

暖地飼料イネ栽培における雑草研究の現状

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター
イネ発酵TMR研究チーム 小荒井 晃

1. はじめに

転作作物のひとつとして、イネの茎葉と子実を合わせて収穫し、発酵粗飼料として利用するイネ（以下、飼料イネ）がある。飼料イネ栽培では、食用イネ栽培に準じた雑草防除体系をとってきた¹⁶⁾。しかし、農薬のポジティブリスト制度に対応するため、飼料イネについても平成21年度から飼料イネ用農薬として別個の登録とすることが進められており、今後、使用可能となる除草剤の種類が食用イネ用除草剤に比べて少なくなることが予想される。また、飼料イネでは省力・低コスト化の観点から食用イネ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おり、特に飼料イネ栽培が盛んな九州地域においては、新たな雑草制御技術の開発が急務となっている。

筆者は、平成15年度から17年度まで農林水産省の委託プロジェクト『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系畜産』（略称：プラニチ3系）に、また平成18年度からは同省委託プロジェクト『粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発』（略称：えさプロ）に参画し、暖地飼料イネ栽培における雑草制御技術の開発に取り組んできた。これらのプロジェクト研究で得られた知見は、すでに報告してきたが^{3,10)}、『えさプロ』には、多くの雑草研究者が研究に参画しているこ

とから、本稿では、あらためてこれまでに得られた知見を紹介するとともに『えさプロ』において現在実施されている他の研究課題について概説したい。

2. イネの雑草抑制機能を活用した雑草制御

(1) 飼料イネの雑草抑制力の評価

イネと雑草が競合すると、光や養分の奪い合いとなり、互いの生育は抑制される。その抑制の程度は、雑草種やイネの品種によっても変動することが知られている^{4,19)}。飼料イネ用品種の

表－1 飼料イネ湛水直播栽培におけるイネ品種、播種時期および刈り取り回数による雑草の乾物重への影響

品種	早期(4月播種)		普通期(6月播種)	
	ヒメタイヌビエ		イヌホタルイ	
	1回刈り	2回刈り	1回刈り	1回刈り
乾物重(g/m ²)				
Tetep	179.8 (49)	98.5 (28)	74.2	8.7 (3)
Taporuri	214.0 (58)	146.0 (42)	86.3	21.8 (6)
モーれつ	367.4 (100)	211.8 (61)	133.5	83.3 (25)
ニシアオバ	—	—	—	96.4 (29)
タチアオバ	—	—	—	125.0 (37)
ヒノヒカリ	600.8 (164)	358.8 (104)	203.9	233.1 (69)
ヒメタイヌビエ 単植	367.1	346.1	—	336.1

- 1) 0内の数値は、対ヒメタイヌビエ単植比を示す。
- 2) 乾物重は、ヒメタイヌビエは地上10cm以上の部位、イヌホタルイは地上部について測定した。
- 3) 2回刈り栽培のヒメタイヌビエの乾物重は、1番草および2番草の合計値を示す。
- 4) イネは土中点播湛水直播方式により、16.7株/m²の密度に播種した。
- 5) ヒメタイヌビエは16.7本/m²、イヌホタルイは50.0本/m²に発生した個体の密度を調整した。
- 6) —は、試験なし。

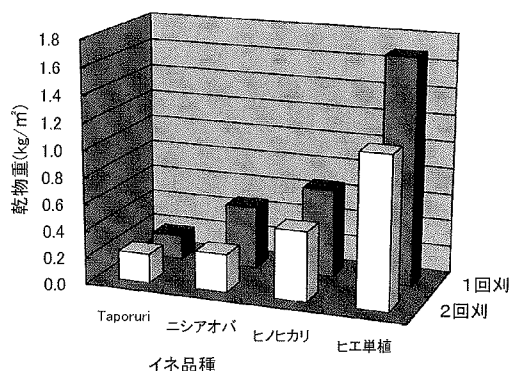


図-1 飼料イネ移植栽培におけるイネ品種および刈り取り回数によるヒメタヌビエの乾物重への影響

- 1) 2回刈り栽培のヒメタヌビエの乾物重は、1番草および2番草の合計値を示す。
- 2) イネは5月8日に22.2株/m²で移植、ヒメタヌビエは5月22日に22.2本/m²で植え付けた。

