

高糖分飼料イネ「たちすずか」 栽培技術マニュアル



農研機構

NARO 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

近畿中国四国農業研究センター

表紙写真（中央）／ 背丈ほどに生育した出穂期の「たちすずか」（草丈：172cm）
（鳥取県農林総合研究所農業試験場のほ場で平成23年9月8日に撮影）

移 植：5月16日（株間約22cm、50株/坪）
代かき：5月13日
施 肥：堆肥－4月15日（未熟堆肥3t）
 硫安－5月 9日（N7kg/10a）
 6月20日（N3kg/10a）
 7月28日（N3kg/10a）
 8月10日（N3kg/10a）
 8月24日（N3kg/10a）
水管理：6cm深程度で湛水（莖数制限目的）
 中干し7月中旬、落水9月下旬

写真提供：鳥取県農林総合研究所農業試験場 三谷誠次郎氏

表紙写真（下）／ 「たちすずか」と「クサノホシ」の穂の比較
「たちすずか」普及連絡会ホームページより転載（一部改変）
<http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/tachisuzuka/index.html>

裏表紙写真／ 倒伏もなく立毛状態の「たちすずか」
（表紙写真と同じほ場で初冬期に撮影）
写真提供：鳥取県農林総合研究所農業試験場 三谷誠次郎氏

刊行にあたって

近年、水田の有効利活用による稲発酵粗飼料用の飼料稲生産が急速に伸びてきていますが、畜産経営における生産コストの低減と経営の安定化を図るうえでは、国産粗飼料の高収量、高品質化及び低コスト化は喫緊の課題となっています。

従来の飼料用イネ品種で生産した稲発酵粗飼料は、栄養分として消化されにくい籾を多く含む、倒伏による収穫作業への影響や収穫ロスが発生する、発酵不良により品質が低下するといったことが問題となっていました。そのため、飼料としてロスが少なく、さらには発酵に適した特性を持つ稲発酵粗飼料用の水稲品種による高品質な国産粗飼料の生産と安定供給が求められています。

(独)農研機構近畿中国四国農業研究センターが育成した「たちすずか」は、これらの問題を解決できる画期的な稲発酵粗飼料用品種です。籾が従来品種「クサノホシ」の3分の1程度と少なく消化の良い茎葉の割合が高いため、可消化養分総量（TDN）が高い、乳酸発酵に必要な糖含量が飛躍的に高い、耐倒伏性に優れる、収穫適期が長い、といった特長を持っています。このように優れた自給飼料であることが認められ、「フードアクション・ニッポン・アワード2011」を受賞し、また、農業の競争力強化、農産物の安定供給・自給率向上等の課題の解決に向けて早急に現場に普及すべき重要な技術として「農業新技術2013」にも選定され、多くの期待が寄せられています。そこで、生産現場における「たちすずか」の安定的な茎葉多収、種子生産を達成していただくために、『高糖分飼料イネ「たちすずか」栽培技術マニュアル』を刊行しました。

本マニュアルは、主に「高糖分飼料イネを核とした中山間地域耕畜連携システムの確立」（地域農業確立総合研究、平成21～22年度）、「農研機構現地実証等事業」（平成23～24年度）、「農研機構現地実証試験」（平成25年度）において得られた成果を取りまとめたものです。本マニュアルの活用により、「たちすずか」の生産がより一層拡大し、また、地域農業の振興の一助に繋がれば幸いです。

最後に、実証試験にご協力、ご助言をいただいた関係機関、生産者の皆様に深く感謝を申し上げます。

平成25年10月

(独)農業・食品産業技術総合研究機構
近畿中国四国農業研究センター
所長 尾 関 秀 樹

高糖分飼料イネ「たちすずか」 栽培技術マニュアル

CONTENTS

刊行にあたって

I .	茎葉多収で高糖分含量の飼料用水稻品種「たちすずか」の特性	04
II .	高糖分飼料イネ「たちすずか」の収量性と施肥窒素量の決定方法	11
III .	「たちすずか」の効率的種子生産技術	20
IV .	技術導入事例	
	1. 広島県の中山間地域における「たちすずか」の茎葉多収栽培	24
	2. 山口県における「たちすずか」の生産・利用拡大の取組	26
	3. 愛媛県の西南暖地における「たちすずか」の安定生産	30
	4. 鳥取県東部における「たちすずか」の乾田直播栽培	33
V .	耕作放棄田の復田ほ場における生産技術	36
VI .	執筆者一覧	45
VII .	問合せ先一覧	47



I.

茎葉多収で高糖分含量の飼料用 水稻品種「たちすずか」の特性

1 はじめに

水田利活用の有効な手段として、飼料米及び稲発酵粗飼料用水稻品種の普及が推進されている。稲発酵粗飼料は、イネ全体を乳酸発酵させて長期に保存できるサイレージ（ホールクロップサイレージ：WCS）とし、主に牛の飼料として利用するものである。

従来、近畿中国四国地域では、稲発酵粗飼料品種として「クサノホシ」、「ホシアオバ」等が普及していたが、牛にとってイネの粕は消化が悪く、最大で5割程度の粕が消化されないまま排泄されてしまうため、これによる栄養分のロスが問題とされている^{1,2)}。また、サイレージ発酵がうまくいかないことがあり、その原因の一つとして、イネには乳酸菌のエネルギー源となる糖が少ないことが挙げられている³⁾。さらに、天候不順等により収穫適期を逃し、倒伏によって収穫が困難となる場面も多く、改善が求められている。

これらの問題点を解決するため、(独)農研機構近畿中国四国農業研究センターでは、平成22年に消化の良い茎葉が多収で、糖の含量が高く、倒れにくい稲発酵粗飼料用の晩生品種「たちすずか」を育成した⁴⁾。「たちすずか」は耐倒伏性に優れ、登熟後も倒れにくい。また、茎葉が多収で子実の割合が低く、未消化子実の排泄による栄養分のロスを抑制できると考えられる。さらに、サイレージ発酵に必要な茎葉中の糖含量が高いことから、稲発酵粗飼料用品種として広く普及することが期待される。本稿では、「たちすずか」の育成経過及び特性概要について紹介する。

2 育成経過

「たちすずか」は「中国147号」（後の「クサノホシ」⁵⁾）を母、「極短穂（00個選11）」を父とする後代より育成した系統である。図I-1に「たちすずか」の系譜図を示した。なお「極短穂（00個選11）」とは「葵の風」と「中国156号」との交配後代から、平成12年の個体選抜（F₄）において見いだされた、下位の枝梗が退化する自然突然変異系統である。

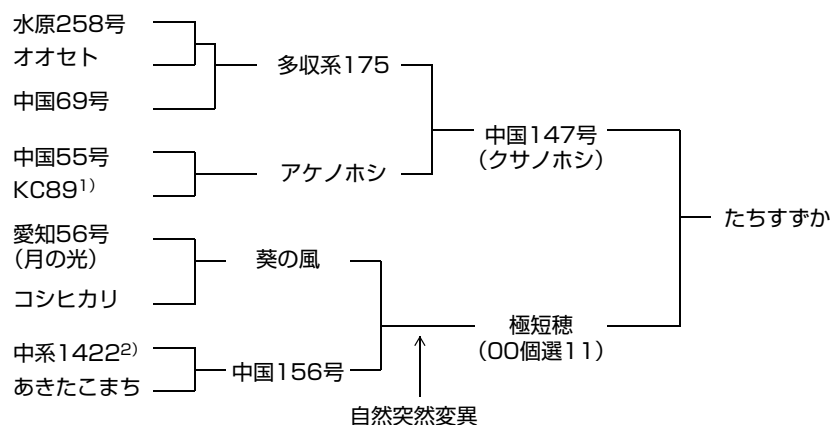


図 I - 1 「たちすずか」の系譜図

1) KC89 : ホウヨク / Mudgo // コチカゼ / 3/ IR667 / 4/ 中生新千本

2) 中系1422 : 星の光 / シズヒカリ

3 特性の概要

1) 一般的特性

「たちすずか」の特性一覧を表 I - 1、草姿を写真 I - 1、写真 I - 2 に示した。普通期移植栽培による「たちすずか」の出穂期は「クサノホシ」より4日程度遅く、育成地の（独）農研機構近畿中国四国農業研究センター（広島県福山市）では“極晩生”に属する。出穂期から黄熟期までの期間は32日間であり、「クサノホシ」の37日間よりやや短い。稈長は「クサノホシ」、「リーフスター」⁶⁾よりも長く、穂長は「クサノホシ」、「リーフスター」より短い。下位の枝梗が退化するため、外観上はより短く見える（写真 I - 3）。穂数は「クサノホシ」、「リーフスター」よりも多い。穎色は“黄白”、ふ先色は“白”、芒の多少は“少”、長短は“短”である。うるち種で、脱粒性は「リーフスター」、「クサノホシ」と同じ“難”である。穂



写真 I - 1 「たちすずか」の草姿
左：たちすずか 中：クサノホシ
右：リーフスター



写真 I - 2 「たちすずか」のほ場での草姿
左：クサノホシ 右：たちすずか



写真 I - 3 「たちすずか」の穂
上：たちすずか 中：リーフスター 右：クサノホシ

表 I-1 「たちすずか」特性一覧

品種名	たちすずか	交配組合せ：中国147号/極短穂（00個選11）				
特性	長所 1. 茎葉が多収である。 2. 黄熟期の糖含量が高い。 3. 耐倒伏性が極強である。 4. 中性デタージェント繊維の消化率が高い。			短所 1. 籾の収量が低く種子生産の効率が低い。 2. 縞葉枯病に罹病性である。		
栽培適地	温暖地の平坦部および中山間地域（稲発酵粗飼料向き）					
調査地	（独）農研機構近畿中国四国農業研究センター（広島県福山市）					
栽培条件	普通期移植栽培			湛水直播栽培		
調査年次	平成19年～21年			平成19年～21年		
系統・品種名	たちすずか	クサノホシ	リーフスター	たちすずか	クサノホシ	リーフスター
早晩性 出穂期 草型	極晩生 茎葉型	晩生の晩 極穂重	極晩生 茎葉型	極晩生 -	晩生の晩 -	極晩生 -
基肥量 (kg/a)	N:1.48, P ₂ O ₅ :1.48, K ₂ O:1.48			N:1.02, P ₂ O ₅ :1.02, K ₂ O:1.02		
追肥量 (kg/a)	N:0.34, K ₂ O:0.34			N:0.28, K ₂ O:0.28		
播種日 (月.日)	5.08			5.18		
移植日 (月.日)	6.08			-		
出穂期 (月.日)	9.02	8.29	9.04	9.03	8.30	9.06
黄熟期 (月.日) ¹⁾	10.04	10.05	10.08	10.03	10.05	10.06
稈長 (cm)	121	110	112	114	101	107
穂長 (cm)	16.9	22.0	22.4	15.2	19.4	20.3
穂数 (本/m ²) ²⁾	301	250	223	340	261	232
芒の多少・長短	少・短	無	無	-	-	-
ふ先色	白	白	褐	-	-	-
脱粒性	難	難	難	-	-	-
耐倒伏性	極強	やや強	極強	-	-	-
(黄熟期、晩期) ³⁾	(0.0,0.5)	(2.2,5.0)	(0.0,2.3)	(0.0,-)	(0.7,-)	(0.0,-)
穂発芽性	難	やや難	やや易	-	-	-
いもち病 抵抗性	遺伝子型	<i>Pia,Pita,Pi20</i>	<i>Pia,Pita,Pi20</i>	<i>Pia</i>	-	-
	葉いもち	弱	弱	中	-	-
	穂いもち	不明	不明	不明	-	-
白葉枯病抵抗性	極強	極強	強	-	-	-
縞葉枯病抵抗性	罹病性	抵抗性	罹病性	-	-	-
全乾物重 (kg/a)	187	178	178	204	185	180
同上比較比率	105	100	100	110	100	97
茎葉乾物重 (kg/a)	164	106	129	188	110	135
籾乾物重 (kg/a)	23.2	72.1	49.1	15.1	75.4	45.5
推定TDN含量 (%) ⁴⁾	52.7	56.8	55.3	-	-	-
推定TDN収量 (kg/a) ⁴⁾	98.6	100.9	98.5	-	-	-
同上比較比率	98	100	98	-	-	-
玄米千粒重	21.5	24.6	20.3	-	-	-
糖含量 (%) ⁵⁾	10.2	1.7	5.0	-	-	-
NDF消化率 (%) ⁶⁾	53.1	45.1	-	-	-	-
TDN含量 (%) ⁶⁾	59.0	55.5	-	-	-	-

1) 平成21年の値

2) 全穎花が退化し出穂しない稈を含む値

3) 0（無倒伏）～5（全面倒伏）の6段階評価
晩期は平成20～21年の出穂後99日の値

4) 近赤外分析による推定値

（畜産草地研究所の式：TDN = 16.651 + 1.495 × (OCC + Oa) - 0.012 × (OCC + Oa)²）

5) 地上部乾物中の糖含量

6) 平成19年の現地試験の産物をめん羊による消化試験で調査
NDFは中性デタージェント繊維

発芽性は“難”である。稈の細太は「クサノホシ」と同程度の“やや太”、稈の剛柔は“剛”である。

2) 直播適性

育成地における湛水直播栽培における「たちすずか」の苗立ち性は、「クサノホシ」、「リーフスター」よりやや劣るものの、実用上問題はないと考えられる。また、「たちすずか」の出穂期は「クサノホシ」より4日程度遅く、黄熟期は「クサノホシ」より2日程度早い。全乾物重は「クサノホシ」より多収で、茎葉乾物重が高く、籾乾物重が低い。黄熟期の耐倒伏性は「クサノホシ」に優る。早晩性、収量性、耐倒伏性において普通期移植栽培と同様の結果が得られたことから、「たちすずか」は湛水直播栽培に適性を持つと考えられる（表I-1）。

3) 耐倒伏性

普通期移植栽培において、「たちすずか」は黄熟期以降2か月間にわたってほとんど倒伏せず、耐倒伏性は“極強”である（表I-1）。耐倒伏性に優れる理由としては、「たちすずか」では黄熟期の地上部糖含量が「クサノホシ」より高い（後述）ことが挙げられる。すなわち、「たちすずか」は茎葉中に糖分を蓄積するため稈の老化が抑制され、これによって耐倒伏性を長期間維持している可能性がある。また、「たちすずか」は穂が短く、後述するように籾の重量が「クサノホシ」と比較して極めて少ないため重心高が低くなり、転び型倒伏抵抗性が強くなっていると考えられる。

4) 病害及びその他の抵抗性

「たちすずか」の葉いもちのほ場抵抗性は“弱”であるが、真性抵抗性遺伝子 *Pib*、*Pita* 及び *Pi20(t)* を持つと推定されるため、通常は発病しない。穂いもちのほ場抵抗性は“不明”である。白葉枯病には過敏反応的な強い抵抗性を示した。「たちすずか」は「早生愛国3号」由来の白葉枯病抵抗性遺伝子 *Xa-3* が「中国69号」を通して導入されている可能性がある。縞葉枯病に対しては“罹病性”である（表I-1）。

5) 収量性

普通期移植栽培による「たちすずか」の収量試験によると（表I-1）、「たちすずか」の籾乾物重は、1穂籾数が少ないため「クサノホシ」の32%、「リーフスター」の47%である。しかし、茎葉乾物重は「クサノホシ」の155%、「リーフスター」の127%と極めて高い。このため、育成地における普通期移植栽培及び湛水直播栽培での全乾物重は「クサノホシ」、「リーフスター」よりやや多収となっている。また「たちすずか」は地際から20cmまでの部分が全体の乾物重に占める割合がやや高く、高刈りによるロスは「クサノホシ」、「リーフスター」よりやや多い（データ省略）。このため収穫の際にはできるだけ低い高さで刈り取りを行うことが望ましい。

