

# 寒冷地水稲有機栽培の手引き



2016年3月

公益財団法人自然農法国際研究開発センター

公益財団法人農業・環境・健康研究所、新潟県農業総合研究所

岩手県農業研究センター、福島県農業総合センター、秋田県立大学

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター

# 目次

1) 背景と本手引きのねらい	1
2) 開発技術の特徴	1
3) 雑草対策	2
● 稲わらなどの有機物を活用した土づくりによる雑草害低減	
● 畝立て耕起による雑草発生の抑制	
● 低コスト初期導入技術としてのチェーン除草	
● 機械除草と耕種的除草の組み合わせによる除草体系	
4) 病虫害対策	12
● 病虫害被害を抑制するためのケイ酸資材の施肥法	
● 畦畔板によるイネミズゾウムシの防除法	
5) 育苗・肥培管理	17
● 苗箱追肥による健苗育成・苗の活着促進技術	
● 有機栽培水稻増収のための生育診断指標と追肥技術	
6) 現地事例とその経済性評価	20
● 太平洋側乾田地帯における現地実証	
● 日本海側湿田地帯における現地実証	
参考文献	24
付録: 東北各県の葉いもち発生リスクマップ	25

## 1) 背景と本手引きのねらい

- 水稲有機栽培は、熱心な実践農家による試行錯誤の結果、全国的に多くの成功事例を生んでいます。しかし、そうした成功事例は実践農家の熟練に負うところが大きく、雑草抑制、病虫害対策、施肥管理などの栽培技術は様々な気象条件、土壌条件に対応可能な形で確立されているとは言えません。特に東北地方などの寒冷地においては、水稲の初期生育が緩慢なため、水稲有機栽培の最大の課題である雑草対策をより困難なものにしています。
- そこで本手引きは、こうした寒冷地有機水稲栽培における技術的問題点解決の一助として活用いただくことをねらい、寒冷地の気象条件、土壌条件に対応した雑草対策、病虫害対策、肥培管理に関わる個別技術について解説しました。あわせて、これらの技術の応用範囲が広がるよう、それぞれの技術が有効性を発揮するメカニズムなど、参考となる情報についてコラムとして掲載しました。さらに、いくつかの個別技術を組み合わせた技術体系の経済性についても現地実証試験の結果をもとに紹介しました。

## 2) 開発技術の特徴

### 雑草対策

- 初めに、雑草の発生生育を抑制する技術として、「稲わらなどの有機物を活用した土づくりによる雑草害低減」技術について解説しました。この技術は、水稲収穫前後の排水に努め、収穫後出来るだけ早期に耕耘し、移植までに稲わらの腐熟を進めることで、雑草害を低減し、生産を安定化させる技術です(2ページ)。
- 2つめには、比較的積雪が少なく秋期および春期に土壌が乾燥しやすい太平洋側地域を対象とした「畝立て耕耘による雑草発生の抑制」技術について解説しました。この技術は秋および春に畝立て耕耘を繰り返すことにより、より積極的に土壌の乾燥を進め雑草発生を抑制する技術です(5ページ)。
- 3つめは、雑草の除去技術として「低コスト初期導入技術としてのチェーン除草」技術について解説しました。ここで紹介した、新開発の安価で軽量のチェーン除草機は、初期費用が抑えられることから、新たに有機水稲栽培に取り組もうとする生産者向けの初期導入技術として有効です。また、日本海側地域に多い、耕盤が軟弱で乗用機械を反復使用できない圃場や不定型な圃場でも大きな威力を発揮するはず(7ページ)。
- 雑草対策の最後には、雑草の除去技術として固定タイン型の除草機と秋期畝立て耕耘などを組み合わせた「機械除草と耕種的除草の組み合わせによる除草体系」について解説しました。本体系は、コナギなどの一年生雑草とクログワイ、シズイなどの多年生雑草の両者を抑制可能な除草体系です(9ページ)。

### 病虫害対策

- 病虫害対策技術の1つめには、「病虫害被害を抑制するためのケイ酸資材の施肥法」について解説しました。この技術は、土壌のケイ酸供給力や地域性に基づいて病虫害リスクの発生予察を行った上で、ケイ酸資材の施肥によるいもち病および斑点米の減少をねらう技術です(12ページ)。
- 2つめには、「畦畔板によるイネミズゾウムシの防除法」について解説しました。この技術は、移植直後の水田に畦畔から侵入するイネミズゾウムシの越冬成虫に対して、田面に畦畔板を用いた「壁」を作ってイネミズゾウムシの被害を抑制する技術です(15ページ)。

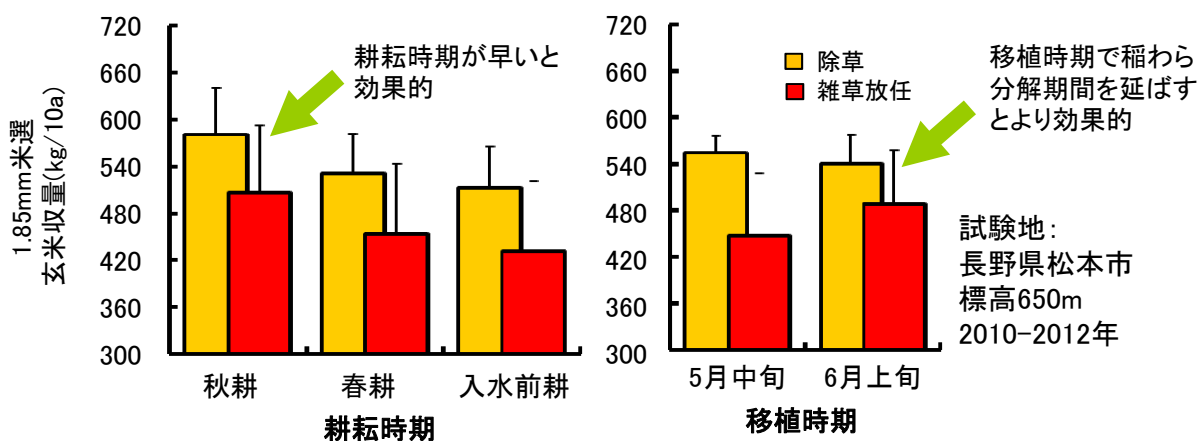
### 育苗・肥培管理

- 育苗技術として「苗箱追肥による健苗育成・苗の活着促進技術」について解説しました。この技術は、育苗期の水稲生育に応じた苗箱追肥により、初期生育の安定化を狙う技術です(17ページ)。
- 肥培管理技術として「有機栽培水稲増収のための生育診断指標と追肥技術」について解説しました。この技術は、有機水稲用に新たに設定した生育診断指標に基づく追肥により、慣行栽培並みの収量をねらう技術です(18ページ)。

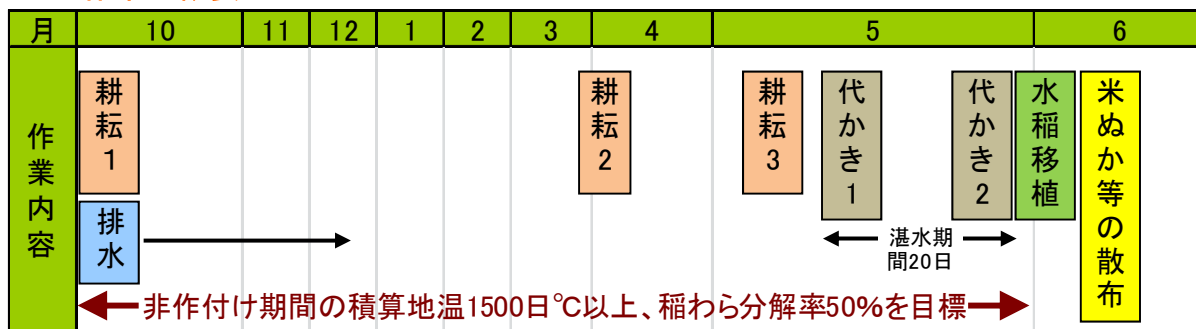
### 3) 雑草対策

## 稲わらなどの有機物を活用した 土づくりによる雑草害低減

- **技術のポイント:** 収穫後出来るだけ早期に耕耘し、冬期まで排水に努め、移植までに稲わらの腐熟を進めて移植後の稲わら分解を抑えることで、雑草害を低減し、生産を安定化させる土づくり技術です。



- **適用地域:** 秋期耕耘から移植までの積算地温1500日°C以上に該当する寒冷地(青森・岩手と高標高地を除く)
- **必要な機械装備と資材:** トラクターにロータリやプラソイラ、サブソイラなどを装着すれば効率的に作業できるが、歩行型の耕耘機でも作業可能
- **作業の概要**



- **作業内容と留意点**
  - ① 水稲収穫後のできるだけ早い時期に耕耘を行い、稲わらを土壤に混和します。
  - ② このためには、収穫前までに水田の地耐力を高めておく必要があります。
  - ③ 特に湿田では、中干しや適期落水など収穫前から耕耘後までの排水対策を行ってください。
  - ④ 耕耘後も稲わらの腐熟化を進めるため、排水に努めることが有効です。
  - ⑤ 耕耘から移植までの積算地温が1500日°Cに満たない地域では、稲わらを堆肥化して施用すること、および水稲の移植時期を遅らすなど、稲わら分解期間の不足を補う必要があります。