中には、雑草の生育を強く抑制する品種があり、その抑制効果は、直播栽培より移植栽培、早期栽培より普通期栽培、1回刈り栽培より2回刈り栽培¹⁴⁾(牧草のように出穂期前後に1番草を収穫し、その後再生したイネを黄熟期に2番草として収穫する栽培技術)で高まった(表-1、図-1)^{3,5,10)}。筆者らが提案した群落内の光量子束密度の測定によるイネの雑草抑制力の評価法⁴⁾を用いると、雑草抑制力は「Tetep」, 「Taporuri」>「モーれつ」>「ニシアオバ」>「ヒノヒカリ」(食用品種)^{*1)}の順に強いと評価され(データは省略)、ヒメタヌビエがイネと同密度で発生した場合、「Taporuri」の2回刈り栽培を行うことに

*1 「Tetep」は、脱粒性および耐倒伏性に問題があることから現在はほとんど普及していない。「Taporuri」は、西南暖地南部での2回刈り栽培で普及が見込まれる。「モーれつ」は、脱粒性に問題はあるが、熊本県など西南暖地南部で普及している。また、同品種の難脱粒突然変異系統である「ミナミユタカ」は宮崎県で普及している。九州沖縄農業研究センター育成品種の「ニシアオバ」および「タチアオバ」は、それぞれ西南暖地の中山間地および平坦地で普及している。

よって、収穫物への混入率を10%以下に抑えることができた(データは省略)⁵⁾。

(2) イネの雑草抑制力を活用した省力・低コストな雑草制御技術

イネの雑草抑制力は、単独で除草剤に代替する効果を持つものではないが、除草剤と併用することにより除草剤使用量の低減が期待される。たとえば移植栽培では初期除草剤のピラゾレート粒剤を「Taporuri」の作付と組み合わせることによって、単用処理でもほぼ十分な雑草防除効果が得られた(図-2)^{3,7,10)}。すなわち、中・後期除草剤が削減されたことになる。しかしながら、湛水直播栽培では年次および播種時期によって効果が変動したことから、ピラゾレート粒剤よりもさらに残効期間の長い除草剤と組み合わせる必要があるものと考えている。

雑草抑制力の強い品種は、倒伏しやすい品種でもあることなどから、雑草抑制力を活用した雑草制御技術を導入する際は、減肥栽培、2回刈り栽培など、倒伏を回避する栽培技術と組み合わせる必要がある。

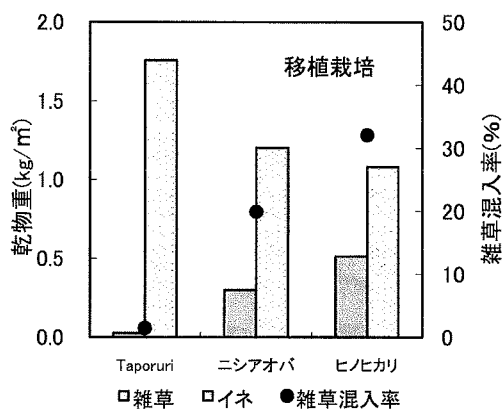


図-2 ピラゾレート粒剤単用処理による収穫時の雑草およびイネの乾物重への影響

- 1) 5月7日に栽植密度22.2株/m²で移植した。

(3) まとめ

畑作では、大豆やトウモロコシなどの茎葉が繁茂する作物は、雑草抑制力が強い作物として位置づけられ、これら作物を作付体系の中に組み入れる省力・低コストな雑草防除体系が今後の雑草管理の主流であることが認識されつつある¹⁵⁾。一方、水稲作に関しては、イネの雑草抑制力は、草丈が高く、初期生育が優れ、迅速に田面を被陰する品種で強いことが知られているものの^{4,19)}、代表的な品種の雑草抑制力には大きな差異がなく、また、水稲用除草剤の効果がきわめて高かったこともあり、イネ自体の雑草抑制力を活用した耕種的な雑草管理法は重要視されてこなかった。しかし、飼料イネ栽培では、食用品種よりも雑草抑制力が強い品種が多いこと、省力・低コストな栽培技術の導入が必須なことなどから、イネの雑草抑制力を活用した雑草管理技術の開発が今後重要な研究課題のひとつであることに間違いはない。