6) 飼料成分・給与特性

「たちすずか」の黄熟期における飼料成分分析結果を表I-2に示した。「たちすずか」の黄熟期の水分含量は「クサノホシ」、「リーフスター」と同程度であった。地上部の粗タンパク質、粗脂肪、灰分と中性デタージェント繊維（NDF）、非繊維性炭水化物（NFC）も「クサノホシ」、「リーフスター」と比較して明確な違いは認められなかった。

表I-2 「たちすずか」地上部の飼料成分（平成19年～21年度）

調査部位	品種名	水分 ¹⁾ (%)	粗タンパク質 ²⁾ (乾物中%)	粗脂肪 ²⁾ (乾物中%)	灰分 ²⁾ (乾物中%)	中性デター ジェント繊維 ²⁾ (NDF) (乾物中%)	非繊維性 炭水化物 ²⁾ (NFC) (乾物中%)	糖 ^{2,3)} (乾物中%)	糖 ⁴⁾ (新鮮物中%)
	たちすずか	69.5	6.7	1.6	12.4	46.1	33.2	10.2	3.1
地上部	クサノホシ	68.4	6.4	1.9	11.8	47.8	32.1	1.7	0.5
	リーフスター	66.0	6.5	1.5	11.3	46.2	34.5	5.0	1.7

1) 水分は平成20年～21年の平均値

2) 分析は広島県立総合技術研究所畜産技術センターに依頼

3) 糖の測定はHPLC法によるショ糖・ブドウ糖・果糖の合計値

4) 糖（新鮮物中）は水分と糖（乾物中）から算出

なお、栽培条件は表I-1に示してあるとおりである。

刍中に蓄積されるデンプンはNFCに分類されるが、「たちすずか」は刍の割合が少ないにもかかわらず、「リーフスター」、「クサノホシ」とNFCに大きな違いが認められなかった。このことは、「たちすずか」は消化されにくい刍の部分減らし、糖含量にもみられるように消化されやすい茎葉中に炭水化物を蓄積することにより、刍の排泄による実質的な栄養価の低下を回避していることを示唆する。

「たちすずか」の給与特性について多面的な検討を行っている広島県立総合技術研究所畜産技術センターによると、ホルスタイン種乾乳牛を用いた消化試験において、「たちすずか」の可消化養分総量（TDN）は「クサノホシ」より5.3%高いと報告している⁷⁾。また、泌乳中期牛に対して「たちすずか」、「クサノホシ」サイレージをそれぞれ乾物30%となるように混合した完全混合飼料（TMR）を泌乳中期牛に対して給与した結果、「たちすずか」TMR給与牛では「クサノホシ」TMR給与牛よりも乳量及び4%脂肪補正乳量が高く、増体にも優れる傾向があると報告している⁸⁾。さらに、めん羊を用いた消化試験により黄熟期の「たちすずか」と「クサノホシ」のサイレージについて各飼料成分の消化率を比較したところ、「たちすずか」の粗繊維消化率及びNDF消化率はともに、「クサノホシ」よりも大幅に高い値を示し、このときのTDNは「クサノホシ」よりも3.5%高かったことを報告している⁹⁾。

7) 発酵特性

サイレージの発酵過程においては、乳酸菌のエネルギー源となる糖含量が発酵品質を左右する重要な要素の一つとされ、良好な乳酸発酵のためには材料草の新鮮物中2%以上の糖が必要とされている¹⁰⁾。しかし、飼料イネでは、程が中空構造でロールベール中の空気が多くなりがちなこと、付着している乳酸菌の数が少ないことと並んで、黄熟期の糖含量が低いことがサイレージ発酵において不利な条件とさ

れている¹⁾。

「たちすずか」の地上部糖含量は「クサノホシ」よりも明らかに高く、良好な乳酸発酵を期待できる数値を示した(表I-2)。「たちすずか」は籾が少ないため通常の品種であれば籾に転流される光合成産物が茎葉部中に残存し、デンプンに変換されずに糖として蓄積されるためと考えられる。

8) 品質・食味特性

玄米の粒形は“やや円”、粒大は“中”であり(写真I-4)、千粒重は22g程度で「クサノホシ」より小さく、「リーフスター」より大きい(表I-1)。玄米の外観品質は「リーフスター」並で、「クサノホシ」より明らかに優る。食味は「ヒノヒカリ」より明らかに劣り、「クサノホシ」並である。



写真I-4 「たちすずか」の籾(下段)と玄米(上段)
左:たちすずか 中:クサノホシ 右:リーフスター

4 栽培適地及び栽培上の留意点

1) 栽培適地

「たちすずか」はその出穂期から判断して、関東以西の平坦地及び中山間地域に適するとみられる。

2) 栽培上の留意点

籾の収量が低く種子生産の効率が低いため、採種栽培の面積が通常品種より多く必要となる。なお、温暖地では晩植・少肥・疎植栽培することによって、種子生産の効率を大幅に改善する栽培方法¹¹⁾が開発されているので参考にされたい(参考:「Ⅲ.「たちすずか」の効率的種子生産技術」)。病虫害対策の面では、縞葉枯病に罹病性であるので、常発地帯では作付けしない。また、いもち病に対しては真性抵抗性遺伝子をもつため通常は発病しないが、変異菌の出現により発病が見られた際には確実に防除を行う。さらにウンカ、ヨコバイ、コブノメイガの発生がみられた場合には、適期防除に努める。

5 参考文献

- 1) 松山裕樹、塩谷 繁、石田元彦、西田武弘、細田謙次、額爾敦巴雅爾、安藤 貞、M.R. Islam、吉田宣夫(2005) 飼料イネサイレージ「はまさり」、「夢十色」および「北陸184号」の飼料適性. 日草誌51:289-295.
- 2) 新出昭吾、城田圭子、長尾かおり(2003) 稲発酵粗飼料を用いたTMRにおける粗濃比の違いが乳生産に及ぼす影響. 広島畜技セ研報13:1-11.
- 3) 蔡 義民、藤田泰仁、村井 勝、小川増弘、吉田宣夫、北村 亨、三浦俊治(2003) 飼料イネサイ

レージ調製への乳酸菌 (*Lactobacillus plantarum* 畜草1号) の利用. 日草誌49:477-485.

- 4) 松下 景、飯田修一、出田 収、春原嘉弘、前田英郎、田村泰章 (2012) 茎葉多収で消化性に優れた高糖分含量の飼料用水稲品種「たちすずか」の育成. 近中四農研報11:1-13.
- 5) 春原嘉弘、飯田修一、前田英郎、松下 景、根本 博、石井卓朗、吉田泰二、中川宣興、坂井 真、星野孝文、岡本正弘、篠田治躬 (2003) 飼料用水稲新品種「クサノホシ」の育成. 近中四農研報2:99-113.
- 6) 加藤 浩、根本 博、坂井 真、安藤郁男、大川泰一郎、平林秀介、出田 収、竹内善信、平山正賢、太田久稔、佐藤宏之、井邊時雄、中川宣興、堀末 登、高館正男、田村和彦、青木法明、石原邦、石井卓朗、飯田修一、前田英郎 (2010) 稲発酵粗飼料向け茎葉多収型水稻品種「リーフスター」の育成. 作物研報11:1-15.
- 7) 城田圭子、石田友紀、河野幸雄、塚崎由子、高桑将滋、森本和秀、神田則昭、新出昭吾、松下 景、藤本 寛、亀井雅浩 (2010) 高糖分飼料イネ「たちすずか (中国飼198号)」の刈取ステージ別消化率. 関西畜産学会報167:15.
- 8) 新出昭吾 (2011) 飼料イネ新品種「たちすずか」の飼料特性と今後の方向. 広島畜技セ研究成果発表会12-14.
- 9) 河野幸雄、塚崎由子、高桑将滋、岸本一郎、神田則昭、新出昭吾、松下 景、藤本 寛、亀井雅浩 (2009) 高糖分飼料イネ「中国飼198号」・「FN-1」の飼料成分と消化率. 関西畜産学会報165:21.
- 10) 野中和久 (2006) サイレージ. 扇元敬司、桑原正貴、寺田文典、中井 裕、清家英貴、廣川治編. 新編畜産ハンドブック. 講談社サイエンティフィック、東京. 164-171.
- 11) 藤本 寛、佐々木良治、松下 景 (2011) 極短穂高糖分飼料イネ「たちすずか」の種子生産に適した栽培法. 平成23年度研究成果情報.

<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/warc/2010/wenarc10-04.html>

II.

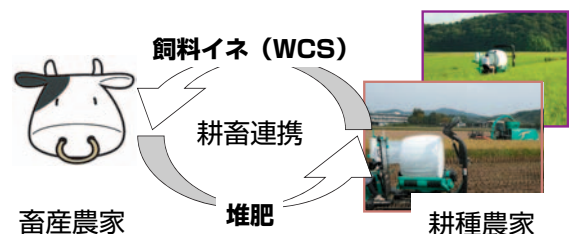
高糖分飼料イネ「たちすずか」の収量性と施肥窒素量の決定方法

ポイント

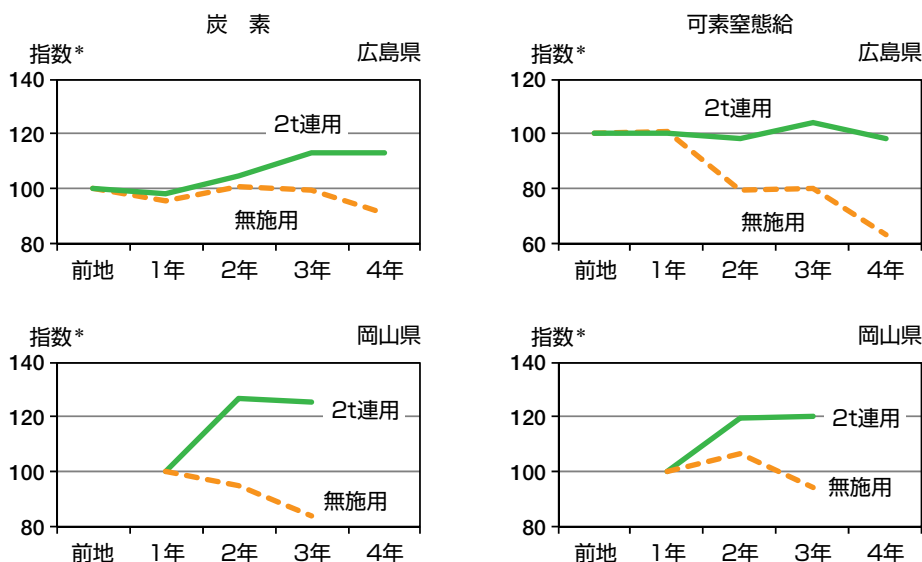
- 「たちすずか」は他の品種に比べて耐倒伏性ならびに耐肥性が高く、多肥条件でさらに増収する傾向を示す。
- 施肥窒素量の決定方法は以下のとおりである。
 - 「たちすずか」等の稲発酵粗飼料専用品種の栽培暦がある場合はこれに準じる。
 - 「たちすずか」等の稲発酵粗飼料専用品種の栽培暦がない場合、施肥窒素量は地域の食用米栽培暦の1.5～2.0倍とする。
もしくは可給態窒素量や堆肥窒素無機化量が明らかな場合、これらをもとに施肥窒素量を決定することも可能である（下記の「2-3」項を参照）。
- 地上部全体を持ち出す飼料イネ栽培では地力が低下しやすいので、家畜ふん堆肥を施用して有機物補給を行う。また、家畜ふん堆肥には肥料的効果の高いリン酸やカリウムを多く含む一方で、堆肥の窒素だけでは肥料的効果が不足する。そのため、化学肥料は窒素のみを必要量施肥することで、施肥コストの削減が可能となる。

1 はじめに

水稻を発酵粗飼料として利用する飼料イネ栽培では、イネの地上部全体をWCSとしては場から持ち出すため、家畜ふん堆肥を施用しないと土壌の有機物量（炭素）が減少し、地力（可給態窒素）が次第に低下するので注意が必要である（図Ⅱ-1、図Ⅱ-2）。有機物補給や耕畜連携の観点から、家畜ふん堆肥は牛ふん堆肥を10aあたり1～2t程度施用することが望まれる。



図Ⅱ-1 飼料イネWCSを核とした耕畜連携



図Ⅱ-2 飼料イネ栽培ほ場における堆肥連用が土壌炭素及び可給態窒素量に及ぼす影響
*：各区の初期値を100とした指数

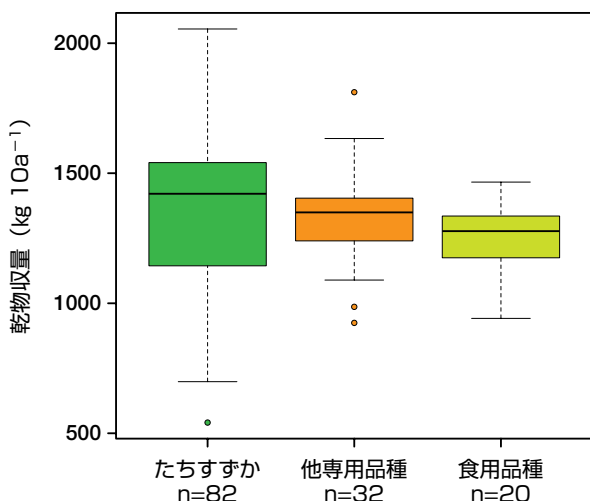
2 「たちすずか」の収量水準と施肥窒素量の決定方法

1) 施肥窒素量の決定方法

ポイントで述べたように、「たちすずか」等の稲発酵粗飼料専用品種の施肥窒素量の決定方法は以下のとおりである。

- 栽培する地域で「たちすずか」等専用品種の栽培歴がある場合はこれに準じる。
- 「たちすずか」等専用品種の栽培歴がない場合
 - ・施肥窒素量は地域の食用米栽培歴の1.5~2.0倍とする。
 - ・もしくは可給態窒素量や堆肥窒素無機化量が明らかな場合、これらをもとに施肥窒素量を決定することも可能である（下記の「3）」項を参照）。

2) 飼料イネの収量性



「たちすずか」は多収性であるが、それは多肥条件で発揮される。実際に、西日本地域（鳥取県、岡山県、広島県、山口県、愛媛県）で乾物収量を調査したところ、中央値では食用品種<「たちすずか」以外の専用品種<「たちすずか」の順に高

図Ⅱ-3 飼料イネの品種別乾物収量の箱ひげ図
(平成21年~24年)

- 注1) 他専用品種は「クサノホシ」、「ホシアオバ」、「タチアオバ」
- 注2) 食用品種は「アケボノ」、「ヒノヒカリ」、「朝日」、「にこまる」
- 注3) 箱の線は中央値、上辺は第3四分位数、下辺は第1四分位数
- 注4) ひげの先端は四分位数±1.5*(第3四分位数-第1四分位数)
- 注5) ひげの範囲外の値は外れ値としてポイント(○)で表示

い傾向を示すが、「たちすずか」であっても調査地点ごとに収量水準は大きく異なり、低収の要因として施肥窒素量の不足が示唆された（図Ⅱ－3）。

「たちすずか」及びその他専用品種の多収性を発揮するためには積極的に窒素を増施する必要がある。

「たちすずか」は極短穂であるため、極端な密植条件

としない限り増施しても倒伏することなく多収が期待できる（表Ⅱ－1）。しかし、専用品種であっても穂重型の「クサノホシ」等では倒伏することもあるので注意が必要である。

表Ⅱ－1 施肥窒素量と収量水準

施肥窒素量	専用品種		食用品種
	たちすずか	クサノホシ等	
なし	低収	低収	低収
食用米栽培の標準（慣行）	普通～やや多	普通～やや多	普通
増施	多収	多収～倒伏	倒伏