## 耕耘後、排水に努めます(落水条件により土の酸化力が高まります)

秋期の耕耘後の排水条件

代かき後土壌

雑草放任部分の生育

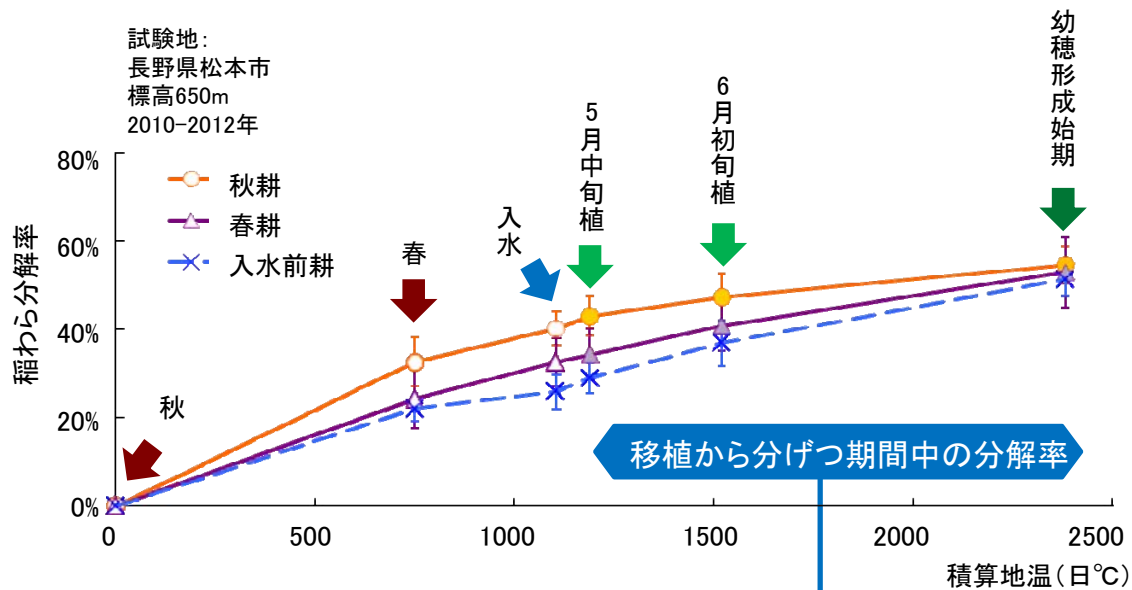
排水(畑水分)

非排水(飽和水分)

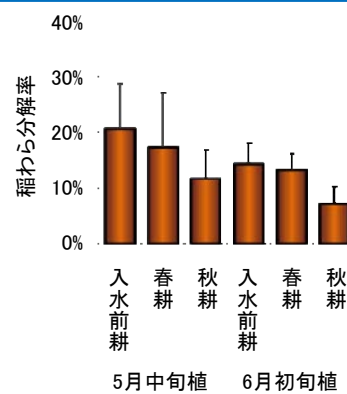
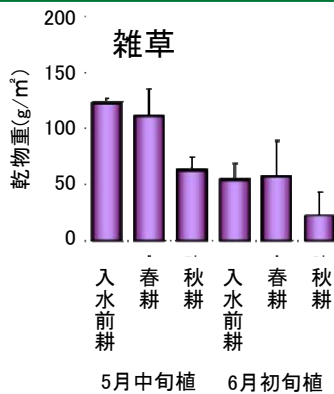
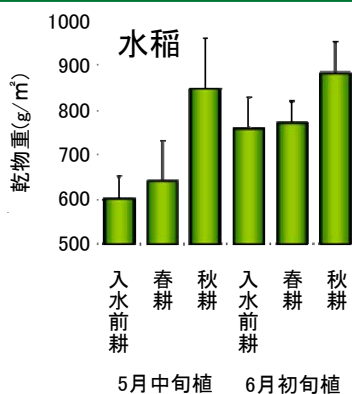


## 雑草害低減の主なメカニズム

耕耘から移植までの稲わら分解期間を十分に確保することで、移植以降の稲わら分解率は少なくなり、水稻生育が増加して雑草重が低下します。稲わら分解の目安として、耕耘から移植までの積算地温1500日°C以上を確保し、移植までの稲わら分解率40~50%を目標にします。前述の目標にかなう耕耘および移植時期を決定し実施します。

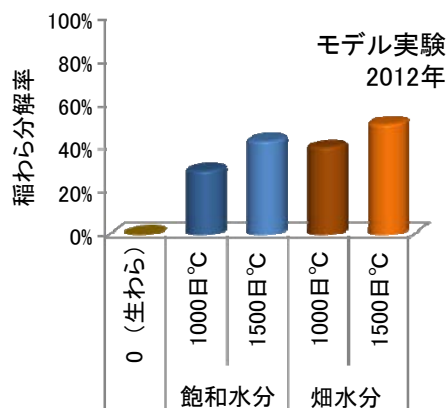


## 出穂期の水稻と雑草

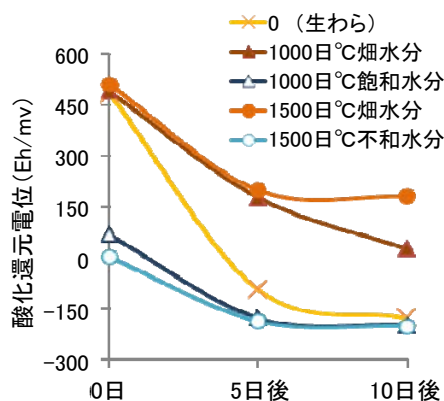


## 積算地温と土壤水分は稲わら分解や雑草発生に影響する

耕耘から移植までの非作付け期間が長いほど、稲わらの分解が進みます。積算地温1000日°Cまでは急激に分解し、1500日°Cで50%程度まで分解が進みます。ただし、土壤水分が飽和水分だと稲わらの分解が抑制されます。

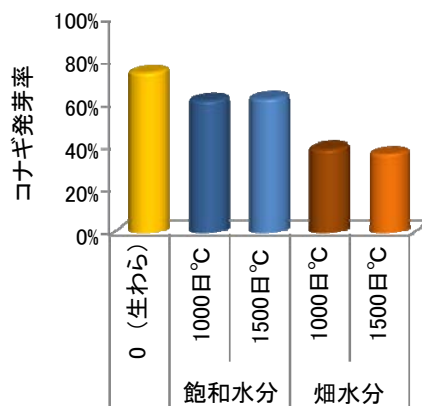


稲わらの分解期間中に飽和水分で経過すると、土壤の酸化還元電位はすみやかに低下します。一方、畑水分条件で経過すると、代かき後土壤は酸化的に推移します。未熟な稲わら(生わら)は、代かき後土壤を急激に還元化します。代かき後土壤が強い還元状態になると、水稻生育が抑制される可能性が高くなります。



未熟な稲わら(生わら)は、コナギの発芽率を高めます。そのため、コナギの発芽を抑えるために稲わらの分解を進める必要があります。

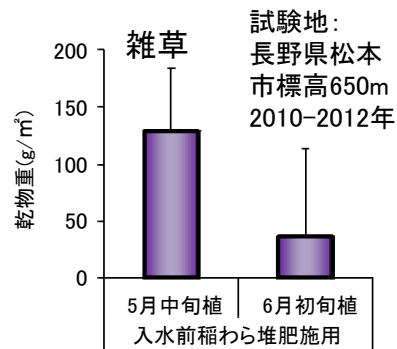
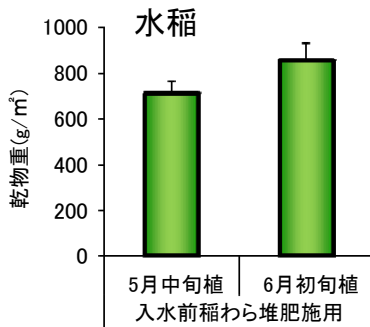
また、飽和水分で経過した土壤は、畑水分で経過した土壤より、コナギの発芽率を高める力があります。そのため、秋から積雪前までできるだけ圃場の排水に努めます。



2011年11月に採取したコナギ種子(発芽率98%)を供試。

## 稲わら分解期間が不足する場合の対応方法(稲わら堆肥の利用)

耕耘から移植までの稲わら分解期間が不足する場合、堆肥化した稲わらを移植から1ヶ月以上前に施用することで生産が安定します。ただし、堆肥すき込み直後は雑草害のリスクが高まるので、苗を大きく育てて移植時期を遅らせます。