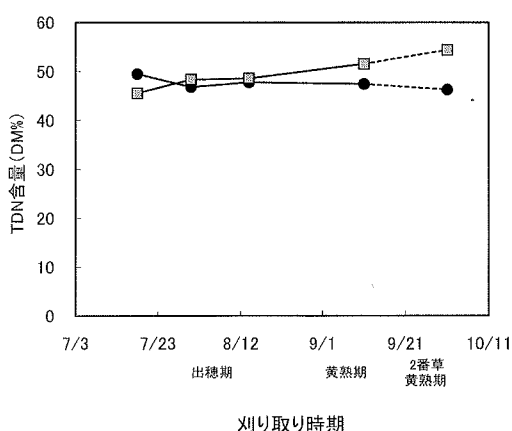


図-3 ヒメタイヌビエおよびイネのTDN含量の推移

—●—ヒメタイヌビエ -□-イネ(品種:モーれつ)

3. 雑草の稲発酵粗飼料への混入による品質への影響

(1) 栄養価への影響

ヒメタイヌビエの乾草の可消化養分総量(TDN)含量(稲発酵粗飼料や栽培ヒエなどイネ科主体の牧草に用いられる推定式^{1,2)}で算出)は、1番草の刈り取り時期であるイネの出穂期前後(7月下旬～8月上旬)ではイネとほぼ同程度の値を示したが、イネの黄熟期では同じ時期のイネより低くなった(図-3)^{3,6)}。これは出穂期以降、登熟が進むにつれて、イネでは子実部に栄養が蓄積してTDN含量が増加するのに対して、ヒメタイヌビエでは子実部は小さく、かつ脱粒すること、および茎葉部は繊維の硬化によって消化率が低下することによるものと考えられる。これらのことから、1番草ではTDN含量への影響はないが、2番草ではヒメタイヌビエの混入に

表-2 雑草が混入した稲発酵粗飼料のTDN含量

草種	雑草混入率(%)	
	10	30
— TDN 含量(DM%) —		
クサムネ	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。

よって TDN 含量が低下する。

イネ科雑草以外の雑草については TDN 含量を推定する式が策定されていないため、開花期から成熟期の生育ステージの雑草を混入した飼料イネをサイレージ発酵させ、得られた稲発酵粗飼料の各種繊維成分量を分析して、上述の推定式によって試算した。クサネム、ホソバヒメミソハギ、チョウジタデは 10% 以上の混入、およびヒレタゴボウ、タマガヤツリ、タカサブロウ、コナギ、ヒメタイヌビエは 30% 以上の混入で稲発酵粗飼料の TDN 含量は 5 ポイント以上低下した (表-2)^{9,10)}。

(2) 発酵品質への影響

開花期から成熟期の生育ステージの各種水田雑草を混入した飼料イネをパウチサイレージ試験法²²⁾によってサイレージ発酵させたところ、

表-3 30%の混入により稲発酵粗飼料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

イボクサ、タウコギなどが混入した場合に発酵品質の低下が著しかった (表-3)⁸⁻¹⁰⁾。稲発酵粗飼料の発酵品質を示す 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ロジスチックな曲線で表される有意な相関関係が認められた (図-4)。したがって、雑草の混入による発酵品質への影響は、草種にかかわらず、混入による乾物率の低下が主要因であると考えられる。

