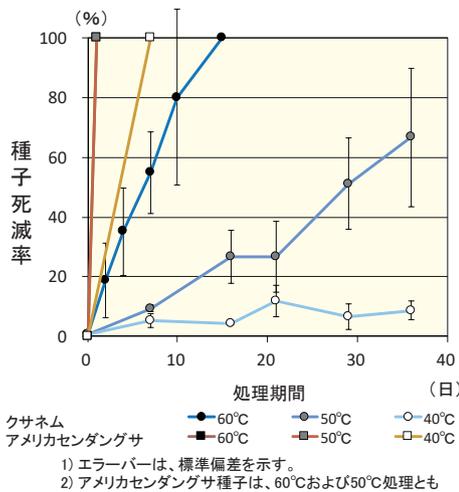


図-6 稲わら中（水分70%）のクサネム種子の生死に及ぼす温度の影響

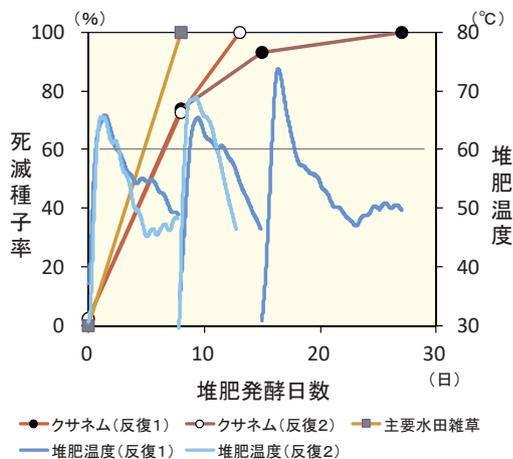


図-7 稲わら石灰窒素堆肥における発酵温度の推移が主要水田雑草種子の生死に与える影響

クサネム種子がすべて死滅した段階での堆肥の温度経過

60°C以上を維持した時間(日)	
反復1	4.74
反復2	4.68

稲わら石灰窒素堆肥材料中で5°Cで貯蔵した種子の死滅率

種子死滅率(%)	
クサネム	4.4
アメリカセンダングサ	0.0
タカサブロウ	0.0
ヒメタイヌビエ	10.1
イヌホタルイ	0.0
コナギ	0.0

クサネムは処理27日後、それ以外の草種は処理8日後に調査した。

(3) 堆肥化による種子の死滅

雑草種子の死滅には、堆肥の一次発酵過程における温度上昇が有効とされるが (Nishida *et al.* 2002), 種皮が硬く、透水性のない硬実のクサネム種子は外的環境要因による影響を受けにくい性質を有しているものと推察された。実際、アメリカセンダングサ種子は稲わら中では50°Cで24時間の加熱によりすべて死滅するのに対し、クサネム種子は、60°Cの加熱処理によりすべて死滅させるには15日間を要した(図-6)。そこで堆肥内での種子の生死を調査したところ、温度が一定ではない稲わら石灰窒素堆肥内では、クサネムを除く主要水田雑草種子は、最初の切り返しまでにすべて死滅したのに対し、クサネム種子は複数回切り返しを行い、60°C以上を長く維持することで、すべての種子が死滅した(図-7, 小荒井ら 2012)。したがって、クサネム種子の混入が予想される材料で堆肥を作成する際は、一次発酵の期間を十分取り、入念に発酵を行うことが重要であると推察された。

このようにサイレージ調製・給与および堆肥作成の過程で硬実のクサネム種子を死滅させることは、なかなか容

易ではない。したがって、収穫物に混入しないようにクサネムの防除に努めることが肝要と考えられる。

おわりに

本研究で得られた成果は、生産・給与技術マニュアルほか多くのマニュアルに引用され(小荒井 2011a, b, 2014), 農業現場および農業指導現場において活用されてきた。これら成果が、WCS用イネ栽培の普及と食糧自給率の向上に貢献できれば幸いである。

引用文献

(一社)日本草地畜産種子協会編 2014. 「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル<第6版>」. (一社)日本草地畜産種子協会, 東京, pp.49-53.
 Ishizuka, K. *et al.* 1984. Selective mode of action of simetryn among rice cultivars. *Weed Research, Japan* 29, 289-294.
 加藤浩 2010. 飼料米・イネ発酵粗飼料向け多収専用品種. *農業技術* 65, 68-79.
 Koarai, A. and H. Morita 2003. Evaluation of the suppression ability of rice (*Oryza sativa*) on *Monochoria vaginalis* by measuring photosynthetic photon flux density below rice canopy. *Weed Biology and Management* 3,

172-178.