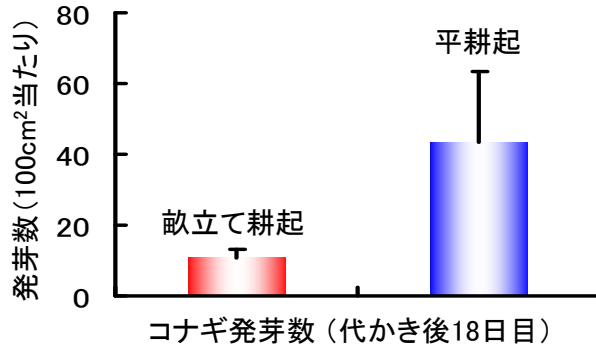


試験地:  
長野県松本市標高650m  
2010-2012年

※稲わら堆肥は5月初旬に施用

## 畝立て耕起による雑草発生の抑制

- **技術のポイント:** 冬から春にかけて、水田土壌を乾燥させ、わらの分解を進める「田起こし」を行う際に、同時に畝立て(うねたて)を行うことで、土壌の乾燥とわらの分解をより促進させるとともに、水稻栽培期間中の雑草発生数も減少させることができる耕種的な抑草技術です。



- **適用地域:** 寒冷地太平洋側などの乾田地帯
- **必要な機械装備と資材:** 20馬力程度かそれ以上のトラクターと培土板を装着したロータリーハローがあれば効率的に作業できるが歩行型の耕耘機でも作業は可能。
- **作業の概要**

月	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
作業内容	畝立て耕起1					畝立て耕起2	畝立て耕起3	畝立て耕起4	平耕起・代かき	水稻移植

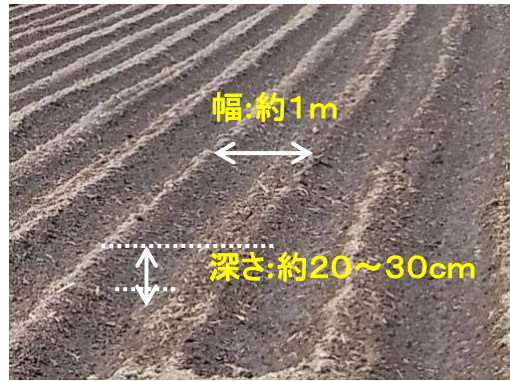
### 作業内容

- ① 収穫作業後にロータリー耕で稲わらと収穫残渣をすき込み、その後に培土板を用いてロータリー耕と同時に高さ20～30cm、幅約100cmの畝状に土を盛り上げます。
- ② 17～23馬力のトラクターの場合、PTOの回転数を1000rpm、ロータリーのギアを最遅にし、耕起深度を16～18cmとなるように耕起します。
- ③ 2回目以降は春先に土壌の表面が白くなるまでよく乾燥していることを確認し、畝の山が谷に、谷が山になるよう作業位置を調整し、上記と同様に畝状に耕起します。
- ④ 春期の耕起は3回程度行うのが理想的ですが、天候の関係などから1～2回となっても、ある程度の抑草効果が期待出来ます。耕起と次の耕起は1～2週間間隔をあけて土が乾いてから行います。
- ⑤ 代かきの直前にロータリー耕により、畝をくずし平らにします(平耕起)。



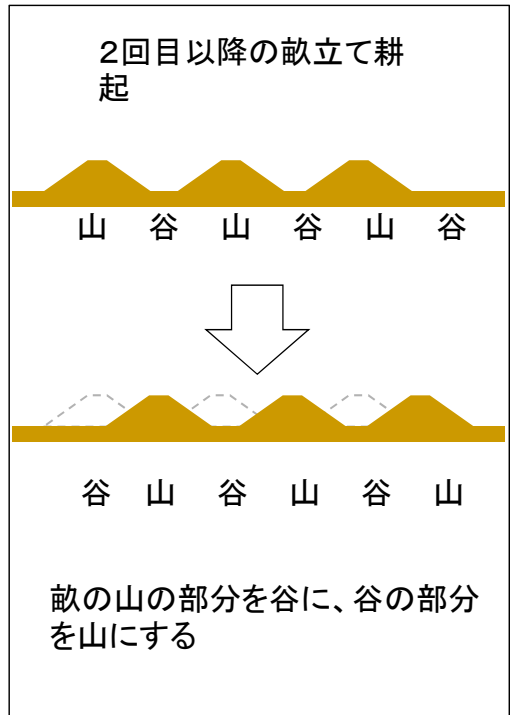
● **留意点**

- ① 畝立て耕起を数年継続すると抑草効果は向上していきますが、本技術のみで雑草を完全に抑えることはできません。2回代かきや除草機、チェーン除草など他の方法との組み合わせが必要です。
- ② 耕起は土が乾いている時に行ってください。  
 収穫後の秋耕起は、気温が低くなり土壌が乾きにくくなる前なるべく早い時期に行います。  
 乾きにくい水田では、排水対策を同時に行うと効果的です。  
 春期に積雪が残る地域や雨量が多い地域では、春先の耕起のタイミングがとりにくいいため、気象情報等に注意してください。
- ③ 土を乾燥させることがこの技術の狙いであり、畝形成が目的ではありません。培土機の形成板の長さや羽の有無によっては畝表面を固めてしまう場合があるため、形成板の幅が狭く羽根がないものが効果的です。



● **付随効果**

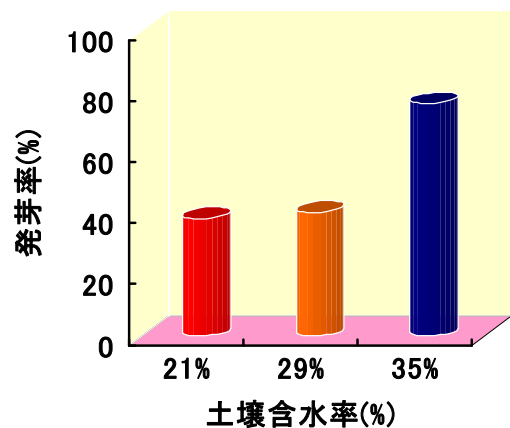
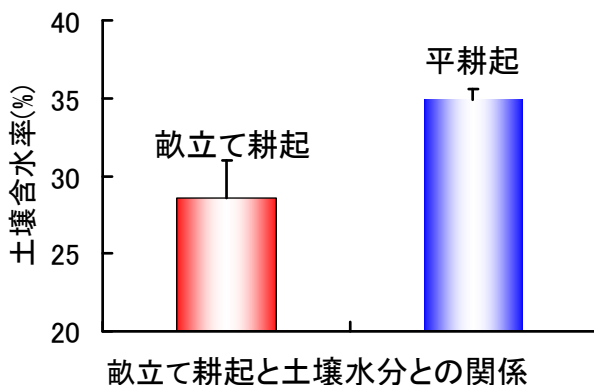
- ① 土壌が乾くと有機物の分解が進み無機態窒素に変化しやすくなるため、乾土効果によるイネの生育促進効果が期待できます。
- ② わらや稲株などの有機物の分解が促進され、湛水後の強還元化防止に繋がります。
- ③ コナギ以外のクログワイのような多年生雑草の塊茎に対しても抑制効果が期待されます(10ページ参照)。



**コナギ発生抑制の主なメカニズム**

低温時に土壌含水率が約30%以下に低下し乾燥すると、コナギの発芽速度が低下し、発芽率も抑制されます。

冬期から春期にかけて、畝立て耕起を行うことで、土壌の乾燥が促進され、地温は外気温の影響を受けやすくなり、平均地温が低下することから、コナギ発生抑制は土壌の乾燥と地温の低下が関連していると考えられています。



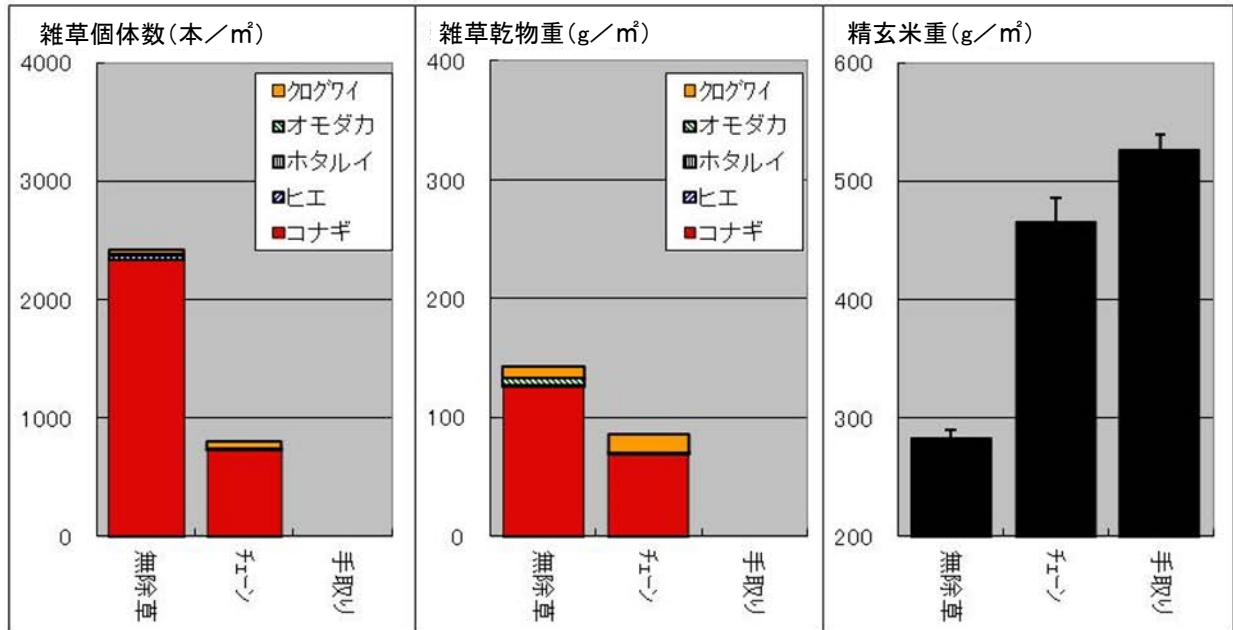
土壌含水率とコナギ発芽率との関係 (室内試験)