3) 可給態窒素量と堆肥窒素無機化量を考慮した施肥窒素量の決定方法

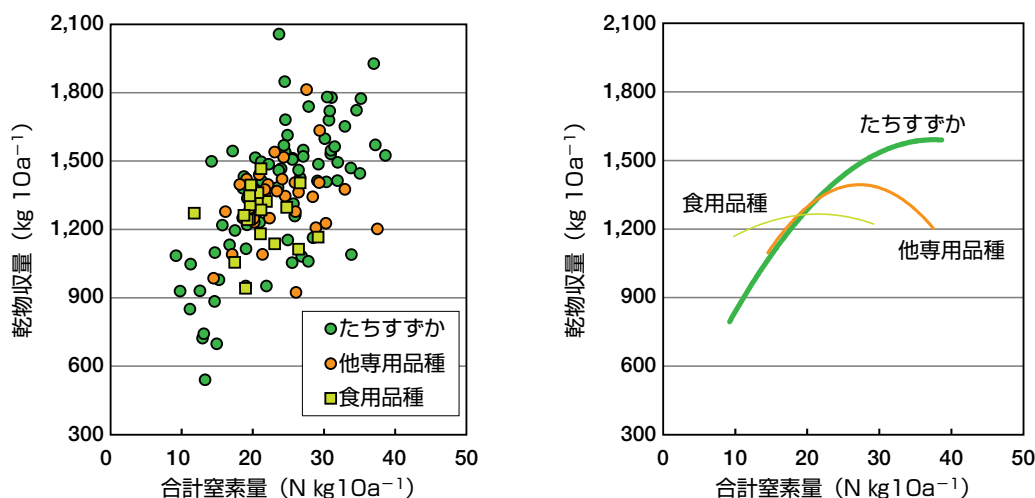
より合理的な施肥基準とするためには、施肥窒素量以外に土壤の地力である可給態窒素量と施用する堆肥から無機化する窒素量を考慮した施肥基準が必要である。そこで、上述した調査は飼料イネ栽培ほ場延べ132地点について行い、乾物収量に加え、栽培ほ場の土壤可給態窒素量と施用する堆肥の窒素無機化量ならびに施肥窒素量を調査し、これらを合計した窒素量を「合計窒素量」とし、乾物収量との関係を検討した。

その結果、図Ⅱ－4に示すように

- ①飼料イネの乾物収量は合計窒素量に概ね比例する
- ②「たちすずか」は合計窒素量が増大しても倒伏しないために増収傾向を示す
- ③他の飼料用品種や食用品種では合計窒素量が過剰になると倒伏につながり、増収しない

こと等が明らかとなった。

これらのことから、品種別の目標収量を設定し、これを得るために必要な合計窒素量を表Ⅱ－2に示す。化学肥料で施用する窒素量は、図Ⅱ－5に示した施肥量の決定方法をもとに決定できる。



図Ⅱ－4 乾物収量と合計窒素量との関係

注1) 左図：実測データ、右図：近似曲線のみ図示

注2) z：合計窒素(N)量=可給態窒素量+堆肥窒素無機化量+施肥窒素量

注3) y：栽培試験及び実証試験データ（計 n=132、平成21年～24年）より作成

表Ⅱ-2 目標収量と必要な合計窒素量

品 種	目標収量	必要な窒素吸収量	必要な合計窒素量 ²
	kg 10a ⁻¹	N kg 10a ⁻¹	N kg 10a ⁻¹
たちすずか	1,500	13	30
他の専用品種	1,400	12	26
食用品種	1,300	11	22

注1) ²: 合計窒素(N)量=可給態窒素量+堆肥窒素無機化量+施肥窒素量

- ① 「たちすずか」を栽培する場合、窒素(N)30kg 10a⁻¹必要
- ② 土壌の可給態N量が10mg 100g⁻¹であった場合、N 10kg 10a⁻¹と換算する
※計算を簡略化するために土壌重量は100t 10a⁻¹として面積換算する
- ③ 土壌施肥管理システムで
施用する堆肥の無機化N量が4kg 10a⁻¹と試算されたとする
- ④ 化学肥料の窒素(N)量は下式で計算できる
必要N量(①30)-可給態N(②10)-堆肥無機化N(③4)=化学肥料N(④16)kg 10a⁻¹

慣行の窒素施肥量が合計10kg 10a⁻¹であった場合、さらに6kg 10a⁻¹を増施する

例1) 慣行：硫安等即効性肥料で基肥6-穂肥4 → 基肥6-追肥6-穂肥4

例2) 慣行：肥効調節型肥料で全量基肥10 → 全量基肥16(数値はN kg 10a⁻¹)

図Ⅱ-5 目標収量と必要な合計窒素量

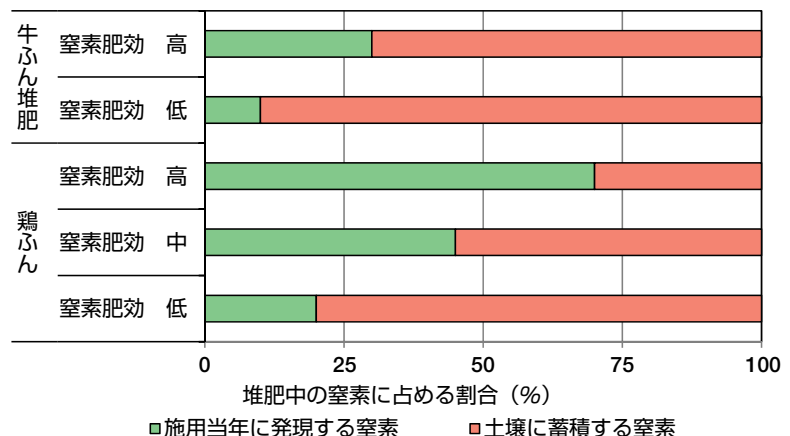
3 堆肥を活用した肥料コストの低減

1) 牛ふん堆肥及び鶏ふんの肥料的効果

牛ふん堆肥及び鶏ふんの窒素肥効は両者で異なり、概して牛ふん堆肥<鶏ふんの傾向にあるが、実際には鶏ふんであっても窒素肥効が高いものもあれば低いものもあり、製品ごとに異なる点に留意する。

牛ふん堆肥を施用した当年に発現する窒素の割合は1～3割である(図Ⅱ-6)。また、牛ふん堆肥を前年の秋から冬に施用した場合、必要とする時期までに発現する窒素のほとんどは流亡するため、飼料イネが利用できる窒素の量は少なくなることに留意する。つまり、牛ふん堆肥を前年の秋から冬に施用した場合、堆肥から発現する窒素量は施肥窒素量として計算せずに、基肥及び追肥において化学肥料で窒素を慣行量施用する必要がある。一方で、施用当年に発現しなかった残り7～9割の緩効性の窒素は翌年以降に発現するため、牛ふん堆肥を毎年施用すると、土壌に蓄積した有機物から発現する窒素量が増加するため、可給態窒素として窒素量を評価して、その分を化学肥料による窒素施用量を減肥できるようになる。

鶏ふんを施用した当年に発現する窒素の割合は2～7割であり、窒素含量が多い鶏ふんほどその割合は高



図Ⅱ-6 牛ふん堆肥及び鶏ふん中の窒素肥効 (模式図)

い傾向にある（図Ⅱ－6）。そのため、窒素含量の多い鶏ふんを入水前に基肥として施用すれば基肥の窒素肥料を減らすことができる。一方、鶏ふんだけでは生育後半の窒素が不足するため、化学肥料で窒素を追肥する必要がある。

牛ふん堆肥及び鶏ふん中の窒素の肥料的効果の推定は下記の「4－2）」項を参照されたい。

牛ふん堆肥及び鶏ふんに含まれるリン酸のほとんどはクエン酸溶解性を示し、また、カリウムのほとんどは水溶性を示すことから、牛ふん堆肥及び鶏ふんに含まれるリン酸やカリウムは、窒素の場合とは異なり、化学肥料と同等の肥料的効果を持つ（表Ⅱ－3）。

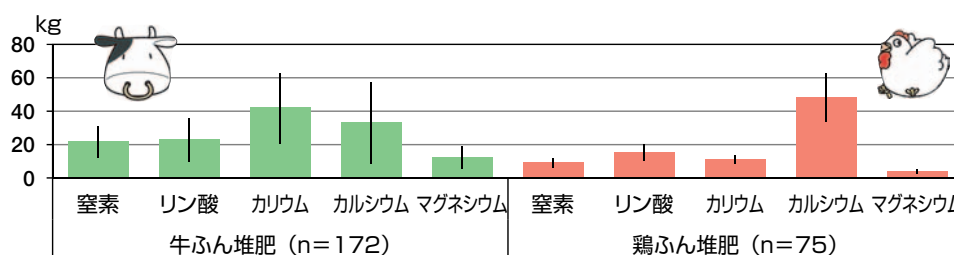
表Ⅱ－3 リン酸及びカリウムの肥効率

	リン酸	カリウム
牛ふん堆肥	90	100
鶏ふん	90	100

2) 堆肥施用では場に投入される窒素・リン酸・カリウム量

飼料イネ栽培では牛ふん堆肥がよく用いられているが、肥料高騰を受けて耕種農家は肥料コストを下げるために鶏ふん（発酵鶏ふんや乾燥鶏ふん）を利用する事例も増えている。そこで、ここでは牛ふん堆肥及び鶏ふんを対象に、これらを活用した肥料コストの低減方法について述べる。

牛ふん堆肥の施用量を10aあたり2t、鶏ふんでは同300kgとした場合に、岡山県内で流通している牛ふん堆肥及び鶏ふんの分析値の平均をもとに、ほ場へ投入される肥料分量（10aあたり）を試算した。牛ふん堆肥2t施用によって窒素（N）20kg－リン酸（P₂O₅）20kg－カリウム（K₂O）40kgが、鶏ふん300kg施用によって窒素（N）9kg－リン酸（P₂O₅）15kg－カリウム（K₂O）10kgが投入されると概算された（図Ⅱ－7）。また、そうした水田ではリン酸やカリウムを化学肥料で施用しなくても、飼料イネの収量が低下しないことが示唆された。



図Ⅱ－7 10aあたり牛ふん堆肥2t、鶏ふん300kg施用時に投入される肥料分量

- 注1) 岡山県内で流通する堆肥の成分平均値（下記：現物あたり）をもとに試算
- 注2) 牛ふん堆肥：水分50.1－窒素1.1－リン酸1.1－カリウム2.1%
- 注3) 鶏ふん：水分18.3－窒素3.0－リン酸5.1－カリウム3.6%

3) 牛ふん堆肥及び鶏ふんを活用した肥料コストの低減

牛ふん堆肥や鶏ふんに含まれるリン酸やカリウムは、そのほとんどが化学肥料と同様の肥効を示すこと、施用から飼料イネ作付けまでの期間が数か月と長じても土壤中に長く保持されることから、これらの肥料分量を考慮することで、飼料イネ栽培における肥料コストの低減が可能となる。

表Ⅱ－4及び表Ⅱ－5に牛ふん堆肥や鶏ふんを施用した場合の施肥設計の考え方を示す。また、図Ⅱ－8に示すように、窒素肥料で価格が安い尿素や硫酸のような単肥を用いると、さらに施肥コストが

表Ⅱ-4 平均的な牛ふん堆肥を10aあたり2t施用した場合の施肥設計の考え方

牛ふん堆肥の窒素含量	化学肥料	化学肥料の施用量	
		基肥	追肥
窒素1%以上	窒素	減肥可能 (堆肥窒素無機化量を減肥)	施肥 (連用で減肥可能)
	リン酸		
	カリウム	無施肥	
窒素1%未満	窒素	施肥	施肥 (連用で減肥可能)
	リン酸		
	カリウム	無施肥	

注1) 岡山県内で流通する平均的な牛ふん堆肥²を10aあたり2t施用する場合を想定

注2) ²: 水分50.1-窒素1.1-リン酸1.1-カリウム2.1% (現物あたり)

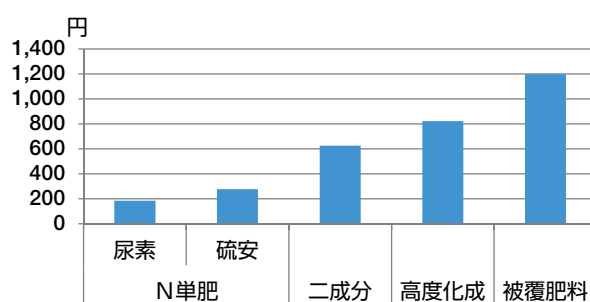
表Ⅱ-5 平均的な鶏ふんを10aあたり300kg施用した場合の施肥設計の考え方

施肥設計	化学肥料	化学肥料の施用量	
		基肥	追肥
低コスト型	窒素	無施肥	施肥
	リン酸		
	カリウム	無施肥	
省力型	窒素	シグモイド型等の被覆尿素 (追肥窒素相当量を基肥施用)	無施肥
	リン酸		
	カリウム	無施肥	

注1) 岡山県内で流通する平均的な鶏ふん堆肥²を10aあたり300kg 施用する場合を想定

注2) ²: 水分18.3-窒素3.0-リン酸5.1-カリウム3.6% (現物あたり)

削減できるとともに、化学肥料を施用せず牛ふん堆肥や鶏ふんだけで栽培する場合に比べて収量は安定する。なお、シグモイド型等の被覆尿素有を基肥で施用することで追肥の省力化が可能である。



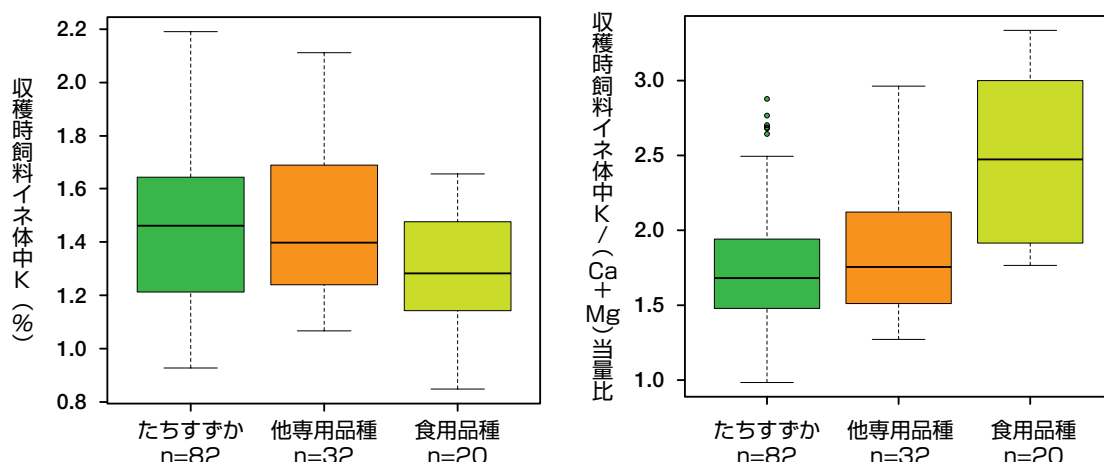
図Ⅱ-8 窒素 (N) 1kgあたりの肥料価格

注) 平成23年10月時点の末端価格で試算

4) 牛ふん堆肥や鶏ふん利用上の留意点

- ①含まれる肥料成分量は製品によって異なるので、品質表示の値を確認する。
- ②収穫時飼料イネ体中のカリウム含量が2%を超えるものは少ない (全132点中5点) が、K/(Ca+Mg) 当量比は2.2を超えるものが少なからず存在する (図Ⅱ-9)。牛ふん堆肥はカリウムを多く含み、多量施用した場合にカリウム含量やK/(Ca+Mg) 比の増大が懸念される。一方で、土壌中のカリウムは灌がいするのために蓄積せず、むしろ堆肥無施用ではカリウム飽和度が顕著に低下する。このため、牛ふん堆肥を10aあたり1~2t施用するべきと考えられる。

- ③鶏ふんでは土壤中のリン酸や石灰、亜鉛含量の増加に注意する。また、有機物量は牛ふん堆肥に比べて少ないことに留意する。
- ④水田では湛水することで土壤が還元状態となる。未熟な堆肥を多量に施用した場合、さらに還元が進行（強還元）し、水稻根の伸長や活性が阻害されるため、未熟な堆肥は飼料イネ作付けの数か月前に施用する。
- ⑤また、牛ふん堆肥を連用すると地力（可給態窒素）が向上するが、可給態窒素量が $25\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ 以上になると、食用品種作付け時に地力が過剰となり生育過多や倒伏に注意する必要があると考えられる。その場合は堆肥の連用を中止することも必要である。