小荒井晃ら 2003. 粗飼料用イネ移植栽培におけるヒメタイヌビエの生育に及ぼすイネ品種の影響. *雑草研究* 48, 222-234.
 小荒井晃ら 2005. 飼料イネ湛水直播栽培におけるイネの雑草抑制力の評価とピラゾレート粒剤との組み合わせによる除草効果. *雑草研究* 50 (別), 102-103.
 小荒井晃ら 2007. 暖地飼料イネ栽培における除草剤を使用しない雑草管理技術の開発. 「研究成果集 451 新鮮でおいしい「ブランド・ニッポン」農産物提供のための総合研究 3 畜産」. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京, pp. 172-175.
 小荒井晃ら 2009. 飼料イネサイレージへの混入が問題となる硝酸態窒素含量が高い雑草と硝酸態窒素含量が高くなる栽培要因. *雑草研究* 54 (別), 56.
 小荒井晃ら 2010. 暖地における飼料用イネ品種の除草剤感受性. *日本暖地畜産学会報* 53, 183-192.
 小荒井晃 2011a. 雑草防除. 「稲発酵粗飼料専用品種「ルリアオバ」の2回刈り栽培マニュアル」. 農研機構九州沖縄農業研究センター, 合志, pp. 6-8.
 小荒井晃 2011b. 雑草防除. 「飼料イネ, 焼酎濃液の発酵 TMR (混合飼料) 調製と給与技術マニュアル」. 農研機構九州沖縄農業研究センター, 合志, pp. 6-9.
 小荒井晃ら 2011. 「ルリアオバ」による飼料用イネ2回刈り乾田直播栽培における雑草防除体系. *日本暖地畜産学会報* 54, 177-188.

- 小荒井晃ら 2012. クサネム種子の死滅に及ぼす温度および湿度条件の影響. 雑草研究 57 (別), 74.
- 小荒井晃 2013. 発酵粗飼料用稲省力化栽培における有毒・有害雑草の効率的防除および拡散防止技術の開発. 「粗飼料多給による家畜飼養技術の開発－4系 地域先導技術の実証・解析－」. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京, pp. 143-148.
- 小荒井晃 2014. 雑草管理. 「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル<第6版>」. (一社) 日本草地畜産種子協会, 東京, pp. 49-53.
- 小荒井晃ら 2015. 稲発酵粗飼料のサイレーヅ発酵が主要水田雑草種子の死滅に及ぼす影響. 雑草研究 60, 93-100.
- 小荒井晃 2016. 飼料用稲－麦の省力栽培に対応した効率的雑草防除法の開発. 「低コスト・省力化, 軽労化技術等の開発－自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発(飼料生産)－」. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京, pp. 66-71.
- 小荒井晃ら 2017. 乳牛のルーメン発酵が主要水田雑草種子の生死に及ぼす影響. 日本暖地畜産学会報 60, 139-143.
- Kobayashi, K. *et al.* 1995. Differential growth response of rice cultivars to pyrazosulfuron-ethyl. *Weed Research, Japan* 40, 104-109.
- 小林良次ら 2000. ポット栽培における飼料イネの硝酸態窒素蓄積量. 日本草地学会九州支部会報 30(2), 4-6.
- 西田智子 2002. 飼料畑・草地における外来雑草の侵入－外来雑草の飼料畑・草地への侵入と蔓延. 日本草地学会誌 48, 168-176.
- Nishida, T. *et al.* 2002. Effect of temperature and retention time in cattle slurry on weed seed viability. *Grassland Science* 48, 340-345.
- 農研機構 2016. 以下の稲品種には, 特定の除草剤が使えません!. http://www.naro.affrc.go.jp/patent/breed/files/attention_pamphlet.pdf (2018年6月11日アクセス確認)
- 農研機構九州沖縄農業研究センター 2011. 「稲発酵粗飼料品種「ルリアオバ」の2回刈り栽培マニュアル」. 農研機構九州沖縄農業研究センター, 合志, pp. 1-37.
- 小川増弘 2005. 特集稲発酵粗飼料の総合的生産・利用技術体系の開発－はじめに. 農業技術 60, 487-489.
- 坂井真ら 2013. 2回刈り栽培向きホールクロップサイレーヅ用新品種「ルリアオバ」の育成. 九州沖縄農業研究センター報告 60, 1-12.
- 関村栄ら 1979. 寒地型イネ科牧草における硝酸集積に関する研究. 東北農業試験場研究報告 61, 77-95.
- 関野景介ら 2009. 飼料用イネ 19品種・系統の水稲用除草剤ベンゾピシクロン感受性. 日本作物学会紀事 78(別1), 120-121.
- 高林実ら 1978. 牛の採食による雑草種子の伝播に関する研究. 農事試験場研究報告 27, 69-91.
- 山田豊一・川口俊春 1972. 家畜の排糞による牧草播種 第2報 乳牛に給与された牧草種子の糞中排出と排出種子の発芽および出芽. 日本草地学会誌 18, 8-15.
- (財) 日本植物調節剤研究協会 2004. 「水稲関係除草剤試験実施基準(平成16年改訂版)」. (財) 日本植物調節剤研究協会, 東京, pp. 1-8.