\* 土壌含水率 = (土壌水分の重量) / (生土の重量) × 100

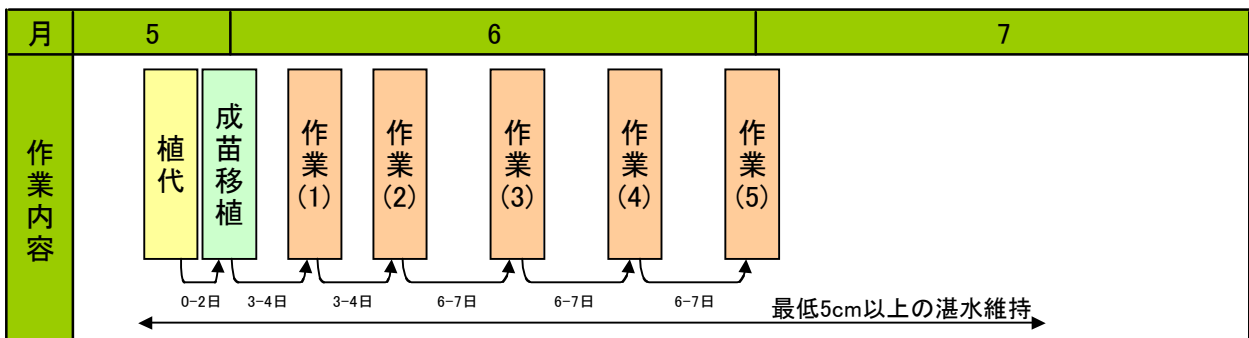


## 低コスト初期導入技術としてのチェーン除草

- **技術のポイント:** 初めて有機栽培に取り組もうとする農家や小規模栽培者(1ha以下)にとって、最も手軽に導入できる低コスト除草技術です。誰にでも簡単に作業が可能であり、手取除草などに較べればはるかに作業効率が高く、また安定した雑草低減効果を期待できます。



- **適用地域:** 全域(不定形水田や軟弱耕盤水田も可)
- **適用条件:** 成苗移植から50日程度、湛水深5cm以上を維持できる環境
- **必要な機械装備と資材:** 自作あるいは購入したチェーン除草機
- **作業の概要(東北日本海側の事例)**



## ● 作業内容

- ① 5月下旬から6月上旬に成苗（葉齢 4.5-5.5）移植し、植代から1週間以内にチェーン除草機を牽引することで、主に1葉展開程度の1年生雑草を除草できます。
- ② その後も新たに発芽してくる雑草が定着する前を目安に、5-7日間隔で最高分げつ期頃まで4-6回作業すると、幼穂伸長期の雑草が半減して水稻の減収を抑制できます。
- ③ その際、水稻の活着状況に合わせて軸棒の上に重り（単管パイプ）を載せると、チェーンの接地圧が高まり、除草効果が向上します。
- ④ 除草作業は水稻が泥に埋まらないように湛水深5-10cmで行い、田面に浮遊した幼雑草の再活着を防ぐため移植後40-50日間は湛水深を維持します。

## ● 留意点

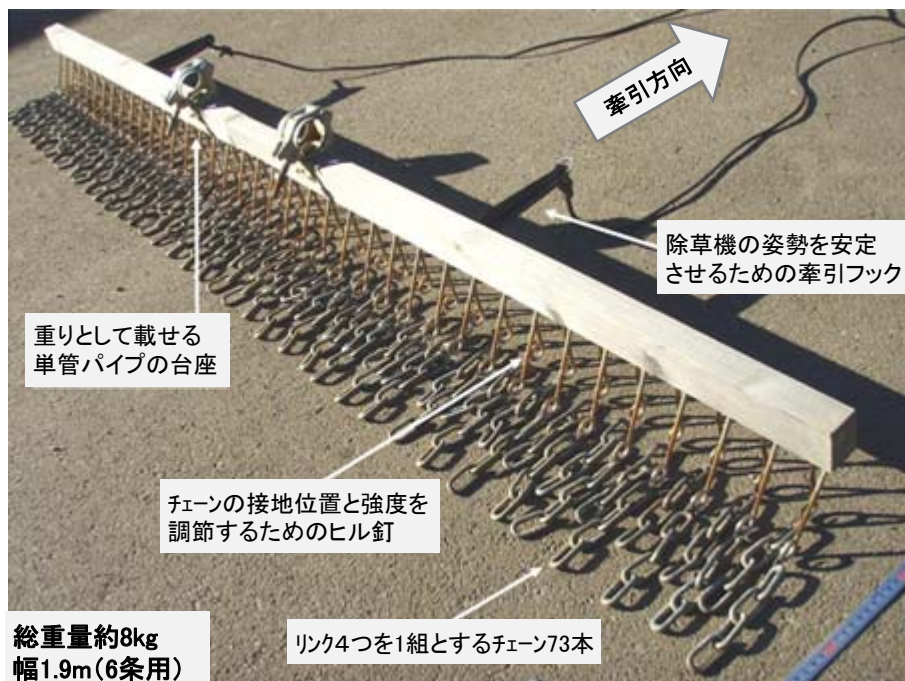
- ① チェーン除草は雑草根絶技術ではないため、水稻の生育が雑草よりも優勢になるような栽培条件を整える必要があります（2ページ参照）。また、雑草との養分競合を前提とした肥培管理が必要になります。
- ② 定着して葉齢の進んだ雑草や多年生雑草に対する除草効果は期待できません。
- ③ 土壌表面が容易に攪拌できる程度に柔らかい状態でないと除草効果は劣ります。
- ④ アオミドロなど藻類が多発しやすい水田では、除草作業を前倒して藻類が繁茂する前に除草作業を完了するなど、作業予定の調整が必要です。

## ● 技術の特徴

- ① 本チェーン除草機は、チェーンの接続にヒル釘を用いた独自機構の除草機であり、チェーン直結型除草機に比べて軽量(8kg)でありながら十分な除草性能を有しています。
- ② 小規模栽培（30a）における除草技術として当該チェーン除草機（償却7年）を導入し、作付期間中に5回の作業（3時間/10a, 1,400円/時間）を行った場合の費用見込みは、6,600円/10a程度であり、高い費用対効果を期待できます。
- ③ 植条方向に対して直交方向や斜め方向に作業してもほとんど欠株を発生させないため、不定形水田や枕地でも容易に作業できます。

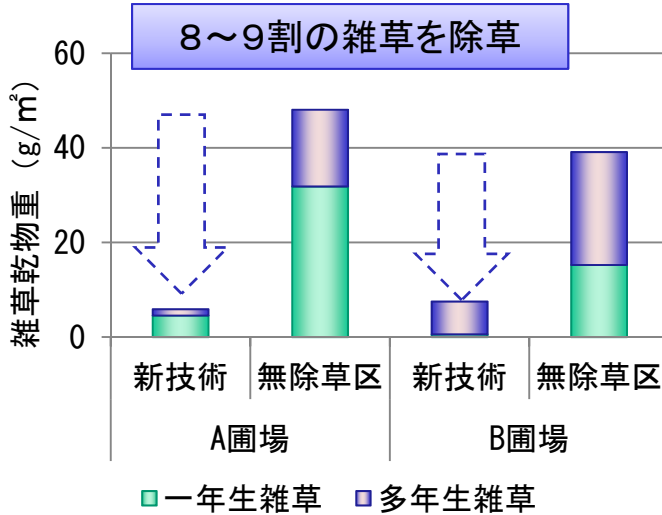
## チェーン除草機（6条）の入手方法および自作方法の手引き

- ・チェーン除草機は、（有）水品商会（〒945-0325 新潟県刈羽郡刈羽村赤田北方704-2、0257-28-2681）に製作依頼することができます（材料費込み、税抜き45,000円（H28））。
- ・また、金物屋やホームセンターで材料を入手し（2万円程度）、1日程度で自作できます。製作方法の詳細は、【<https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/Organic-Pro/>】を参照下さい。自作の場合は、作業時に土壌がヒル釘の隙間をスムーズに流れるように、土壌条件に合わせてヒル釘の取り付け角度や間隔などを調整してください。



# 機械除草と耕種的除草の組み合わせによる除草体系

- **技術のポイント:** 機械除草に複数の耕種的除草手段を組み合わせ、コナギ等の一年生雑草とクログワイ等の多年生雑草の両方を同時に除草することをねらう除草体系です。