(3) 硝酸態窒素含量への影響

硝酸塩を多量に含んだ飼料を牛が摂取すると、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²⁾。

飼料イネは、窒素を多量に施用した条件下でも、硝酸態窒素の蓄積はほとんどなく、茎葉中における含量は通常これよりはるかに低い水準にある¹³⁾。しかし、水田雑草の中には、基準以上に硝酸態窒素を蓄積する草種が存在する (表-4)¹⁰⁾。硝酸態窒素の蓄積が認められない草種に年次変動はないが、蓄積の認められた草種で

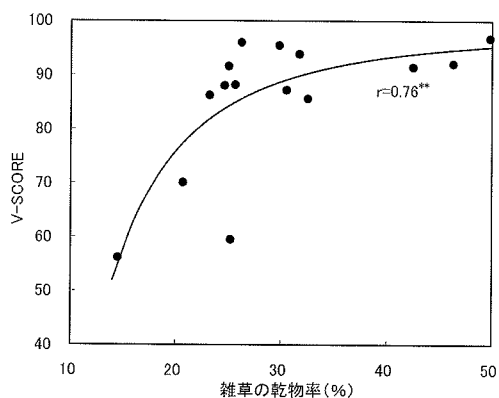


図-4 雑草の乾物率とその雑草が30%混入した稲発酵粗飼料の発酵品質(VSCORE)との関係

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) 網掛けは、許容水準値以上の数値を示す。

は、年次変動や季節変動が大きく、イボクサの硝酸態窒素含量は、生育期間を通じて許容水準以上となる場合が認められた。タカサブロウ、アメリカセンダングサ、チョウジタデの硝酸態窒素含量は、夏季では許容水準以上となる場合が認められた。したがって、これらの草種の稲発酵粗飼料への混入は極力避ける必要がある。『えさプロ』では、これら雑草の硝酸態窒素含量が、追肥や水管理の条件によって大きく変動することを明らかにしており（未発表）、現在、さらに詳細に解析中である。

(4) まとめ

飼料イネ栽培では、ヒメタイヌビエなどの草丈の高い雑草は、稲発酵粗飼料に混入し、飼料として活用されるため、雑草の発生が必ずしも減収に直結はしない。そのため、多少の残草は問題にならないとする考えがある。しかし、上述の通り、稲発酵粗飼料への雑草の混入率が大きくなった場合、様々な品質が低下する。また、それぞれの品質を低下させる雑草草種は、必ずしも同一草種ではなく、飼料イネ栽培における

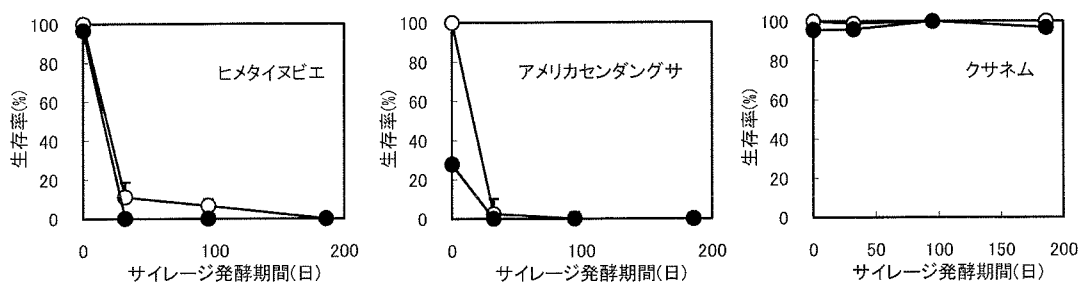


図-5 サイレージ発酵およびルーメン発酵が水田雑草種子の生存に与える影響

—○— サイレージ発酵処理 —●— ルーメン発酵処理

- ・ 縦棒は標準偏差を示す。
- ・ ルーメン発酵処理は、所定の期間サイレージ発酵処理した後に乳牛第1胃内に48時間滞留させた。
- ・ 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を用いた。
- ・ 種子の生死判定は、発芽法およびTTC染色法を用いた。
- ・ サイレージ発酵32日の稲発酵粗飼料は、pH3.81、乳酸濃度1.14%FM、酢酸濃度0.15%FM、酸濃度0.03%FMと極めて良好なサイレージであった。