図Ⅱ-9 収穫時飼料イネ体中のカリウム含量（左）とK/(Ca+Mg) 当量比（右）

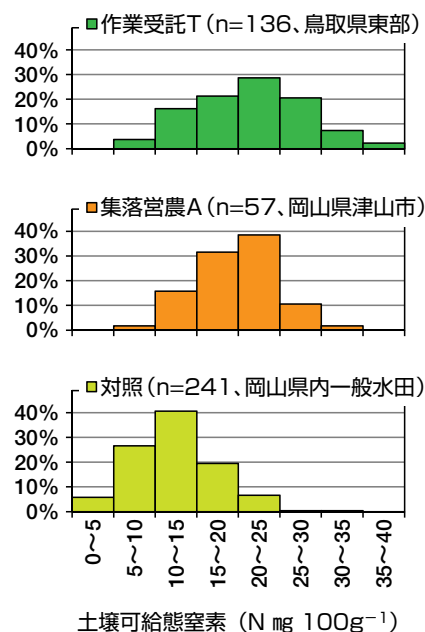
4 参考

1) 土壤可給態窒素量の簡易評価方法

水田土壤の可給態窒素量はおよそ $5 \sim 40\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ の範囲を示し、土壤の種類や過去の肥培管理の影響を受けていると考えられる。

これまでの調査から、飼料イネを栽培する集落営農組織や作業受託組織が肥培管理を行うほ場の可給態窒素量は、飼料イネを栽培しない組織に比べて、高い値を示すとともに、バラつきが大きい傾向にあると考えられた（図Ⅱ-10）。今後、大規模経営体にほ場の集約が進む中で、土壤可給態窒素量の把握が重要性を増すものと考えられる。

土壤可給態窒素量は数年で大きく変化しないため、過去の土壤診断結果等を参考にできる。また、近赤外分光光度計による土壤可給態窒素量の推定も試みられているので参考にされたい（大塚理哉ら、土壤肥科学雑誌2013年85（5）号掲載予定）。



図Ⅱ-10 経営体別の可給態窒素量のヒストグラム
注）縦軸は構成比%

2) 堆肥窒素無機化量の簡易評価方法

各種家畜ふん堆肥の窒素無機化量は無機態窒素量と窒素含量、C/N比がわかれば、地温データをもとに推定できる。無機態窒素量はMerck社製小型反射式光度計（RQフレックス）で簡易に測定できる。窒素含量及びC/N比は品質表示値で確認できるが、変動もあるので試験研究機関で分析することができれば確実である。

これらの値があれば鶏ふんや豚ふん堆肥では表Ⅱ-6¹⁾と地温データをもとに堆肥の窒素無機化量を推定できる。牛ふん堆肥では下記の判別式の結果と表Ⅱ-7²⁾をもとに堆肥の窒素無機化量を推定できる。

表Ⅱ-6 鶏ふん及び豚ふん堆肥の窒素無機化特性値の推定式

畜種	窒素無機化特性値 ²⁾			
	Ea (kJ mol ⁻¹)	A (%)	k (day ⁻¹)	b (%)
鶏ふん	83.4	式: 29.04 - 1.01 × TN ^y + 2.91 × KCl-N ^x	式: 0.0185 × TN - 0.0215	式: KCl-N/TN × 100
豚ふん堆肥	83.4	式: 3.86 - 6.84 × TN + 2.59 × KCl-N	0.0149	式: KCl-N/TN × 100

²⁾ 反応速度式: 窒素無機化率 (%) = A(1 - exp(-kt)) + b t = Σ exp(Ea(T-T_s)/RTT_s)

Ea: 反応速度定数に対する見かけの活性化エネルギー、A: 最大無機化率、k: 反応速度定数

t: 温度変換日数、T: 地温 (絶対温度)、T_s: 標準温度 (絶対温度)、R: 気体定数 (8.3145 J mol⁻¹ day⁻¹)

^y TN: 堆肥全窒素量 (%、乾物あたり)

^x KCl-N: 塩化カリウム (150g L⁻¹) 抽出性アンモニウム態窒素 (mg g⁻¹)

表Ⅱ-7 牛ふん堆肥の窒素肥効タイプ別窒素無機化特性値の推定式

牛ふん堆肥 (肥効タイプ別)	窒素無機化特性値 ²⁾						
	Ea (kJ mol ⁻¹)	Eaim	A (%)	Aim	k (day ⁻¹)	kim	b (%)
遅効・速効型	86.0	86.0	35.9	51.2	0.0075	0.0030	式: KCl-N ^y /TN ^x × 100
緩効型	86.0	86.0	71.6	85.5	0.0075	0.0030	式: KCl-N/TN × 100

²⁾ 判別式: 0.499 × NH₄-N* - 0.098 × C/N比 + 0.779

*塩酸 (0.5mol L⁻¹) 抽出性アンモニウム態窒素 (mg g⁻¹)

判別式の解: 正の場合 → 緩効型、負の場合 → 遅効または速効型

^y 反応速度式: 窒素無機化率 (%) = A(1 - exp(-k·t)) + Aim(1 - exp(-kim·t)) + b

t = Σ exp(Ea(T-T_s)/RTT_s)

Ea: 反応速度定数に対する見かけの活性化エネルギー、A: 最大無機化率、k: 反応速度定数

Eaim: 有機化速度定数に対する見かけの活性化エネルギー、Aim: 最大有機化率、kim: 有機化速度定数

t: 温度変換日数、T: 地温 (絶対温度)、T_s: 標準温度 (絶対温度)、R: 気体定数 (8.3145 J mol⁻¹ day⁻¹)

^x KCl-N: 塩化カリウム (150g L⁻¹) 抽出性アンモニウム態窒素 (mg g⁻¹)

^y TN: 堆肥全窒素量 (%、乾物あたり)

3) 堆肥中のリン酸・カリウム含量の簡易評価方法

近赤外分光光度計を用いた推定方法³⁾やMerck社製小型反射式光度計（RQフレックス）を用いた推定方法⁴⁾が開発されているので参照されたい。

5 まとめ

高糖分飼料イネである「たちすずか」は、これまでの専用品種とは異なり耐倒伏性が高く多収である。

その収量性並びに飼料品質を高めるためには適正な肥培管理が求められる。本稿では「たちすずか」等飼料イネ栽培ほ場の土壌診断を行い、施用する堆肥の肥料的効果を簡易に評価することにより、適正な肥培管理が可能となるよう記載したものである。

飼料イネ栽培で経営を安定させるためには施肥コストの低減を図る必要がある。施肥コストのうちリン酸やカリウム肥料の占める割合は高く、家畜ふん堆肥を施用した際には堆肥から供給されるこれらの成分量は、化学肥料では施用しないか減じることで施肥コストを低減できる。一方、先進的な取組事例として、シグモイド型等の被覆尿素を基肥に用いた追肥の省力化や、牛尿の水口施用による省力的施肥等の取組が行われているので各地の事例を参考にされたい。

大規模経営体が飼料イネの栽培に携わる場合に、ほ場毎に収量ムラがあると経営体の平均収量が低下することが課題として指摘されている⁵⁾。その要因の一つには場毎の地力（可給態窒素）ムラがあると考えられ、平均収量を向上させるためには地力に応じた肥培管理が重要になると考えられる。JA等の担い手に対する土壌分析が肥料高騰以降、精力的に行われたために、地域における土壌分析データの蓄積も進んでいると考えられる。土壌の可給態窒素量は数年で大きく変化しないため、可給態窒素量をGIS上にマッピングすることができれば、合理的な肥培管理に資することができると考えられる。水田農業の経営は、今後さらに大規模経営化が進むと予想され、こうした合理的な施肥設計技術の重要性が高まると考えられる。

6 参考文献

- 1) 高津あさ美、永井知佳子、鷺尾建紀、大家理哉、森次真一、高野和夫（2009）豚ふん、鶏ふんたい肥の窒素無機化特性値の推定。平成21年度研究成果情報。
http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h21/02_kankyo/p81/21_224.html
- 2) 鷺尾建紀、大家理哉、石橋英二、藤本 寛、亀井雅浩（2011）家畜ふん堆肥の肥料的効果の評価（第7報）判別分析および反応速度論的手法による牛ふん堆肥の簡易窒素肥効推定。土肥要旨集 57：131.
- 3) 高原知佳子、鷺尾建紀、森次真一、大家理哉、石橋英二（2010）近赤外分光法による家畜ふん堆肥の肥料成分含量の多成分同時分析。平成22年度研究成果情報。
http://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h22/pdf/03_kankyo_dojo/27_0228.pdf
- 4) 実用技術開発事業18053マニュアル作成委員会（2010）家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効評価マニュアル
- 5) 恒川磯雄（2005）鳥取東部地区における飼料用稲生産の展開。近畿中国四国農研農業経営研究。 9：46－56.

Ⅲ.

「たちすずか」の効率的 種子生産技術

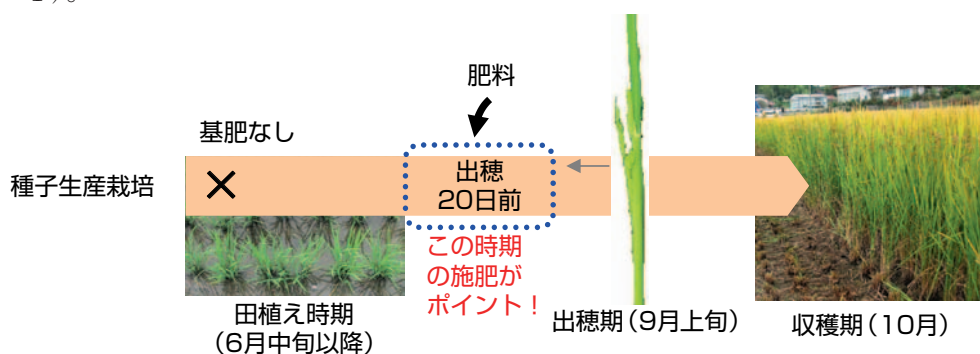
1 はじめに

「たちすずか」は、極短穂であることから、本来は籾に貯蔵される炭水化物が茎葉部に糖として貯蔵されるため、イネWCSの高品質化が期待できる。また、稈長の割に重心が低いため耐倒伏性にも優れる。このように極短穂であることは様々な長所をもたらしているが、種子生産量が少なく、現状は150 kg/10 a であり、採算ベースとなる300kg/10 a に改善する必要がある。

そこで、窒素施用が種子生産量に及ぼす影響を調査し、明らかとなった「たちすずか」の最適な施肥技術について述べる。

2 技術ポイント

窒素肥料は、幼穂形成期（出穂24日前）までは施用せず、これ以降に重点的に施用することが有効である（図Ⅲ-1）。



図Ⅲ-1 「たちすずか」の種子生産のための窒素肥料施用時期

3 穂の大きさは栽培方法で変化する

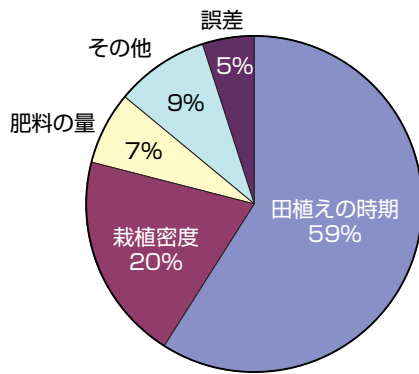
「たちすずか」の生育をいろいろと調べると穂は常に小さいのではなく、栽培方法によって大きくできることがわかった（写真Ⅲ-1）。そこで、穂の大きさを変化させる要因とどれくらい変化するのかを直交表を用いた手法によって明らかにした。



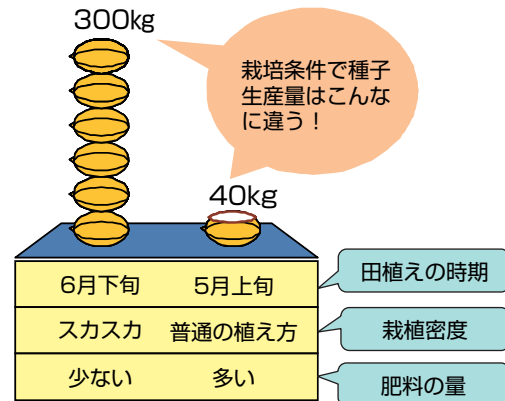
写真Ⅲ-1 左右ともに「たちすずか」
注) 穂の大きさは栽培方法で変化する

4 種子収量を増やすために

「たちすずか」の穂の大きさや種子収量には、田植えの時期や栽植密度（写真Ⅲ-2）、肥料の量が影響することがわかった（図Ⅲ-2）。田植えの時期は最も影響が大きく、遅植えで種子収量が増える。一般的なイネ品種では、田植えを早くしたり肥料を多くしたりすることで、イネを大きく作ると籾



図Ⅲ-2 「たちすずか」の種子収量に影響を与える要因の大きさ



図Ⅲ-3 栽培方法と種子生産量の違い



写真Ⅲ-2 種子生産用には疎植

(種子) もたくさんとれる。「たちすずか」は逆に、栄養生長期間のイネを小さく作る条件で穂が大きくなり、種子がたくさんとれる。つまり、一般的な品種の多収栽培方法を「たちすずか」に適用すると、茎葉は大きくなるが穂が小さく、種子生産量は少なくなるので、事前に「たちすずか」に適した効率的種子生産方法を十分理解しておくことが大切である（図Ⅲ－3、写真Ⅲ－2、写真Ⅲ－3）。

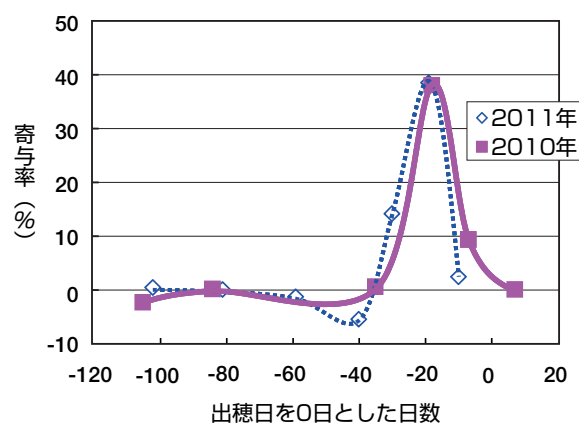


写真Ⅲ－3 左：WCS生産用に早植え多肥で栽培した「たちすずか」
右：種子生産用に遅植え・疎植・基肥なしで栽培した「たちすずか」

5 効率的種子生産に最適な施肥技術

生育ステージごとの窒素施用が種子生産量に及ぼす影響を調査し、種子生産量を増加させるために有効な施肥時期を明らかにした（図Ⅲ－4）。

- ・ 出穂20日前ごろに窒素施肥を行うと種子生産量が増加する。
- ・ 基肥施用は種子生産量に影響を与えないので不要である。
- ・ 施肥の省力化を目的として、広島県内の現地実証ほ3か所（尾道市御調町：標高140m、三次市：175m、東広島市豊栄町：380m）において肥効調節型肥料（窒素10kg/10a施用）を用いて、実証展示を行ったところ、概ね目標とする300kg/10aを確保できた。
- ・ 6月中旬以降に田植えを行うことで、丈が短くなり、穂が大きくなるので、さらに種子生産量が増加する。
- ・ 2012年に広島県尾道市御調町（標高140m）の現地実証ほにおいて、基肥なしの6月中旬田植えで穂肥（窒素10kg/10a）施用により種子生産量は481kg/10aであった。



図Ⅲ－4 「たちすずか」の種子生産量に及ぼす窒素肥料施用時期別の寄与率（2年間の調査結果）

6 技術の留意点

- ・穂肥施用にあたっては、幼穂を確認し、適期に行う。
- ・出穂前20日にまとめて施肥するよりも、出穂前30から10日の間に2回に分けて施肥するとさらに効果的である。
- ・6月中旬以降の晩植が有効である。ただし、登熟期間中の気温を確保するため、標高250m以上の作付は避ける。

7 参考文献

- 1) 広島県立総合技術研究所農業技術センター（2011）イネ発酵粗飼料用品種「たちすずか」の多収のための窒素施用時期．平成23年度研究成果情報集：59－60.
- 2) 保科 亨、上藤満宏（2011）イネ発酵粗飼料用品種「たちすずか」の収量および収量構成要素に及ぼす施肥の影響．日作紀80（別1）：260－261.
- 3) 保科 亨、高桑将滋（2012）発酵粗飼料用水稲品種「たちすずか」の収量に及ぼす移植条件および窒素施用の影響．日作紀81：44－45.