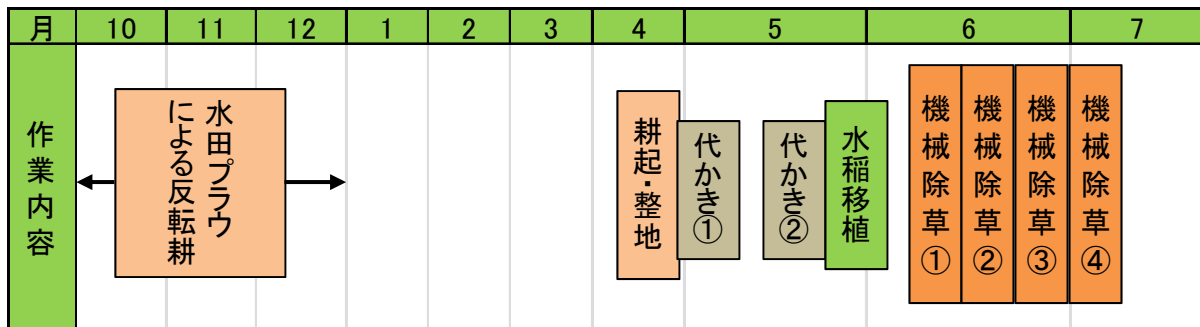


- **適用地域:** 寒冷地太平洋側などの乾田地帯

- **必要な機械装備と資材**

20馬力程度かそれ以上のトラクター、水田プラウ、ロータリーハロー、代かきハロー、枕地ならし機構付き田植機  
株間除草が可能な除草機(固定式タイン型等)

- **作業の概要**

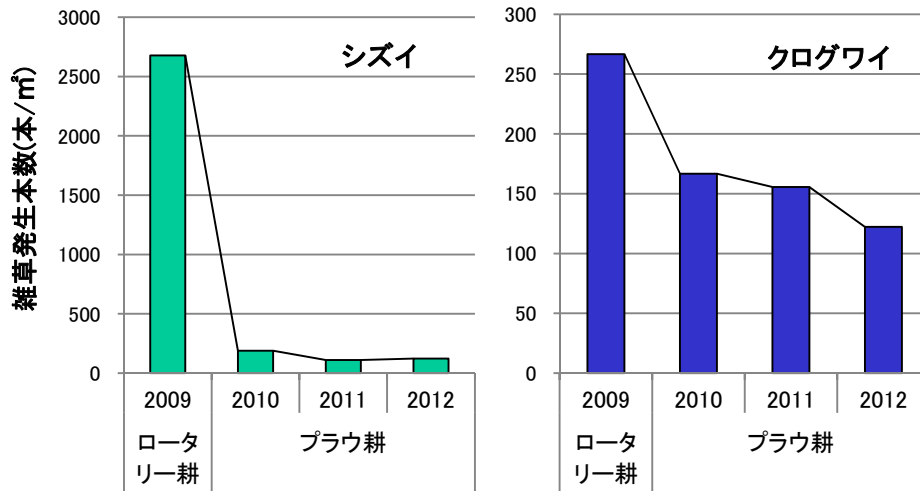


- **作業内容と留意点**

- **水田プラウによる秋期反転耕**

- ① クログワイ等の塊茎から発生する多年生雑草に対して効果が期待できます。
- ② 耕起深は15cm程度とします。
- ③ 複数年実施すると効果が高まります。





7月上旬の多年生雑草発生本数  
※無除草区での発生本数の変化を調査

● 2回代かき

- ① 「荒代かき」から「植代かき」の間を2～4週間あけて、雑草を発生させます。
- ② 発生した雑草を「植代かき」ですき込みます。
- ③ この間の水管理は、水温を上昇させるため浅水管理としますが、田面が露出しないうち注意します。
- ④ 「荒代かき」から「植代かき」の間を長くあけた方が、移植後の高い抑草効果が期待できます。

● 枕地ならし機構付き田植機

- ① 移植時に田植機の「枕地ならし機構」を圃場全面に使用して、「植代かき」から「移植」までの間に発生した雑草を除草します。



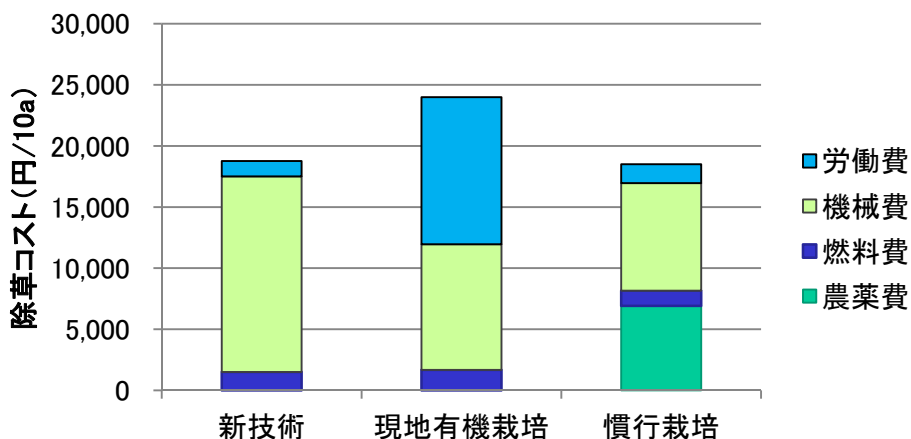
● 機械除草

- ① 株間の除草も可能な除草機を使用します。
- ② 苗が活着した移植7～10日後に1回目の機械除草を行い、その後1週間間隔で、3～4回除草を行います。
- ③ 連続欠株を防ぐため、除草機の条数は、田植機の条数に合わせます(6条用の田植機なら6連の除草機など)。



● 除草コスト

- ① 新技術体系は、歩行型除草機とロータリー秋耕起による現地有機栽培体系に比べ、機械費は増加するものの労働費が減少し、除草に係るコストは約5000円/10a低下します。