要防除対象雑草草種は食用イネ栽培とほぼ変わらないものとなる。また、次年度の雑草発生源としての問題などもあり、飼料イネ栽培においても食用イネ栽培と同様に適正な雑草管理が必要である。

4. 稲発酵粗飼料へ水田雑草種子の混入による発生拡大の懸念

輸入濃厚飼料の中に混入した雑草種子は、牛の採食後、ほとんどは生存した状態で排泄されるが^{18,21)}、これが外来雑草の蔓延の要因となっていることは良く知られていることである^{17,18)}。では、稲発酵粗飼料に混入した雑草種子はどうか？飼料イネに水田雑草種子を混入させ、ドラム缶サイレージ試験法によってサイレージ発酵させた場合、ヒメタイヌビエ、アメリカセンダングサなどの非硬実の雑草種子は90日～180日間の発酵期間でほぼ死滅したが、硬実のクサネム種子はサイレージ発酵では死滅しなかった。サイレージ発酵で生存した雑草種子の内、非硬実種子は、乳牛の第1胃内に48時間滞留することで、すべて死滅したが、硬実のクサネム種子は死滅しなかった^{11,12)}(図-5)。これらのことから硬実種子は、稲発酵粗飼料に混入した場合、生存した状態で排泄される。飼料イネ栽培では、耕畜連携による家畜ふん尿の利用技術として水田に牛糞堆肥を施用する事例があり、水田雑草種子が混入した稲発酵粗飼料を給与した牛糞堆肥を水田に施用することによって、クサネムなど硬実の雑草の発生拡大が懸念される。

5. 『えさプロ』で検討する飼料イネの雑草制御に関する研究課題

『えさプロ』には、多くの雑草研究者が研究に参画している。ここでは簡単に紹介するにとど

め、具体的な研究成果については、直接、研究担当者に問い合わせていただきたい。

(1) 漏生粉対策

飼料イネでは、収穫等の作業時に相当量の粉が圃場内に落下する。休眠性の浅い品種は、年内に発芽あるいは冬季に死滅するが、休眠性の深い品種では、落下した粉の多くは次年度に発芽してくる。したがって、次年度に食用イネを栽培する場合、飼料イネ品種の多発生による雑草害や収穫物への粉の混入による検査等級の低下が懸念される。そこで近畿中国四国農業研究センターでは、漏生粉を発生源とするイネの発生を制御する技術の開発を行っている。

(2) 飼料イネ栽培における雑草の許容水準の策定

省力・低コスト生産が求められる飼料イネ栽培では、雑草防除対策が不十分となる傾向があり、大量の種子が結実した場合は、次年度以降の雑草防除が困難となる。そこで中央農業総合研究センターでは、タイヌビエおよびコナギを供試雑草として、作付け当年の飼料イネの収量・サイレージ品質と次年度以降の雑草の増減への影響の観点から雑草の許容水準の策定を行っている。

(3) 雑草抑制力の大きな飼料イネ品種を活用した雑草制御技術の開発

前述のように、茎葉部も利用する飼料イネでは、初期生育が速く、茎葉部が繁茂する雑草抑制力の大きな品種が存在する。そこで東北農業研究センターでは、タイヌビエの土中種子数の増減の観点から雑草抑制力の大きな品種を活用した除草剤の使用量を削減した雑草制御技術の開発を行っている²⁰⁾。

6. おわりに

『ブラニチ3系』および『えさプロ』の研究推進によって、飼料イネ栽培における雑草制御研究は、大きく進展してきた。しかし、十分に検討されてこなかった研究課題もある。今後、さらに研究を深化させ、飼料イネ栽培の普及の一助となるよう取り組んでいきたい。