IV. 技術導入事例

1 広島県の中山間地域における「たちすずか」の茎葉多収栽培

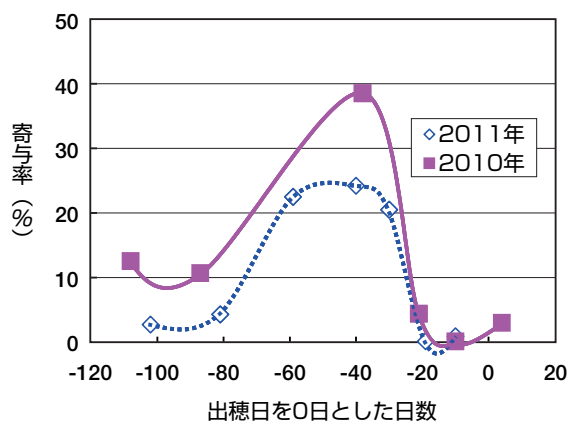
1 はじめに

広島県では、平成22年～23年の2か年で生育のどの時期の施肥が多収に大きく寄与するかを解明するための試験を広島県立総合技術研究所農業技術センター（農業技術センター）内試験ほ場において行い、得られた結果をもとに平成23年～24年に県内3か所で実証ほ試験を行った。この3年間の成果を紹介する。

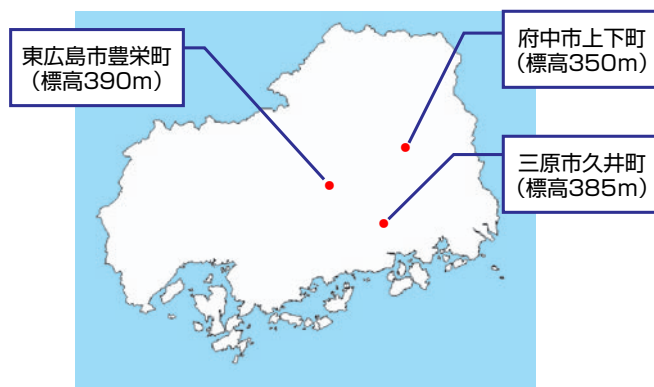
2 取組概要

農業技術センターにおいて、生育ステージごとに窒素施肥を行い、茎葉多収に効果が高い施肥時期について調査した。その結果、次のことが明らかになった。

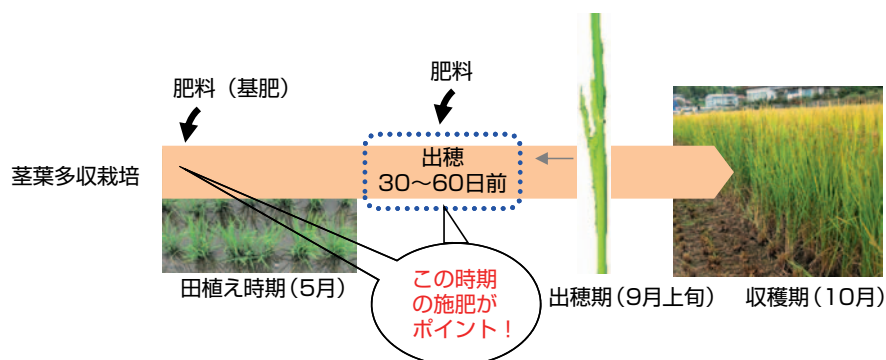
- ・ 出穂60～30日前（7月上旬～7月下旬）の窒素肥料の施用が、増収に特に効果的である（図IV-1-1）。
- ・ 広島県内の現地試験地3か所（三原市久井町：標高385m、府中市上下町：標高350m、東広島市豊栄町：標高390m、図IV-1-2）において肥効調節型肥料を用いて実証試験（窒素6.5～14kg/10a施用）を行った結果、地際刈乾物収量が1500kg/10a以上となった。



図IV-1-1 「たちすずか」の茎葉乾物重の増加に及ぼす窒素施用時期の影響



図IV-1-2 現地試験地の位置



図Ⅳ-1-3 「たちすずか」の茎葉多収のための窒素肥料施用時期

・以上の結果をもとに、窒素肥料施肥時期をまとめると図Ⅳ-1-3のようになる。

3 まとめ

茎葉多収を狙うには、図Ⅳ-1-3に示した時期に施肥することが最適である。これまでの実証成果をもとに、広島県東部農業技術指導所の指導により、JA全農ひろしまが「たちすずか」専用基肥一発型肥料を製造し、中国地方で販売している。この肥料の平成25年度の販売量は、広島県内で30t（約100ha栽培分）、岡山県内で4～5tである。なお、島根県と山口県でも試験栽培に関連して若干の販売実績がある。

広島県内の平成24年度におけるWCS用イネの栽培面積は230haであるが、種子の販売量からこのうちの約200haが「たちすずか」と推定される（広島県農林畜産局畜産課調べ）。

4 参考文献

- 1) 広島県立総合技術研究所農業技術センター（2011）イネ発酵粗飼料用品種「たちすずか」の多収のための窒素施用時期。平成23年度研究成果情報集：59-60.
- 2) 保科 亨、上藤満宏（2011）イネ発酵粗飼料用品種「たちすずか」の収量および収量構成要素に及ぼす施肥の影響。日作紀80（別1）：260-261.
- 3) 保科 亨、高桑将滋（2012）発酵粗飼料用水稲品種「たちすずか」の収量に及ぼす移植条件および窒素施用の影響。日作紀81：44-45.
- 4) 高桑将滋（2012）注目される飼料イネ『たちすずか』④。らくのうだより広島227：17.

2 山口県における「たちすずか」の生産・利用拡大の取組

1 はじめに

水稻を基幹作物とする耕種農家は、農作物価格の低迷や担い手の高齢化等により、中山間部・沿岸部を問わず、水田の荒廃化が進行して水田が持つ優れた多面的機能が失われつつある。

一方、優れた生産基盤である水田の機能とこれまで蓄積されてきた耕種農家の生産技術をフルに活用して、輸入飼料に代わる自給飼料の増産、自給粗飼料多給による濃厚飼料節減対策、飼料生産コストの低減対策が求められている。この点で飼料イネは、飼料自給率向上ならびに水田有効活用を推進する上で非常に重要な作物であり、引き続き積極的な生産・利用の拡大が必要である。

山口県では、従来の飼料イネ品種の欠点が改良された新品种「たちすずか」の現地実証栽培を平成22年度から実施し、生産者（表Ⅳ-2-1）とともに飼料イネの生産・利用拡大の取組を行ってきたので、その栽培実証の成果を中心に紹介する。

表Ⅳ-2-1 実施組織の概要

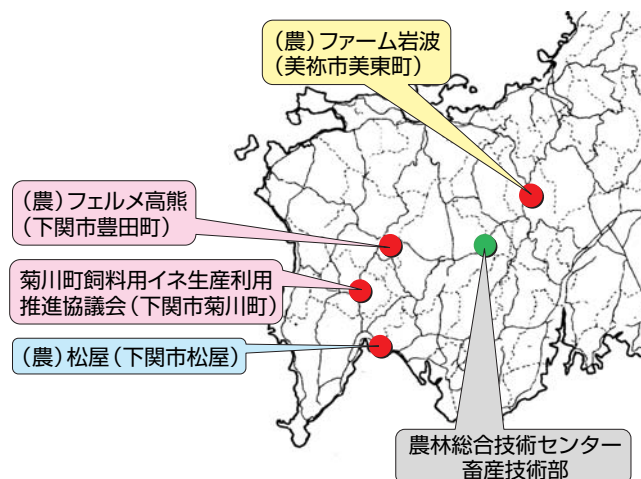
実施組織	所在地	設立年月日	構成員	経営面積	特徴等
農事組合法人 ファーム岩波	美祢市 美東町大田	平成18年 10月10日	15名	約15ha	地域の飼料用イネの収穫作業を受託し、地域における飼料用イネ生産拡大に貢献。
				飼料イネ 7ha	
				主食米 5ha	
農事組合法人 フェルメ高熊	下関市 豊田町 大字殿敷	平成21年 3月23日	21名	約24ha	「集落の農地は集落で守る」を基本理念とし、共同作業により耕作放棄地ゼロを目指す。
				飼料イネ 5.6ha	
				主食米 18.5ha	
農事組合法人 松屋	下関市松屋	平成23年 12月10日	108名	約76ha	干拓地を中心とする下関市最大の農事組合法人。作業受託により効率的な営農を展開。
				飼料イネ 2.7ha	
				主食米 72ha	
菊川町飼料用イネ 生産利用推進協議会	下関市 菊川町 下岡枝	平成22年 3月19日	6名（個人）	約16.5ha	酪農家との耕畜連携システムを構築し、品種を「たちすずか」に統一することにより、高収量・高品質イネWCSの生産利用を実践。
			1組合		
			3法人		

2 取組概要

1) 平成22年度

湛水直播栽培における収量性について調査した。

美祢市ほ場では打込播種機、下関市ほ場では動力散粒機を用いて播種した（図Ⅳ-2-1、表Ⅳ-2-2、表Ⅳ-2-3）。いずれも初にカルパーコーティングを施した。



図Ⅳ-2-1 現地実証ほの設置場所

表Ⅳ-2-2 現地実証ほの概要と取組年度

実施組織	実証ほ設置場所	ほ場の立地条件	取組年度（平成）		
			22年	23年	24年
農事組合法人ファーム岩波	美祢市美東町	中山間地（傾斜地）	○	○	○
農事組合法人フェルメ高熊	下関市豊田町	中山間地（平坦地、傾斜地）	○		
農事組合法人松屋（松屋農業生産組合）	下関市松屋	干拓地	○	○	○
菊川町飼料用イネ生産利用推進協議会	下関市菊川町	中山間地（平坦地、傾斜地）		○	○

表Ⅳ-2-3 栽培面積の推移と現地実証の取組内容

年度（平成）	実施組織	栽培面積（a）			主な取組内容
		移植	直播	合計	
22年	ファーム岩波	0	180	180	湛水直播栽培（打込播種機）、飼料一般成分・サイレージ品質評価
	フェルメ高熊	0	240	240	湛水直播栽培（動力散粒機）
	松屋	0	140	140	湛水直播栽培（動力散粒機）
	合計	0	560	560	
23年	ファーム岩波	27	168	195	鶏ふん施用量の違いが収量に及ぼす影響を調査
	菊川推進協議会	293	0	293	現地検討会（山口県草地研究会）の実施
	松屋	19	194	213	乳用牛に対する嗜好性の調査
	合計	339	362	701	
24年	ファーム岩波	358	27	385	栽培及びWCS収穫・調整コストの調査
	菊川推進協議会	1,460	0	1,460	栽培及びWCS収穫・調整コストの調査、搾乳牛への給与実証
	松屋	0	264	264	（その他、緩効性肥料による栽培、家畜ふん堆肥の施用等）
	合計	1,818	291	2,109	

湛水直播栽培における収量性

農事組合法人フェルメ高熊（フェルメ高熊）及び農事組合法人松屋（松屋）においては、除草剤散布が大幅に遅れたこと等により稲の生育が雑草に抑制されて、収量成績は農事組合法人ファーム岩波（ファーム岩波）に比べて大幅に劣る結果となった。ファーム岩波は、目標の乾物収量1,000kg/10 aを概ね達成し、クサノホシより多収となった（表Ⅳ-2-4）。

以上の結果から、「たちすずか」は、打ち込み播種機を使用し、播種後の雑草防除を確実に行うことで、湛水直播栽培に適応するものと考えられた。

表Ⅳ-2-4 収穫期調査結果

	たちすずか			クサノホシ
	ファーム岩波	フェルメ高熊	松屋	ファーム岩波
稈長 (cm)	107.5	73.3	95.8	90.0
穂長 (cm)	14.0	11.8	17.6	19.5
穂数 (本/㎡)	322.0	149.0	214.5	233.6
乾物収量 (kg/10a)	910.6	693.3	637.4	879.8

注1) 施肥量

ファーム岩波：鶏ふん816kg/10a (N約5kg/10a)

フェルメ高熊：無施肥

松屋：鶏ふん816kg/10a (N約5kg/10a)

注2) 播種量

いずれも300g/a

注3) 播種日

ファーム岩波：5月25日

フェルメ高熊：5月20日～28日

松屋：5月20日

注4) 調査時の熟期

ファーム岩波：糊熟期

フェルメ高熊：黄熟期

松屋：成熟期

2) 平成23年度

ファーム岩波ほ場において、鶏ふん施用量の違いが収量に及ぼす影響を調査した。

鶏ふん施用量の違いが収量に及ぼす影響

鶏ふんで窒素成分あたり10kg/10a 施用した区で、乾物あたり1,300kg/10a の収量が得られ、同様に5kg/10a 区でも乾物あたり1,000kg/10a の目標収量が得られた。また、慣行施肥区においては、乾物あたり1,600kg/10a の高収量が得られ、「たちすずか」の優れた収量性を確認した(表Ⅳ-2-5)。

表Ⅳ-2-5 収穫期調査結果(糊熟期)

窒素施用量 (10aあたり・基肥)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	乾物収量 (kg/10a)
10kg 鶏ふん	106.7	12.0	189.8	1,359.8
5kg 鶏ふん	98.9	14.0	218.3	1,020.3
慣行 硫安10kg	111.1	10.0	285.0	1,645.9

注) 移植日：6月20日

3) 平成24年度

下関市菊川町における栽培面積が14.6haと大幅に拡大し、全体で20haを超える栽培面積となった。

栽培方法は、ファーム岩波と菊川町飼料用イネ生産利用推進協議会(菊川推進協議会)では移植栽培、干拓地の松屋では動力散粒機とカルパーコーティングによる湛水直播栽培が定着した。

各実証ほにおける収量等結果

乾物収量は、ファーム岩波では直播区、移植区いずれも1,500kg/10a を上回った。同じく菊川推進協議会では、鶏ふん区に比べて窒素施肥量の多かった慣行区の収量が多く、松屋では両区が同程度であり、いずれも目標収量の1,000kg/10a を概ね達成した(表Ⅳ-2-6)。

表Ⅳ-2-6 収穫期調査結果

組織名	栽培方法	窒素施肥量 (10aあたり)	移植日 直播日	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	乾物収量 (kg/10a)
ファーム岩波	移植	基肥 10kg (緩効性)	6月16日	111.0	9.9	274	1,586.5
	直播		5月26日	101.0	11.0	268	1,683.8
菊川協議会	移植	基肥 3.6kg (鶏ふん堆肥)	6月9日	91.5	17.3	155	1,090.9
		基肥 8kg (緩効性)	6月9日	98.8	13.9	170	1,526.5
松屋	直播	基肥 6.8kg (牛ふん堆肥)	5月18日	90.0	19.6	137	940.8
		追肥のみ 2.1kg (硫安)	5月18日	86.6	18.3	166	945.6