## 「クログワイ」、「シズイ」の特徴

「クログワイ」や「シズイ」は土の深い位置から発生してくる雑草のため、除草機では、除草が難しい雑草です。

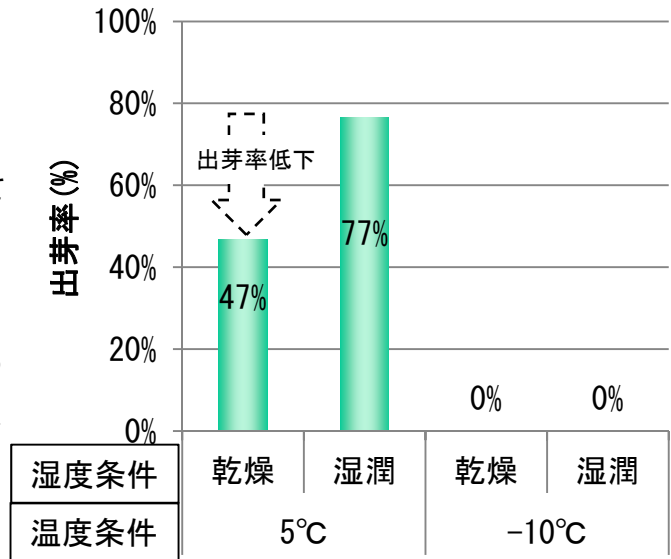
これらの塊茎は、凍結や乾燥に弱いといわれています。

右の図は、「シズイ」の塊茎を乾燥条件、湿潤条件、5℃、-10℃で保存した後の出芽率を調べたものです。

-10℃(塊茎が凍結)で保存した場合は、全ての塊茎が出芽しませんでした。

乾燥・5℃の場合は、湿潤・5℃に比べ出芽率が低下しました。

このことから、「シズイ」の塊茎は凍結・乾燥条件に弱いことが確認されました。

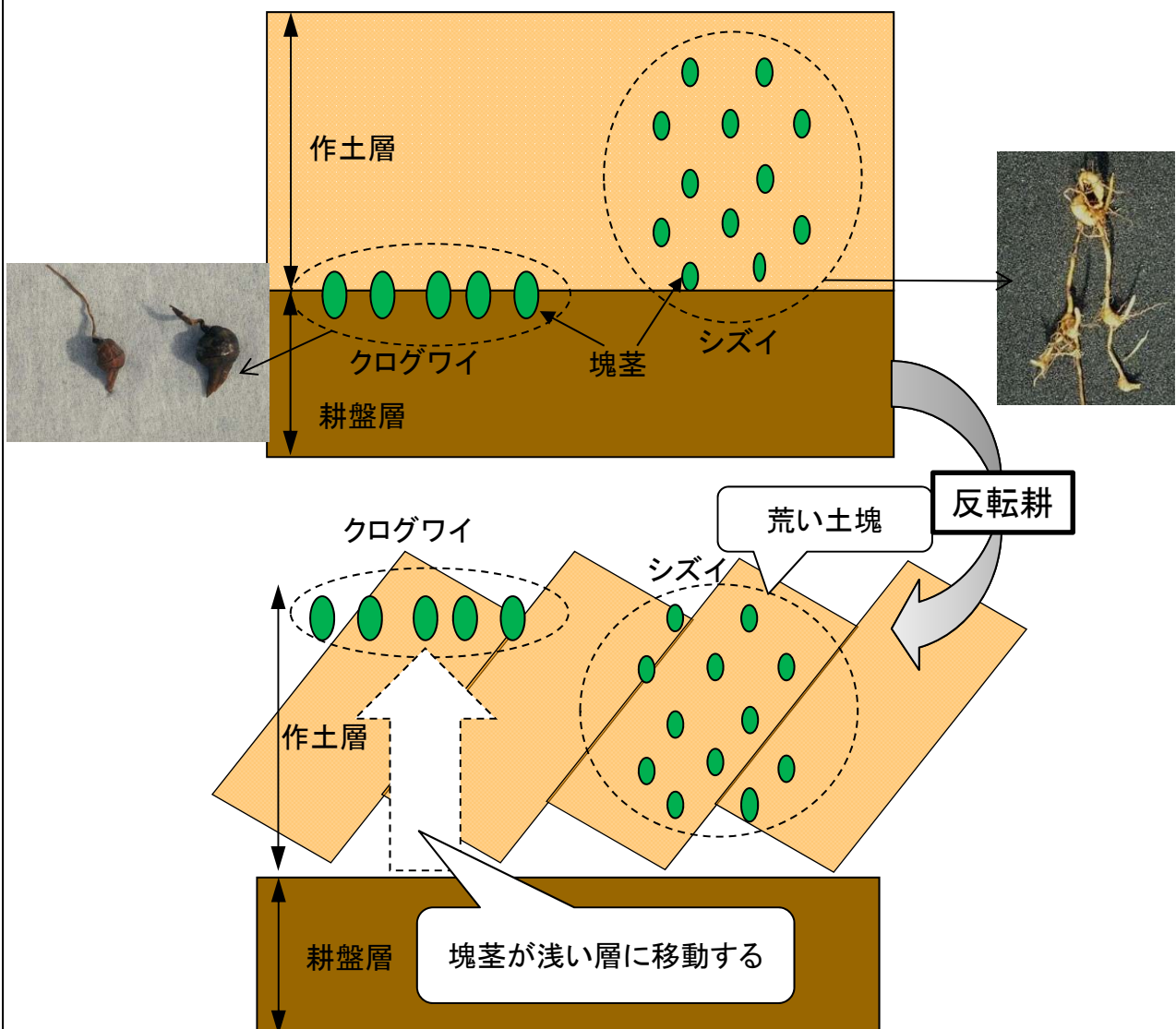


## 反転耕による多年生雑草発生抑制のメカニズム

反転耕により、塊茎が浅い位置に移動します。

反転耕後は、荒い土塊となり、土と土の間に隙間ができ、土の乾燥が進みます。また、冷たい空気が入り込み地温が低下します。

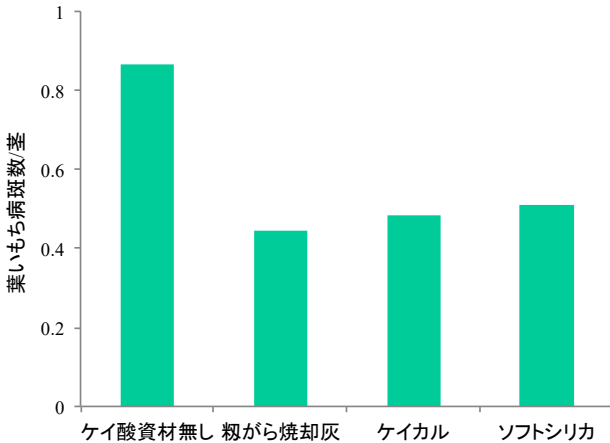
このことにより、塊茎が寒気や乾燥にさらされ死滅し、発生が抑制すると考えられます。



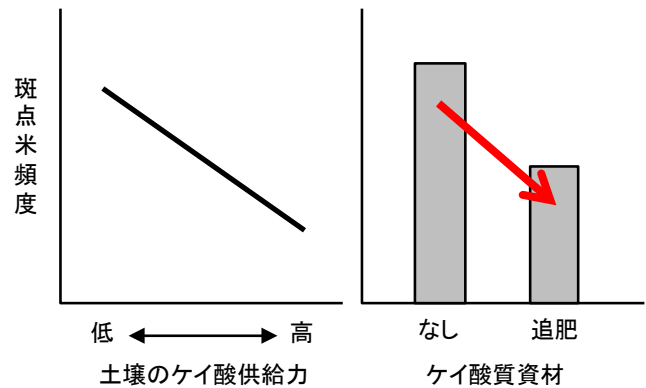
## 4) 病虫害対策

### 病虫害被害を抑制するためのケイ酸資材の施肥法

- **技術のポイント:** 土壌のケイ酸供給力や地域性に基づいてリスクの発生予察を行った上で、ケイ酸資材の施肥によるいもち病および斑点米の減少を狙った技術です。

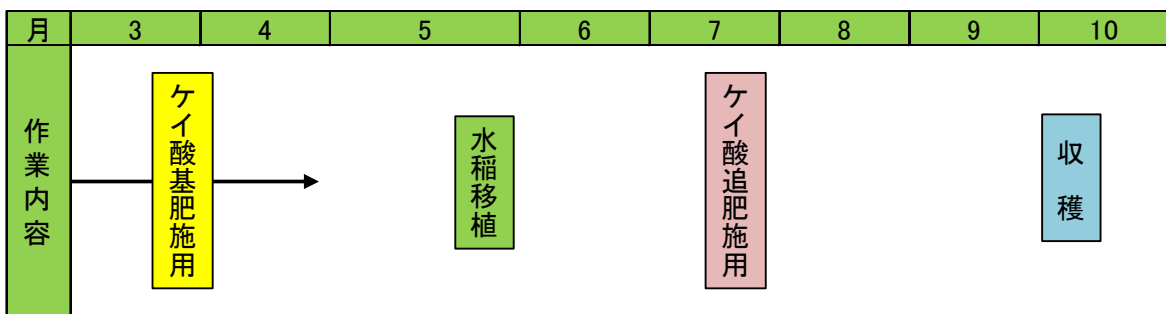


ケイ酸資材投入と葉いもち病斑数の関係  
 投入量はそれぞれ、籾がら焼却灰15g/pot、ケイカル9g/pot、ソフトシリカ11.3g/pot。



斑点米被害を軽減するためのケイ酸質資材の活用  
 左: 土壌のケイ酸供給力と斑点米頻度との関係  
 右: ケイ酸供給力の低い土壌へのケイ酸質資材追肥の効果

- **適用地域:** 寒冷地のいもち病および斑点米カメムシ発生地帯のうちケイ酸供給量が低い圃場
- **必要な機械装備と資材:** 背負い式動力散布機またはブロードキャスタ、ケイカル(鉱さいケイ酸質肥料)、籾殻低温焼却灰などのJAS有機対応ケイ酸資材
- **作業の概要**



#### 作業内容と留意点

- ① 基肥施用する場合は、ケイカルで120～200kg/10aを、早春または前年秋～冬にブロードキャスタまたは背負い式動力散布機を用いて散布します。
- ② 単年度での施用では効果ははっきりしない事がありますが、連年施用すると効果的です。



ブロードキャスタによるケイ酸資材の散布

- ① 基肥施用では、一般的に施用量が多く必要ですが、追肥に用いると少量で水稻のケイ酸含量を高めることができます。
- ② 追肥施用する場合は、幼穂形成期1週間後にケイカルで40kg/10aの施用が有効です。
- ③ 各地域の普及指導機関が圃場のケイ酸供給力を評価し、必要なケイ酸資材量の基準を定めています。これらの情報を基に、ケイ酸供給量の低い地域の圃場では、ケイ酸資材を用いた土作りが効果的です。
- ④ 本技術は斑点米カメムシおよびいもち病による被害を抑制できますが、単独で完全防除できる技術ではありません。気象条件によっては十分な効果が得られないこともあります。被害が常発する地域では作付けする品種の選定にも注意が必要です。特にいもち病の発生リスクの高い地域(付録地図参照)ではいもち病に強い品種を選定することも重要です。

### いもち病発生抑制の主なメカニズム

根から吸収されたケイ酸は葉身、籾殻などに蓄積します。ケイ酸が沈積した細胞はケイ化細胞と呼ばれ、表皮に沈積したケイ素は表皮を物理的に強化していもち病菌の菌糸の侵入を阻止します。また、ケイ酸資材の施用により葉身が直立姿勢となるため、葉面が結露しにくくなり、いもち病菌の胞子が付着をしにくくなります。近年、ケイ酸が、いもち病菌に対するイネの抵抗力を高める働きがあることも明らかとなっています。アルカリ性のケイ酸資材の施用により土壌中の有機窒素が無機化してイネ体の窒素含量が高まり、いもち病の発生が多くなることもあるので注意が必要です。