引用文献

- 1) 服部育男ら, 2005. 飼料イネサイレージの可消化養分総量の推定. 日草誌, 51: 269-273.
- 2) 自給飼料品質評価研究会編, 2001. 改訂「粗飼料の品質評価ガイドブック」, 日本草地畜産種子協会.
- 3) 小荒井晃, 2006. 暖地飼料イネ栽培における雑草防除研究の現状と今後の取り組み. 農業技術 61: 353-357.
- 4) Koarai, Akira 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 Biol. Man, 3: 172-178.
- 5) 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.
- 6) 小荒井晃ら, 2003. ホールクロップサイレージ用イネ栽培におけるヒメタイヌビエの生育と飼料価値. 雑草研究, 48(別): 220-221.
- 7) 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.
- 8) Koarai, Akira et al., 2005. Influences of weed contamination on fermentative quality of rice whole crop silage. Abstracts of 20th Asian-Pacific Weed Science Society Conference: 77.
- 9) 小荒井晃ら, 2006. イネホールクロップサイレージへの混入によりサイレージ品質を低下させる雑草. 平成17年度九州沖縄農業研究および共通基盤研究成果情報.
- 10) 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系畜産」(農林水産省農林水産技術会議事務局), 172-175.
- 11) 小荒井晃ら, 2007. イネホールクロップサイレージへの混入および乳牛第1胃への滞留が主要水田雑草種子の生存に及ぼす影響. 雑草研究, 52(別): 142-143.
- 12) 小荒井晃ら, 2007. 稲発酵粗飼料に混入した非硬実の水田雑草種子はサイレージ発酵で死滅する. 平成18年度九州沖縄農業研究および共通基盤研究成果情報.
- 13) 小林良次ら, 2000. ポット栽培における飼料イネの硝酸態素蓄積量. 日本草地学会九州支部会報, 30(2): 4-6.
- 14) 小林良次ら, 2006. 再生を利用する飼料イネ2回刈り栽培における最適な施肥量, 栽植密度および刈取時期. 日草誌, 52(3): 138-143.
- 15) 児嶋清, 2003. 環境保全型農業における雑草防除と除草剤の役割. 東北の雑草, 3: 4-14.
- 16) 宮崎県・熊本県・大分県・鹿児島県・九州沖縄農業研究センター, 2004. 飼料イネの栽培・給与技術マニュアル (九州中南部版).
- 17) 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. 日草誌. 48:168-176.
- 18)清水矩宏. 1995. 草地・耕地への強害外来雑草の侵入経路. 植調. 29(7):274-283
- 19)橘雅明ら. 2001. 空間占有体積による水稻品種のタイヌビエ抑草力評価法 第2報 評価試験の設定および適用条件. 雑草研究 46 (別):86-87.
- 20)橘雅明ら. 2007. 寒冷地におけるWCS用イネ
- 湛水直播の栽培管理条件と収穫期タイヌビエ乾物重との関係. 雑草研究 52 (別):140-141.
- 21)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. 農事試験報. 27:69-91.
- 22)田中治・大桃定洋. 1995. プラスチックフィルムを用いた小規模サイレージ発酵試験法(パウチ法)の開発. 日草誌. 41:55-59.



問題雑草を一掃!!

**省力タイプの
高性能一発処理
除草剤シリーズ**

水稲用初・中期一発処理除草剤
ダイナマン

1キロ粒剤75



D1キロ粒剤51



水稲用初・中期一発処理除草剤
ダイナマン

フロアブル
ダイナマンフロアブル
ダイナマンLフロアブル



Dフロアブル



水稲用初・中期一発処理除草剤
ダイナマン
ジャンボ



投げ込み用 水稲用一発処理除草剤
マサカリ
ジャンボ

マサカリAジャンボ
マサカリLジャンボ



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号
ホームページ <http://www.nichino.co.jp/>

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届くところには置かないでください。
- *空容器は農場に放置せず、環境に影響のないように適切に処理してください。

牧草・毒草・雑草図鑑

定価 2,940円
(本体2,800円+税5%)

編著：清水矩宏・宮崎茂・森田弘彦・廣田伸七

B6判 288頁 カラー写真800点

牧草・飼料作物80種、雑草180種、有毒植物40種を収録した畜産のための植物図鑑

発行／社団法人畜産技術協会

販売／全国農村教育協会 電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172