注) 調査日の熟期

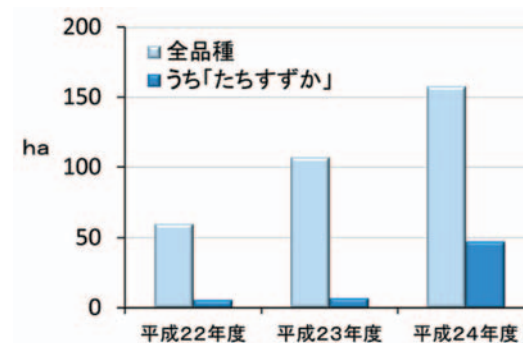
ファーム岩波：黄熟期

菊川推進協議会：黄熟期

松屋：糊熟期

3) 栽培実証に関する取組のまとめ

- 1) 打込播種機を使用し、播種後の雑草防除を確実に
行うことで、湛水直播栽培に適応する。
- 2) 移植栽培において、基肥のみ鶏ふんで施用する場
合、計算上は窒素成分あたり10kgの施用で、1,300kg
/10 a 程度の乾物収量が得られる。
- 3) 基肥のみ硫安で窒素成分あたり10kgの施用では、
1,600kg/10 a の乾物収量が得られる。
- 4) 「たちすずか」の栽培面積は、平成22年度の5.6haか
ら平成24年度には21.1haに拡大した。
- 5) 栽培実証取組の波及効果により、山口県内の飼料
イネ栽培面積が拡大した (図Ⅳ-2-2)。



図Ⅳ-2-2 山口県における「たちすずか」の栽培面積の推移

3 愛媛県の西南暖地における「たちすずか」の安定生産

1 はじめに

愛媛県宇和島市は四国の西南部（愛媛県南予）に位置し、西には宇和海を臨み、海岸線はリアス式海岸を形成している。その斜面には柑橘が植栽され、全国でも有数の温州みかん・ポンカンの産地となっているなど、典型的な西南暖地型の温暖な地域である。この地域の集落営農組織では、従来からブロックローテーションによる集落単位で水田転作を実施してきたが、大豆等の栽培には不適な湿田土壌が多いことから栽培品目の選定に苦慮していた。当地域は愛媛県でも有数の早期米地帯であり、飼料イネの前作はコシヒカリを作付けしている水田が多くを占めている。また、畜産農家は、畑作におけるデントコーン等の栽培に加えて、稲わら収集等飼料コストの低減を図るために自給飼料確保に取り組んできており、現状以上の自給飼料を増産する労働力は慢性的に不足している状況にある。このことから、西南暖地における「たちすずか」の普及拡大に向けて、農業生産組合ほ場（愛媛県宇和島市津島町）で栽培実証を行い、安定生産につながる生育、収量等のデータが得られたので、ここで紹介する。

2 栽培条件

栽培条件は以下のとおりである。

平成22年度

- ・中苗移植で、栽植密度は条間30cm×株間21cm
- ・移植時期は、平成22年5月30日
- ・堆肥施用区は、牛ふん+オガクズ混合堆肥を2t（N4.8kg/10a）、基肥は一発肥料ペーストを41kg（N5.7kg/10a）で、合計のNは10.5kg/10a
- ・化学肥料追肥区は、基肥を一発肥料ペーストで41kg（N5.7kg/10a）、追肥は硫安を20kg（N4.2kg/10a）で、合計のNは9.9kg/10a
- ・対照区は、基肥を一発肥料ペーストで32kg（N4.5kg/10a）

平成23年度

- ・中苗移植で、栽植密度は22年度と同一
- ・移植時期は、平成23年6月3日
- ・堆肥連用区は、牛ふん+オガクズ混合堆肥を2t（N7.2kg/10a）、基肥は緩効性一発肥料35kg（N4.2kg/10a）で、合計のNは11.4kg/10a
- ・化学肥料追肥区は、基肥を緩効性一発肥料で35kg（N4.2kg/10a）、追肥は硫安を20kg（N4.2kg/10a、7月21日）で、合計のNは8.4kg/10a

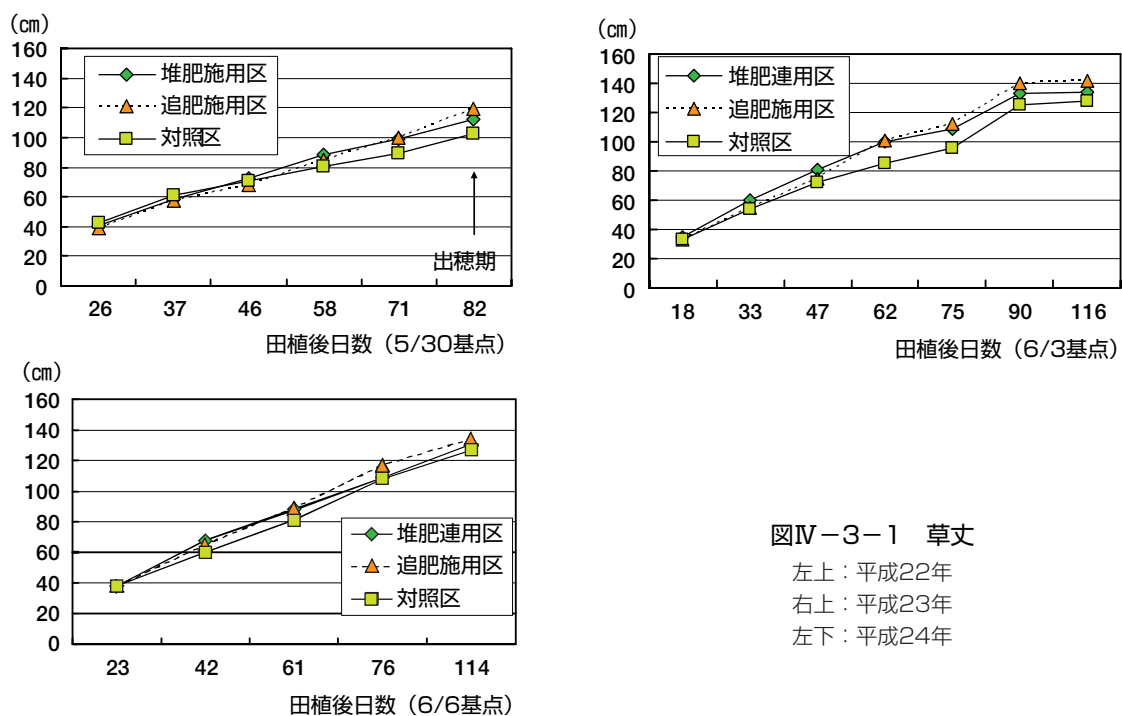
- ・ 対照区は、基肥を緩効性一発肥料で35kg (N4.2kg/10 a)

平成24年度

- ・ 中苗移植で、栽植密度は22年度と同一
- ・ 移植時期は、平成24年 6月 6、7日
- ・ 堆肥連用区は、牛ふん+オガ混合堆肥を2 t (N4.4kg/10 a) 3年目、基肥は緩効性一発肥料36.6kg (N8.1kg/10 a) で、合計のNは12.5kg/10 a
- ・ 化学肥料追肥区は、基肥を緩効性一発肥料で36.6kg (N8.1kg/10 a)、追肥は硫安を20kg (N4.2kg/10 a、7月25日) で、合計のNは12.3kg/10 a
- ・ 対照区は、基肥を緩効性一発肥料で36.6kg (N8.1kg/10 a)

3 生育状況

草丈は、平成22年が直線的に伸長し、追肥施用区で120cmに達した。平成23年も同様に伸長し、追肥施用区では142cmで最も高くなった。対照区は平成22年より高く128cmであった。平成24年も直線的に伸長し、追肥施用区で134cmに達した。(図IV-3-1)。

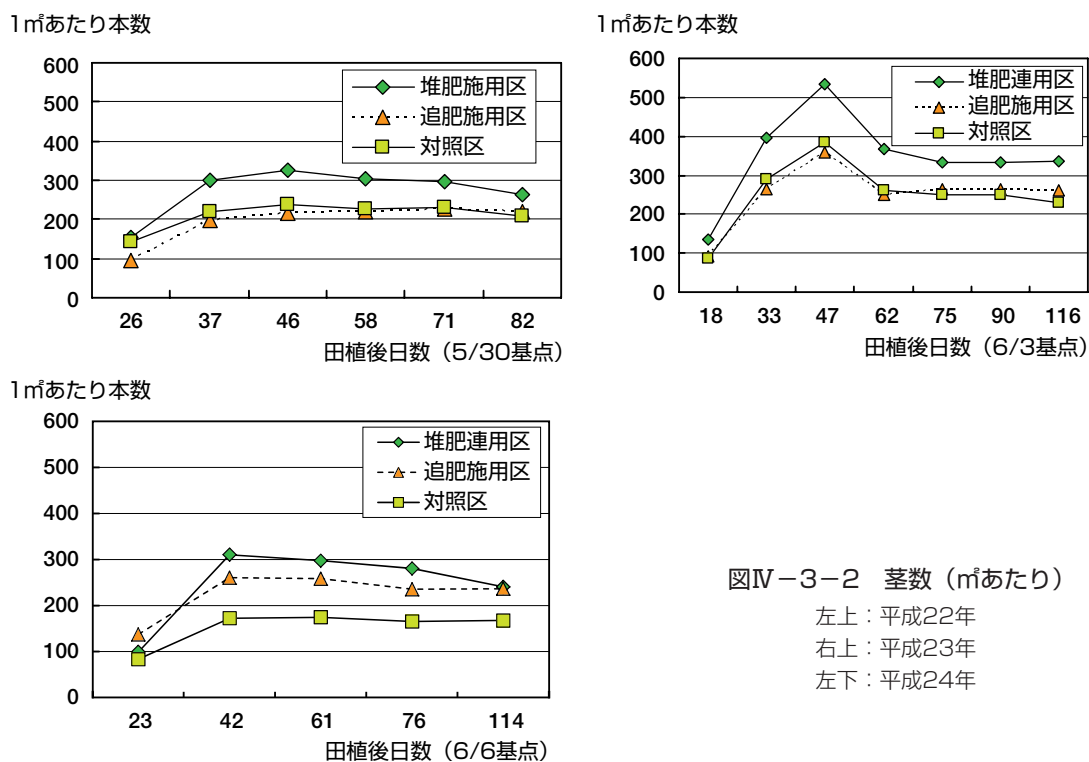


図IV-3-1 草丈

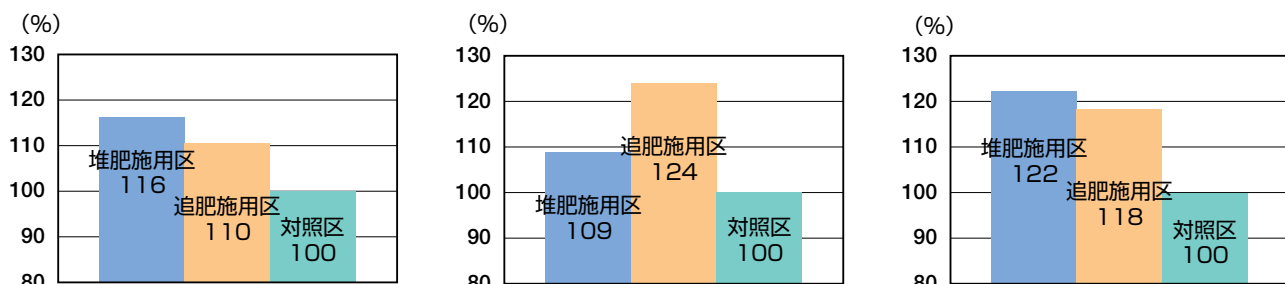
左上：平成22年
 右上：平成23年
 左下：平成24年

茎数 (㎡あたり) は、平成22年、23年ともに移植後45日頃に最高分けつとなり、その後減少または横ばいで推移した。平成23年の堆肥連用区では330本/㎡以上となり、肥料効果により分けつが旺盛となった。平成24年の堆肥連用区では240本/㎡であり、平成22年と同様な茎数となった (図IV-3-2)。

平成22年の対照区の乾物収量は862kg/10 a で、堆肥連用区で1,001kg/10 a (対照区に対して116%、追肥区で952kg/10 a (110%)) であった。平成23年では、対照区の乾物収量は988kg/10 a、堆肥連用区



図IV-3-2 茎数 (㎡あたり)
 左上：平成22年
 右上：平成23年
 左下：平成24年



図IV-3-3 収量
 左：平成22年 中：平成23年 右：平成24年

で1,073kg/10 a (109%)、追肥区で1,222kg/10 a (124%)であった。平成24年では、対照区の乾物収量は1,064kg/10 a、堆肥連用区で1,300kg/10 a (122%)、追肥区で1,260kg/10 a (118%)であり、平成23年、24年は、堆肥や追肥の効果が現れたことが確認できた(図IV-3-3)。

4 まとめ

生育と収量は、堆肥連用と追肥により草丈は高く茎数(㎡あたり)は多く、収量も多くなった。これは、肥効が現われた結果であり、翌年度以降の堆肥連用や追肥を多くすることにより収量がさらに多くなることが考えられた。

4 鳥取県東部における「たちすずか」の乾田直播栽培

1 はじめに

春作業のピークの分散が期待できる乾田直播で、「たちすずか」の栽培を鳥取県東部の岩美町農家ほ場で実施した。「クサノホシ」と比較した平成21年～22年の生育・収量等の概要について紹介する。なお、本試験は藪内農場、(株)東部コントラクターの協力のもとで実施した。

2 乾田直播栽培の手順

平成22年に農家ほ場で実際に行った播種手順は以下のとおりである（表Ⅳ-4-1、写真Ⅳ-4-1、写真Ⅳ-4-2）。

1) ほ場準備

表Ⅳ-4-1 播種に関する主な作業と実施日

作業	実施日	備考
排水対策	3月頃	弾丸暗渠・額縁明渠
堆肥散布	4月10日	3t/10a（年によって投入量は違う）
反転	4月10日	プラウ
均平・鎮圧・砕土	4月30日	レーザーレベラー
播種	5月1日	ディスク式不耕起播種機

2) 播種

施肥・播種量は、LPS120をN7.8kg/10a、播種量は2.4kg/10aとした。



写真Ⅳ-4-1 均平・鎮圧・砕土



写真Ⅳ-4-2 不耕起播種機による播種作業

3) 雑草防除

主にヒエ対策として、乾田期間に3回、乗用管理機を用いて除草剤を散布した（表Ⅳ-4-2、写真Ⅳ-4-3、写真Ⅳ-4-4）。

表Ⅳ-4-2 除草剤の種類と散布日

ほ場状態	除草剤名	実施日	備考
乾田	グリホサートカリウム塩液剤	5月14日	非選択性、イネ出芽直前
	シハロホップブチル乳剤	5月29日	上記の15日後
	シハロホップブチル・ベンタゾン液剤	6月12日	上記の14日後
入水後	ピラソルスフロネチル・フェントラザミド粒剤	6月19日	



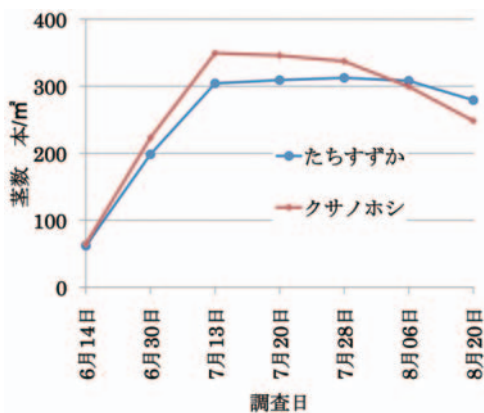
写真Ⅳ-4-3 イネ出芽前除草剤の散布



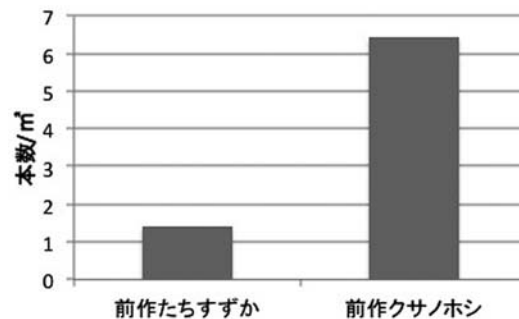
写真Ⅳ-4-4 入水前の「たちすずか」

3 生育状況（平成22年）

「たちすずか」の苗立ち数は 50 ± 4 本で順調に生育した（図Ⅳ-4-1）。乾田直播では、前年のこぼれ種による漏生イネが問題になることがあるが、平成21年度に穂の短い「たちすずか」を直播栽培したほ場は、「クサノホシ」を栽培したほ場より条間に発生した漏生イネ出芽数が少なかった（図Ⅳ-4-2）。