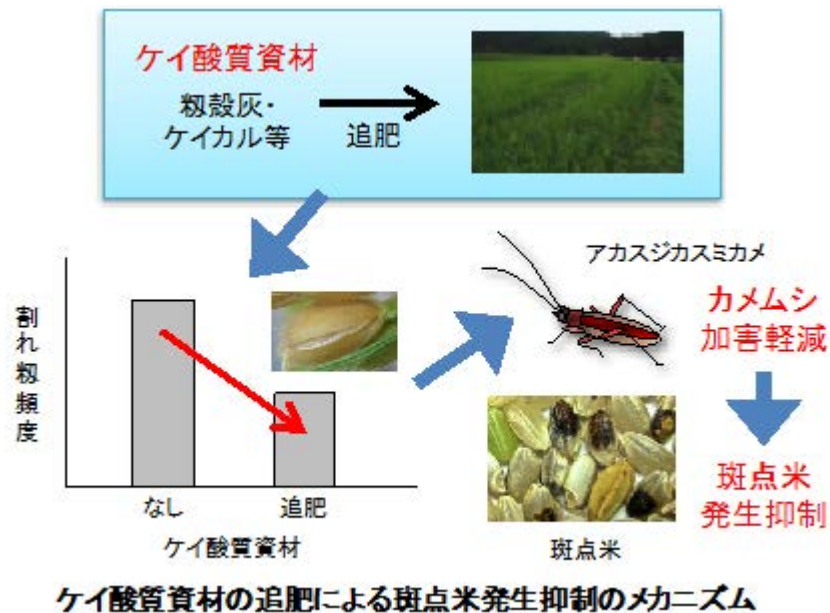


葉いもち病斑

## 斑点米発生抑制の主なメカニズム

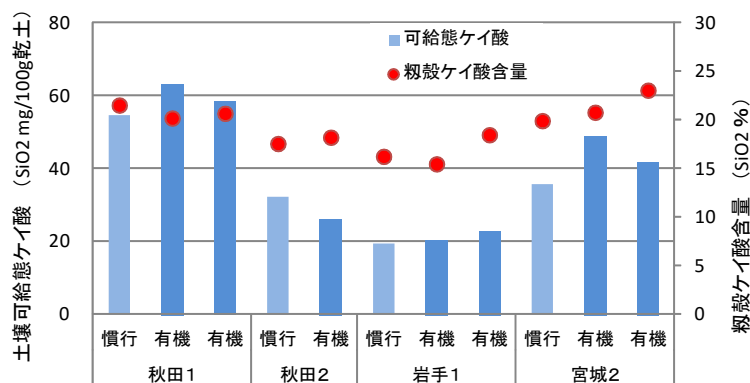
土壌のケイ酸供給力(可給態ケイ酸含量)が低い水田では籾殻中のケイ酸含量が低くなり、割れ籾(玄米の一部が外部に露出している籾)ができやすくなります。東北地域等の寒冷地に多いアカスジカスミカメなどのカスミカメシ類は、割れ籾の隙間から玄米を吸汁加害して斑点米(落等につながる側部斑点米)を発生させます。

その対策として、出穂前3週間前後にケイ酸質資材を追肥することで、籾殻のケイ酸濃度を高め、割れ籾ひいては斑点米の発生を抑制することが可能となります。なお、割れ籾の発生には、栽培品種、出穂期、気象条件(幼穂形成期から出穂期における日照不足や低温)等も影響するので注意が必要です。



## 有機栽培圃場における土壌のケイ酸供給力とケイ酸資材

土壌のケイ酸供給力(可給態ケイ酸含量)は地域差が大きく、ケイ酸資材の使用履歴によっても変動します。有機栽培の実施の有無による変化はありません。また、ケイ酸は用水からも供給され、ケイ酸吸収に寄与します。JAS有機には、土壌改良材のケイカル、熔リンが利用できます(認証団体への銘柄確認が必要です)。籾殻を400~600℃の低温条件で焼却した籾殻灰は、ケイ酸肥効が高く、ケイ酸資材として期待できます。



東北各地の有機栽培土壌の可給態ケイ酸および籾殻ケイ酸含量

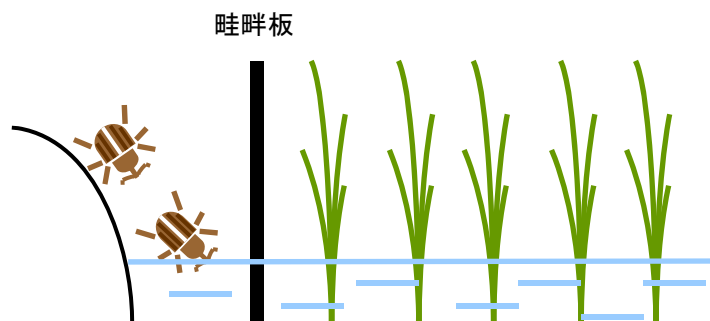


籾殻低温焼却灰  
(高田エンジニアリング提供)



## 畦畔板によるイネミズゾウムシの防除法

- **技術のポイント:** イネミズゾウムシの越冬後の成虫は、おもに移植直後の水田に畦畔から歩いて侵入します。そこで、成虫が侵入する前に田面に畦畔板を用いた「壁」を作って成虫の侵入からイネを守る技術です。



- **適用地域:** 全域
- **必要な機械装備と資材**  
【資材】
  - ・畦畔板・・・田面全体をすき間なく囲める長さが必要です。幅は30～35cmのものがよいでしょう。
  - ・支柱・・・設置した畦畔板が倒れないよう、固定するための支柱が必要です。篠竹などを利用するのがよいでしょう。【人員】  
2人以上で作業します。

- **作業時期:** 移植直後、ただし、専用機械を用いて設置する場合は移植前（次ページコラム参照）
- **作業内容**
  - ① 左上の写真のように、2人組になって1条目と畦畔の間に設置します。ほ場を1周、すき間のないように設置します。
  - ② 水面からの高さは、少なくとも10cm程度は出るようにします。
  - ③ 設置したら、畦畔板が倒れないように一定間隔で篠竹などの支柱を田面に刺して固定します。



- **留意点**
  - ① イネミズゾウムシの成虫が侵入する前に、苗を移植したら速やかに畦畔板を設置してください。
  - ② 設置作業を始める前に、あらかじめ必要な分の畦畔板を一定の間隔で畦畔に置いておくと効率的です。
  - ③ 水口と水尻部分は、必要な時に一部分だけ波板を開けられるようにしておきます（右下の写真参照）。

## 専用機械を用いた畦畔板の設置

ここでは、田植機に装着して畦畔板の設置ができる、専用機械を紹介します。手作業で畦畔板を設置する方法に比べて、設置にかかる時間と労力を削減できます。



〔商品名〕畦畔シート埋設機FS

((株)コンマ製作所※製)

※[http://www.konma.co.jp/keihan\\_ys.html](http://www.konma.co.jp/keihan_ys.html)

〔使用方法〕乗用田植機の側面に装着し、ロール状の畦畔板を装着してほ場内を走行すると自動的に設置されます。

〔留意点〕



作業にあたっては田植機のオペレーターのほか、畦畔板の装着等に補助員が1人いた方が効率的です。

この機械を利用する場合、前ページの手順とは異なり、先に畦畔板を設置してから苗を移植した方がよいでしょう。

〔作業時間・コスト〕100m×30mの30aほ場に設置した場合の試算結果は下の表のとおりです。

### 畦畔板設置に要する時間

作業内容	専用機械による所要時間	手作業による所要時間
作業開始前の準備	約7分	—
波板設置作業	約17分	—
機械による設置後の後処理	約9分	—
<b>合計</b>	<b>約33分</b>	<b>約60分</b>

注：専用機械による所要時間は、以下の条件でほ場に設置した場合の時間とした。

### 畦畔板設置に要する費用

項目	専用機械による設置(円)	手作業による設置(円)
労 賃	891	1,620
資 材 費	18,200	18,200
燃 料 代	149	0
専用機械の減価償却費	857	0
<b>合 計</b>	<b>20,097</b>	<b>19,820</b>

注：専用機械による所要時間は、以下の条件で設置した場合の費用とした。

- ・作業員2人で設置する。
- ・1台の機械で設置する面積は年間360a。
- ・労賃の単価は832円/時間。
- ・田植機本体の減価償却費は含まない。

## 5) 育苗・肥培管理

### 苗箱追肥による健苗育成・苗の活着促進技術

- **技術のポイント:** 水稲移植後の活着促進のため、生育状況に合わせて移植1週間前および移植時の苗箱追肥により、初期生育の安定化を狙った技術です。

現地有機水稲圃場における移植時苗箱追肥の効果 (2014年)

試験区	草丈		成熟期		茎数		葉色	精玄米重			
	7月9日	7月9日	稈長	穂長	7月9日	穂数	7月9日	(1.9mm<)	千粒重	糲総数	登熟歩合
			(cm)		(本/㎡)		(SPAD502)	(kg/10a)	(g)	(千粒/㎡)	(%)
移植時苗追肥	52.8	85.7	19.9	305	319	43.0	548	22.6	27.5	88.8	
対照	52.3	81.7	20.8	321	303	42.6	524	22.7	26.3	87.5	

移植前の苗生育が停滞していた苗について、バイオノ有機S粉末を田植え時に5gN/箱相当を撒布し移植した。移植後の生育に優れ、無施用の対照に比べて穂数、収量が増加する。