図Ⅳ-4-1 茎数の推移（平成22年）



図Ⅳ-4-2 漏生イネ出芽数
（平成22年6月15日時点）

4 収量等（平成22年）

収穫作業は、降雨により作業が遅れ10月16、17日の収穫となった。「クサノホシ」は9月22日頃から倒伏が始まり、収穫時には面積の半分以上が倒れたが「たちすずか」では倒伏は見られなかった（写真IV-4-5、写真IV-4-6）。

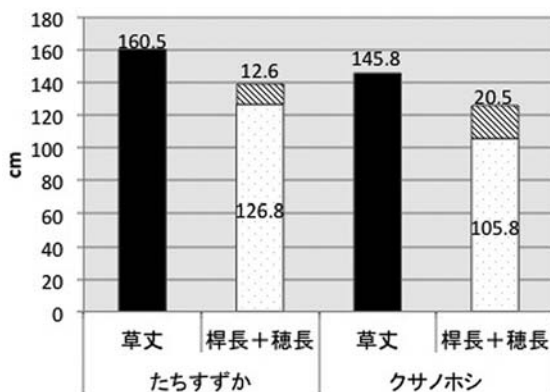
全刈収量は、草丈約161cmの「たちすずか」ほ場で13.3個/10a、草丈約146cmの「クサノホシ」ほ場で13.6個/10aでほぼ同程度であり、地域の中でも高水準であった。しかし「たちすずか」ほ場では専用収穫機をたびたびつまらせ、ロールほぼ1個分をほ場に廃棄した。刈り取り条数を減らしたり作業速度を遅くしたりと気を遣うため、オペレーターからは収穫機の長程対応が望まれた（図IV-4-3、図IV-4-4）。



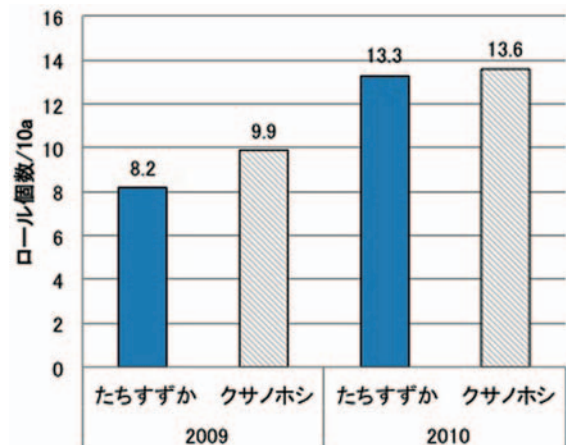
写真IV-4-5 「たちすずか」収穫



写真IV-4-6 「クサノホシ」収穫



図IV-4-3 草丈・稈長・穂長（平成22年）



図IV-4-4 全刈収量（ロール個数）

注）T社細断型収穫機
1ロール約330kg

5 まとめ

「たちすずか」を用いた乾田直播栽培で「クサノホシ」とほぼ同程度の収量を得ることができ、「クサノホシ」より倒伏しにくいことがわかった。

V.

耕作放棄地の復田ほ場における 生産技術

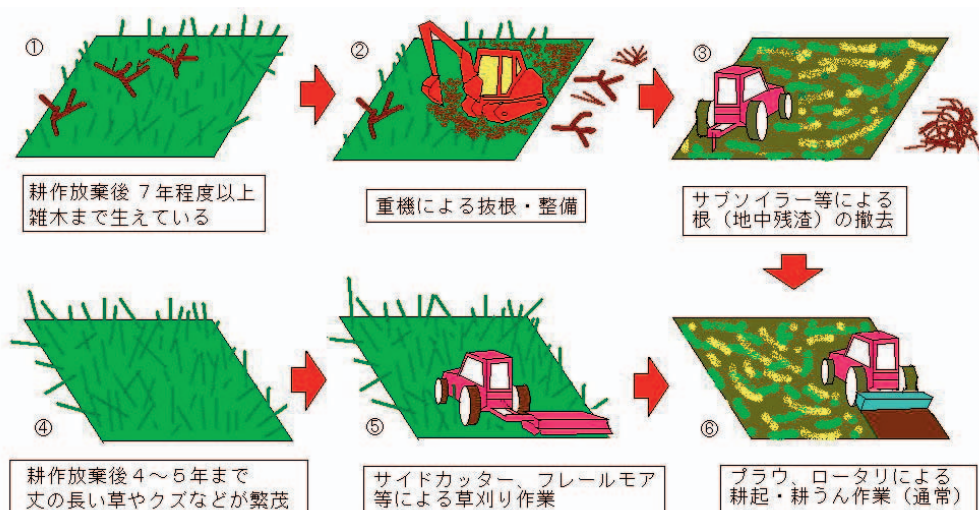
1 はじめに

近年、全国的に遊休農地や耕作放棄地の増加が目立つ一方、その復元も各地で行われ始めている。また、畜産飼料の自給率向上が急務である情勢の中、耕作放棄地の再生利用は不可欠であり、「たちすずか」をはじめとする飼料イネの生産拡大に向けても、耕作放棄地を復田して利用する場面が、今後ますます多くなることが予想される。

2 耕作放棄地の復田

耕作放棄の期間が5年程度までならば、灌木の出現はほとんどみられない。この場合、刈払機等の簡易な草刈機やモア等での雑草処理で対応可能である。耕作放棄が概ね7年以上になると灌木の出現がみられ、重機を用いての抜根等の作業が必要となることが多くなる（図V-1）。

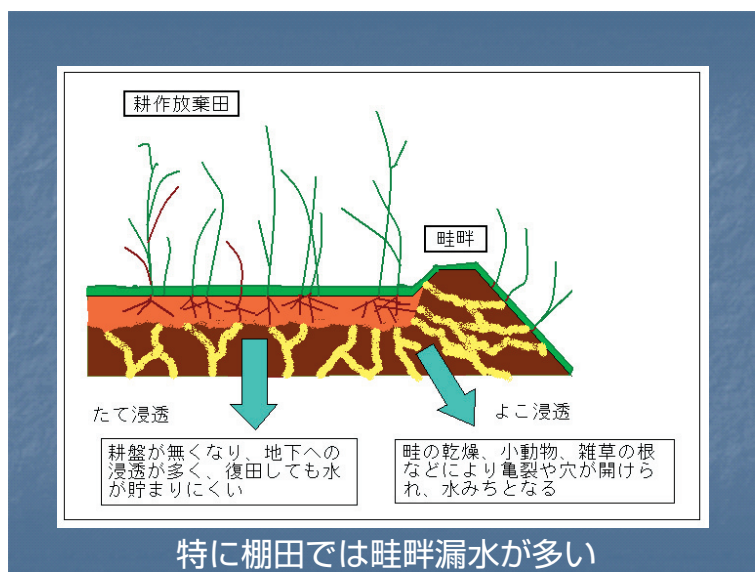
これらの復田に要する作業は、耕作放棄地の解消にかかる補助事業等において現地で行われている一般的な復田作業であるので、本項では、草木を処理した以後に重点をおき、一連の作業手順やポイントとなる有効技術・留意点について紹介する。



図V-1 耕作放棄地の草木処理作業の一般的な手順

3 復田後の漏水防止に有効な技術

実際に復田を行い飼料イネを栽培している生産現場では、草木処理以後の復田にかかる問題点として、1) 円滑な耕耘、代かき作業をするためには早めの除草と雑草等の持出し処理が必要、2) 復田2～3作目までは漏水がみられ湛水管理に支障をきたしている、ことを挙げている(図V-2)。特に漏水が深刻な問題であり、漏水防止に有効な技術の確立を強く要望されている。



図V-2 水の動き(漏水)のイメージ

復田時に問題の多い畦畔漏水への対

策として「畦畔際への明渠施工」が有効である。一般に、明渠施工は水田転換畑で畑作物を作付けする際の排水対策として行われるものであり、水田作には不要である。しかし、復田に際しては、1) 事前に漏水箇所の把握と重点的なその手当ができ、2) 耕耘時に埋め戻し、トラクタ車輪で踏圧することで目止めが行え、3) 漏水予想箇所を畦にマークしておけば、仮に田植え後に畦畔漏水が生じても、手当位置が絞り込める、等の利点がある。

復田前年度までに明渠施工を行っておけば、翌春までの雪解け水等によっても、明渠内の孔隙への細かい土が移動することで目止めがある程度すすむことも期待できる(写真V-1、写真V-2)。



写真V-1 畦畔への明渠施工の様子



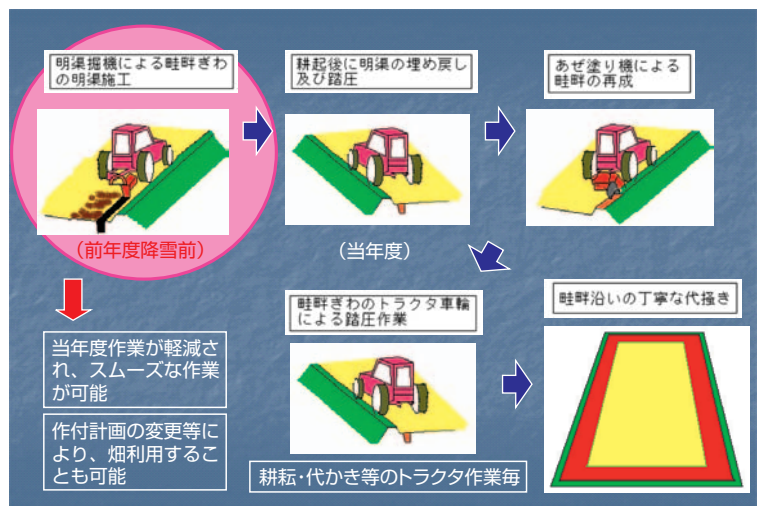
写真V-2 明渠への通水による

1) 復田前年度から当年度にかけての一連作業

畦畔沿いの漏水対策として、「復田の前年度秋に明渠施工を行い、当年度にその埋め戻し、踏圧を行う」作業をあぜ塗りを含む一連の田植え準備作業に組み入れる手法(図V-3)が有効であることを確認した¹⁾。

明渠施工とその埋め戻し、踏圧は、畦塗りや代かき時の畦際の踏圧のみでは防げない畦畔側近のより深い位置の漏水箇所の目止めを行うための作業である。

復田の前年度の秋期に畦畔側近に明渠を施工し、復田当年度春期のトラクタ作業時に明渠の埋め戻しを行い、トラクタ作業時ごとにトラクタ車輪で明渠位置の踏圧を行う数回の作業を、畦塗りを含む田植えまでの一連の作業に組み入れて復田する（表V-1、写真V-3～写真V-10）。



図V-3 復田パターン①

注) 前年度より漏水対策（明渠施工）を行う場合

表V-1 田植えまでの作業手順（鳥取市香取、平成22年）

作業No.	作業名	月/日	使用機械等	条件・方法等
前年度	1 草刈、集草	10/19	刈払機	放棄3年、セイタカアワダチソウ群落、作業時間約80分・人(320㎡ほ場)
	2 明渠施工	10/23	(手堀り)	NIPRO明渠掘機RD250の溝形状(底幅18、口幅24、深さ25cm)
	3 耕起	4/30	トラクタ+ロータリ	ほ場の外周の耕起作業は、明渠際ぎりぎりにタイヤを位置させて走行し、明渠の埋め戻しを行う
	4 踏圧	4/30	トラクタ	畦際(明渠位置)の踏圧をトラクタ車輪により行う
	5 畦塗り	5/12	トラクタ+畦塗機	
本年度	6 砕土・整地	5/21	トラクタ+ロータリ	砕土性が良好
	7 踏圧	5/21	トラクタ	畦際(明渠位置)の踏圧をトラクタ車輪により行う
	8 入水	5/27~28	-	
	9 踏圧	5/28	トラクタ	畦際(明渠位置)の踏圧をトラクタ車輪により行う
	10 代かき	5/28	トラクタ+ロータリ	外周の代かきは右回り左回りの2回で丁寧に行う

注1) 「明渠なし区」は、作業No2の明渠施工を行わなかったのみで、その他の作業は「明渠区」と同様に行った

注2) 明渠施工は、ほ場までのトラクタ進入が施工当時できなかったため、手堀りとした



写真V-3 作業1：草刈・集草



写真V-4 作業2：明渠施工



写真V-5 作業3、4：耕起・踏圧



写真V-6 作業5：畦塗り



写真V-7 作業6：砕土・整地



写真V-8 作業7：踏圧

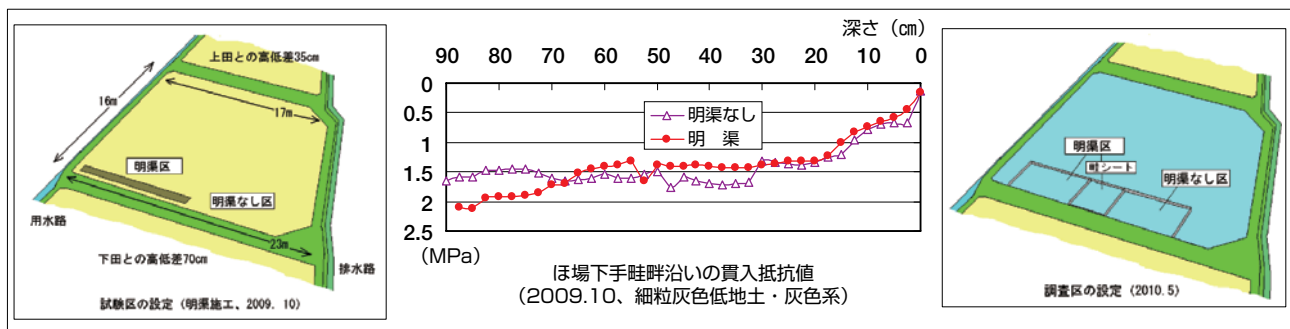


写真V-9 作業8、9：入水・踏圧



写真V-10 作業10：代かき

明渠施工を行う実証区（明渠区）と行わない対照区（明渠なし区）を設定し、畦畔からの漏水（横浸透）程度の比較を行った。なお、明渠区には畦際へ畦シートを設置した区も設けた（図V-4）。



代かき後の日減水深は、明渠施工とその埋め戻し、踏圧を行った明渠区で約20mmであり、対照の明渠なし区の70mm超に比べて顕著に小さくなる（表V-2）。

代かき後の日減水深（A）からシリンダーインターレーターを用いた縦浸透（B）を引いて求めた畦畔漏水による減水深値（C）の比は、明渠なし区を100とすると、明渠区は25であり、明渠施工とその埋め戻し、踏圧が畦畔漏水の低減に有効である（表V-2）。

漏水が軽減されることで、除草剤の効果や水稻の生育や収量も明渠区で優れた（表V-3、写真V-11、写真V-12）。

表V-2 代かき後の減水深（鳥取市香取、代かき：平成22年5月28日）

区名	漏水防止策		A 減水深 (mm/日)	B 縦浸透による漏水 (mm/日)	C 畦畔からの漏水 (mm/日)	同左比
	明渠施工	畦シート				
明渠なし	－	－	75.6	6.5	69.1	100
明渠	有	－	21.6	4.5	17.1	25
	有	有	5.4		0.9	1

注1) 減水深の調査区は畦際より3m幅、畦長さ6m（畦シート有は3.9m）規模

注2) Aの減水深の調査は代かき当日（11：00～17：00）

注3) Aは実際のほ場（320㎡、総畦長72m）を想定して換算

枠試験での減水深（mm）を畦1mあたりの減水深（L）に置き換え、それを基にほ場全体の減水深（mm）を算出

注4) Bはシリンダーインターレーターを各区（畦シート有を除く）の中央に設置して調査した値（6月2日～3日）

注5) CはA-Bによる計算値

表V-3 水稻の生育・収量と収穫期の雑草風乾重等（北陸193号、移植：平成22年5月31日、鳥取市香取）

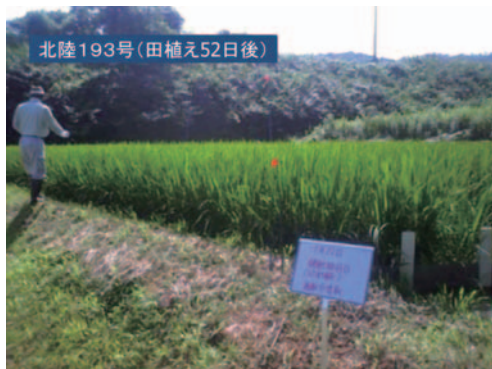
区名	雑草風乾重 (g/㎡)	同左比 (%)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	有効茎歩合 (%)	全重 (g/㎡)	粗糲重 (g/㎡)	粗玄米重 (g/㎡)	千粒重 (g)	糲数 *(100/㎡)	登熟歩合 (%)
明渠なし	36.8	100	89.0	26.2	315	71.8	2,163	813	613	20.5	414	81.8
明渠	7.3	20	89.4	25.7	344	71.1	2,303	886	680	19.2	458	83.4

注1) 代かき後に設置した区切りの畦シートは田植え時に取り外し、田植え後に厚手のプラスチック製畦板を同位置に設置した

注2) 図1、表2の「畦シート」区は田植え後には両区の水管理のための番外区として利用した

注3) 明渠なし区の漏水が顕著なため、田植え後には両区ともに畦シートを設置して肥培管理を行った

注4) 除草剤はイノーバDX1キロ粒剤（6月10日）、施肥は両区とも同様に行った



写真V-11 北陸193号出穂前



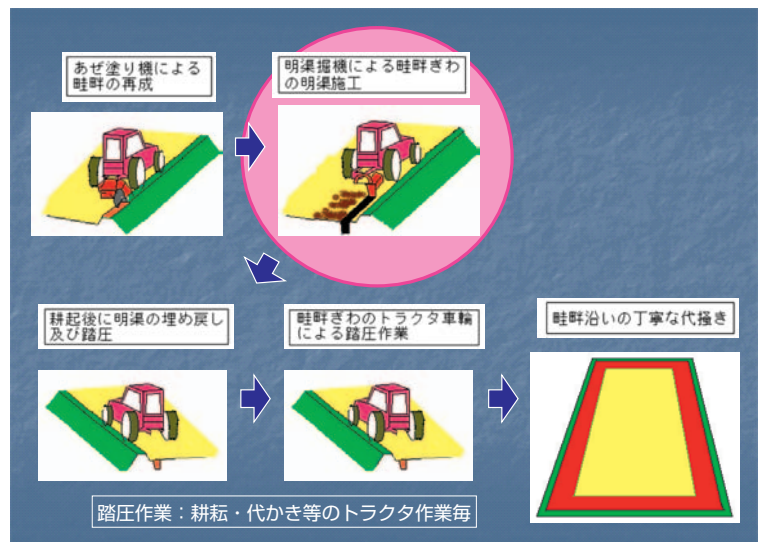
写真V-12 北陸193号出穂後

2) 復田当年度での一連作業

草刈りを含む復田の作業をすべて当年度に行った場合の「明渠施工とその埋め戻し、踏圧」の漏水防止策（図V-5）の有効性についても確認した。

耕作放棄ほ場（4年）において、復田の当年度に、草刈りを含む一連の復田作業を行う体系（表V-4）で、明渠施工を行う実証区（明渠区）と行わない対照区（明渠なし区）を設定し、畦畔からの漏水（横浸透）程度の比較を行った（図V-6）。なお、畦塗り面の上中部にかけてのひび割れへの浸水が激しく、畦シートを設置した。

畦際の日減水深は、明渠区7mmで、明渠なし区36mmの5分の1となった（表V-5）。

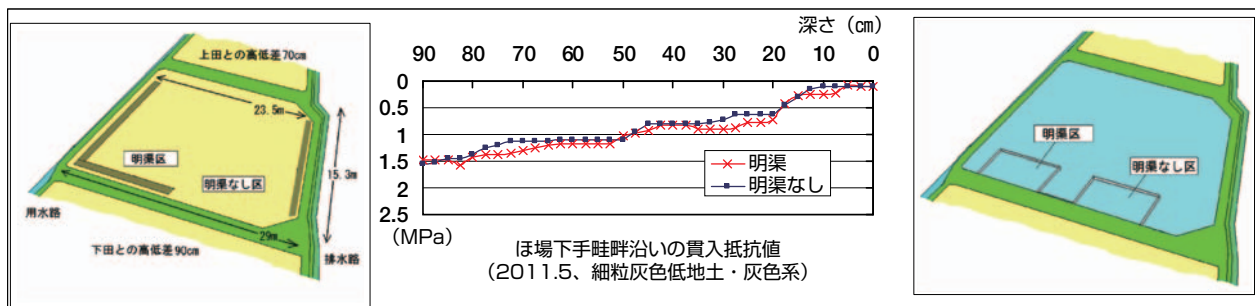


図V-5 復田パターン②
注) 当年度に一連の漏水対策作業を行う場合

表V-4 田植えまでの作業手順

作業No.	作業名	月/日	使用機械等	条件・方法等
1	草刈り	5/2	刈払機 トラクタ+フレールモア	(畦畔) 放棄4年、セイタカアワダチソウの枯死群落 NIPL0 FNC1602F
2	畦塗り		トラクタ+畦塗機	コバン畦塗機RKM752、高さ19cm
3	明渠施工		トラクタ+明渠掘機	NIPL0明渠掘機RD251、深さ19cm、底幅22cm
4	耕起	5/9	トラクタ+ロータリ	ほ場外周の耕起作業は、明渠際ぎりぎりにタイヤを位置させて走行し、明渠の埋め戻しを行う
5	踏圧		トラクタ	畦際（明渠位置）の踏圧をトラクタ車輪により行う
6	砕土	5/18	トラクタ+ロータリ	
7	踏圧		トラクタ	畦際（明渠位置）の踏圧をトラクタ車輪により行う
8	入水	5/29~30	-	
9	踏圧	5/30	トラクタ	畦際（明渠位置）の踏圧をトラクタ車輪により行う
10	代かき		トラクタ+ロータリ	外周の代かきは右回り左回りの2回で行う

注) 「明渠なし区」は、作業No.3の明渠施工を行わなかったのみで、その他の作業は「明渠区」と同様に行った



図V-6 復田試験を行ったほ場の概要
注) 耕作放棄：平成19年～22年、鳥取市香取、2011年5月

表V-5 畦際の減水深（鳥取市香取、代かき：平成23年5月30日）

調査区（シート有無）	減水深 (mm/h)	日減水深mm (/日)	対照比
明渠なし（無）	7.43	—	100
明渠（無）	5.41	—	73
明渠なし（有）	—	36.4	100
明渠（有）	—	6.8	19

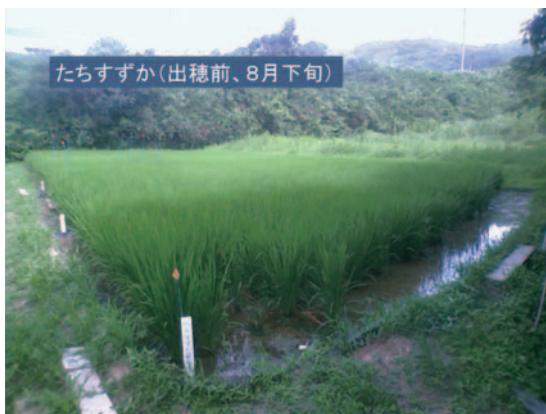
注1) 畦シートなしでは、畦塗り面の上部から中部にかけてのひび割れへの浸水が顕著であり、短時間で漏水したため、畦シートを設置した

注2) 減水深の調査は、「シート無」が代かき5月30日9時20分～11時15分、「シート有」が同日13時30分～16時30分で行った

飼料イネの収量も明渠区で優り（表V-6、写真V-13、写真V-14）、漏水低減の効果が高いことが示唆された。

表V-6 黄熟期の生育・収量等（「たちすずか」、移植：平成23年6月2日、坪刈：10月4日、鳥取市香取）

区名 (cm)	草丈 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (本/m ²)	茎数 (本/m ²)	穂数 (kg/m ²)	生重 (kg/m ²)	風乾重 (kg/m ²)	絶乾重 (g)	同左比
明渠なし	163	115	10.3	320	104	5.38	1.93	1.56	100
明渠	167	131	15.4	300	117	5.82	2.09	1.69	108



写真V-13 「たちすずか」出穂前



写真V-14 「たちすずか」出穂後

3) 畦畔沿いでないほ場中央の漏水対策

ほ場中央の縦浸透の軽減対策として、代かきの工程数を増やす方法が有効である。

代かき工程2回区と1回区をほ場中央に設けて減水深（縦浸透）の検討を行ったところ、代かき工程数の多い2回区で減水深が減少できた（表V-7）。

表V-7 代かき工程回数と日減水深
（代かき：平成23年5月30日、
移植：6月2日、鳥取市香取）

ほ場内位置（代かき回数）	日減水深（mm/日）
畦畔沿い（2回）	5.25
本田中央（2回）	4.25
本田中央（1回）	5.00

注) シリンダーインタークレート法による減水深調査（6月2日～3日）

4 耕作放棄地復田過程での飼料作等（畑）の導入

耕作放棄されたほ場は、畦畔の形状が不明瞭となりがちであるとともに、水路等が損壊している等、その修復に期間を要す場合もある。また、灌木の抜根等の影響により、鋤床層（耕盤または硬盤）が消失している場合もある。

これらの場合、水田としての利用が直ぐに行えないため、復田までの過程において、畑として利用し飼料作等を導入することをお勧めする。作目としては、飼料であるソルゴー（写真V-15）の他、ソバ（写真V-16）等が挙げられる。

また、ソルゴー等を連年作付けしたほ場は、畑地化がすすんで透水性が高くなり復田後の漏水助長が懸念されるため、畑としての利用を継続することも選択肢とする。



写真V-15 ソルゴー



写真V-16 ソバ（開花期）

5 湿田での作業の留意点

葦、ガマ等の発生が見られる湿田の場合、前述した漏水防止対策としての額縁明渠施工は行わない（行えない）。フレールモア等の処理の際にトラクタがはまり込まない地耐力（耕盤または硬盤）があれば、復田作業は可能である（写真V-17、写真V-18）。耕耘作業が行えない場合は、そのまま入水して代かきを行う。



写真V-17 トラクタ作業（1）



写真V-18 トラクタ作業（2）

ただし、地耐力が乏しく、トラクタの走行が不可能な極湿田ほ場では、復田作業をあきらめる他ない。

湧水や滞水をほ場外へ排出可能もしくは渇水時期に地耐力が回復するようであればこの限りではないが、復田作業は困難を極める。

5 参考文献

- 1) 三谷誠次郎、安田和司、松田 悟（2010）耕作放棄地の復田における「明渠施工とその埋め戻し、踏圧」による畦畔漏水低減効果、鳥取農試、平成22年度近畿中国四国農業試験研究成果情報。

VI.

執筆者一覧

松田 悟	鳥取県農林総合研究所 農業試験場 作物研究室 室長 ----- 担当：Ⅴ. 耕作放棄田の復田ほ場における生産技術
三谷 誠次郎	鳥取県農林総合研究所 農業試験場 作物研究室 主任研究員 ----- 担当：Ⅴ. 耕作放棄田の復田ほ場における生産技術
大家 理哉	岡山県農林水産総合センター 農業研究所 環境研究室 専門研究員 ----- 担当：Ⅱ. 「たちすずか」の収量性と施肥窒素量の決定方法
鷺尾 建紀	岡山県農林水産総合センター 農業研究所 環境研究室 研究員 ----- 担当：Ⅱ. 「たちすずか」の収量性と施肥窒素量の決定方法
勝場 善之助	広島県立総合技術研究所 農業技術センター 栽培技術研究部 副部長 ----- 担当：Ⅲ. 「たちすずか」の効率的種子生産技術 Ⅳ. 技術導入事例 1. 広島県の中山間地域における「たちすずか」の茎葉多収栽培 「たちすずか」茎葉多収栽培のためのこよみ 「たちすずか」採種のためのこよみ

秋 友 一 郎	山口県農林総合技術センター 畜産技術部 放牧環境研究室 飼料・環境グループ 専門研究員 ----- 担当：Ⅳ．技術導入事例 2．山口県における「たちすずか」の生産・利用拡大の取組について
白 坂 伸 二	愛媛県農林水産研究所 畜産研究センター 経営室 飼料環境班 主任研究員 ----- 担当：Ⅳ．技術導入事例 3．愛媛県の西南暖地における「たちすずか」の安定生産
中 込 弘 二	(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター 水田作研究領域 主任研究員 ----- 担当：Ⅰ．茎葉多収で高糖分含量の飼料用水稲品種「たちすずか」の特性
出 田 収	(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター 水田作研究領域 上席研究員 ----- 担当：Ⅰ．茎葉多収で高糖分含量の飼料用水稲品種「たちすずか」の特性
藤 本 寛	(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター 水田作研究領域 主任研究員 ----- 担当：Ⅲ．「たちすずか」の効率的種子生産技術
窪 田 潤	(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター 営農・環境研究領域 主任研究員 ----- 担当：Ⅳ．技術導入事例 4．鳥取県東部における「たちすずか」の乾田直播栽培
松 下 景	(独) 農研機構 中央農業総合研究センター 作物開発研究領域 主任研究員 ----- 担当：Ⅰ．茎葉多収で高糖分含量の飼料用水稲品種「たちすずか」の特性

VII. 問合せ先一覧

(独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター

営農・環境研究領域／水田作研究領域

〒721-8514 広島県福山市西深津町6-12-1

TEL : 084-923-4100

FAX : 084-924-7893

鳥取県農林総合研究所 農業試験場

作物研究室

〒680-1142 鳥取県鳥取市橋本260

TEL : 0857-53-0721

FAX : 0857-53-0723

岡山県農林水産総合センター 農業研究所

環境研究室

〒709-0801 岡山県赤磐市神田沖1174-1

TEL : 086-955-0271

FAX : 086-955-1914

広島県立総合技術研究所 農業技術センター

栽培技術研究部

〒739-0151 広島県東広島市八本松町原6869

TEL : 082-429-0522

FAX : 082-429-0551

山口県農林総合技術センター 畜産技術部

放牧環境研究室 飼料・環境グループ

〒759-2221 山口県美祿市伊佐町河原1200

TEL : 0837-52-0258

FAX : 0837-52-4832

愛媛県農林水産研究所 畜産研究センター

経営室 飼料環境班

〒797-1211 愛媛県西予市野村町阿下7-156

TEL : 0894-72-0064

FAX : 0894-72-0065

『高糖分飼料イネ「たちすずか」栽培技術マニュアル』は、「高糖分飼料イネを核とした中山間地域耕畜連携システムの確立」（地域農業確立総合研究、平成21～22年度）、「農研機構現地実証等事業」（平成23～24年度）、「農研機構現地実証試験」（平成25年度）において得られた成果を取りまとめたものである。

*本書より転載および複製をする場合は、必ず発行者もしくは執筆担当者所属機関の許可を得てください。

高糖分飼料イネ「たちすずか」栽培技術マニュアル

平成25年10月 発行

発行 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）
近畿中国四国農業研究センター

〒721-8514 広島県福山市西深津町 6-12-1

TEL：084-923-4100

FAX：084-924-7893

印刷所 株式会社 デルタプリント