- **適用地域:** 寒冷地全域
- **必要な機械装備と資材:** 家庭用ミルなどの粉碎器があれば効率的に有機肥料の粉碎作業できるが手作業でも可能。バイオノ有機などの有機肥料を利用。
- **作業の概要**

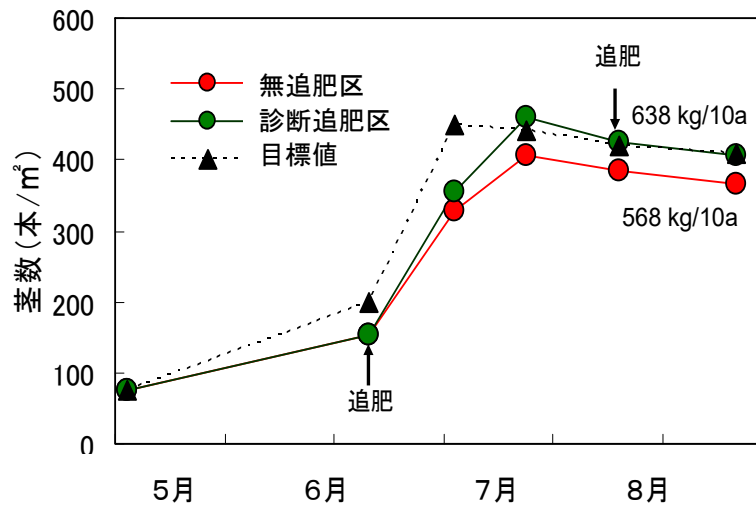
月	4	5	6
作業内容	水稲播種	箱追肥	水稲移植 箱追肥



- **作業内容と留意点**
  - ① 本田移植直前に粉碎した有機肥料(箱あたり窒素5g相当)を、イネの上から育苗箱に直接振りかけ、そのまま田植機に乗せて移植します。
  - ② 肥料の粉碎は手作業でも可能ですが、家庭用のミルを使うと短時間で簡単に行えます。
  - ③ 自家製培土を用いた場合など、窒素不足で育苗中に葉色があせた場合は、移植1週間前頃に窒素1~1.5g/箱を目安に追肥しておきます。

# 有機栽培水稻増収のための生育診断指標と追肥技術

- **技術のポイント:** 有機水稻の生育時期別診断指標に基づき、追肥によりイネの生育量や葉色を適正に保つことにより、目標収量を確保することを狙った技術です。



- **適用地域:** 品種「あきたこまち」を栽培する寒冷地
- **必要な機械装備と資材:** バイオノ有機(窒素含有率7.2%)、まんてん有機(同10%)など追肥可能な有機質肥料
- **作業の概要**

月	5	6	7	8	9	10
作業内容	水稻移植	診断・追肥	診断・追肥	診断・追肥	出穂	収穫
		有効茎決定期	幼穂形成期	減数分裂期		

- **作業内容と留意点**
  - ① 有効茎決定期、幼穂形成期、減数分裂期の3回に生育診断を行い、理想生育量(次ページコラム参照)に基づいて追肥の要否を判断します。
  - ② 有機肥料由来窒素の追肥利用率は化学肥料約50%に対して約30%とします。
  - ③ 追肥窒素の施肥量は窒素換算で3kg/10a(バイオノ有機なら40kg/10a、まんてん有機なら30kg/10a)程度とします。
  - ④ 有機栽培と慣行栽培の生育パターンは異なることを良く理解して、生育診断基準に基づき、適正な施肥を行うことができれば、慣行と同等の収量あるいは増収が可能になります。

## 有機栽培水稻の生育の特徴

同じ収量レベルの水稻を比較すると、有機栽培の茎数は慣行栽培に比べて少なく推移しますが、有効茎歩合が高いため穂数はほぼ同等になります(図1)。また、有機栽培の葉色は、6月中旬は淡く、7月中旬の幼穂形成期から出穂期にかけて濃くなるのが特徴です(図2)。これは、供試した有機質肥料由来窒素の溶出が6月下旬までは少ないのですが、7月以降でも継続して溶出することが原因と考えられます。

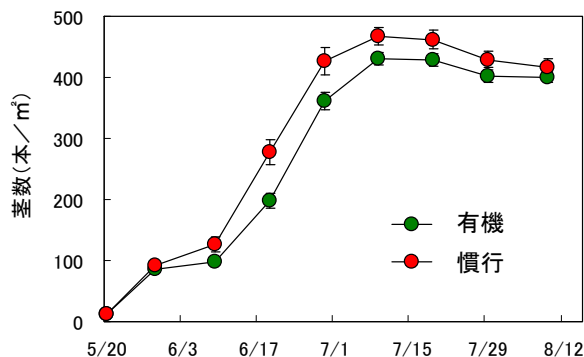


図1 茎数の推移(品種:あきたこまち)

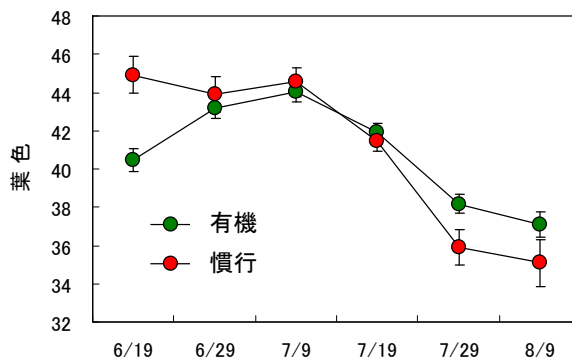


図2 葉色の推移(品種:あきたこまち)

## 有機栽培水稻の生育診断

有機栽培では、慣行栽培の水稻と生育パターンが異なります。例えば、6月下旬の茎数と穂数の関係を見ると、有機栽培は慣行栽培に比べて少ない茎数で同等の穂数を確保できます(図3)。また、有機栽培で収量550~600 kg/10aを確保するために必要な総窒素吸収量は、慣行栽培に比べて2g/m²程度多く必要になります(図4)。

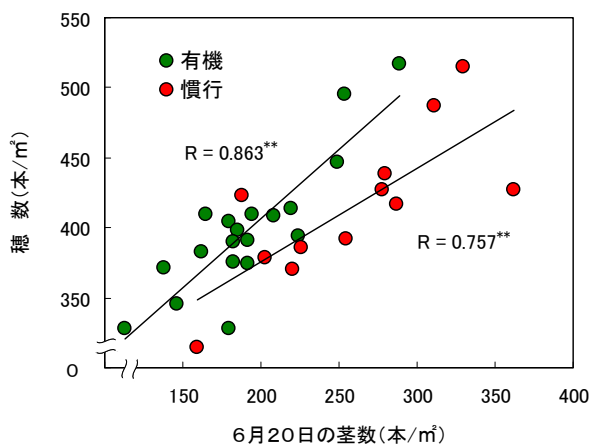


図3 6月中旬の茎数と穂数の関係  
(品種:あきたこまち)

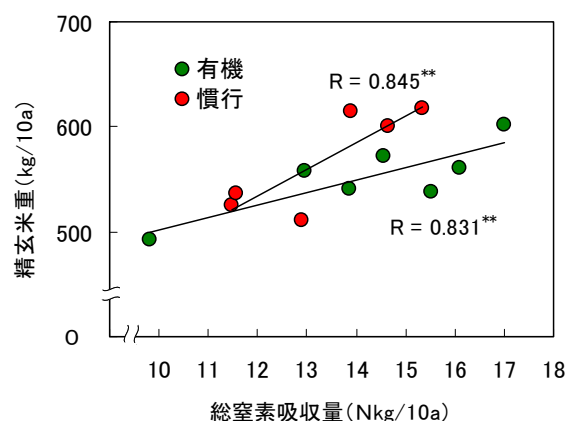


図4 総窒素吸収量と収量の関係  
(品種:あきたこまち)

表1は、寒冷地で品種「あきたこまち」を栽培することを前提として作成した有機栽培水稻の生育時期別理想生育量です。この理想生育量を指針にして、追肥によりイネの生育量や葉色を適正に保つことにより、有機栽培による増収が期待できます。

表1 生育時期別の理想生育量(あきたこまち:目標収量 570~600kg/10a)

項目	時期	分けつ	有効茎	最高	幼穂	減数	出穂期
		始期	決定期	分けつ期	形成期	分裂期	
		6月上旬	6月下旬	7月上旬	7月中旬	7月下旬	8月上旬
草丈(cm)	有機		30	50	65	75	85
	慣行	30	35	60	70	80	90
茎数(本/m²)	有機	90	200	450	430	420	410
	慣行	130	280	460	450	430	420
葉緑素計値	有機	—	40	44	43	38	36
	慣行	—	45	45	42	35	36

## 6) 現地事例とその経済性評価

- 以上で解説した開発技術のいくつかを実際に水稻有機栽培経営に導入し、収量調査などを通じて技術の有効性を検証しました。以下に寒冷地太平洋側乾田地帯の事例として岩手県一関市内のY経営での実証試験を、また日本海側湿田地帯の事例として秋田県大潟村のAF経営での実証試験を紹介します。

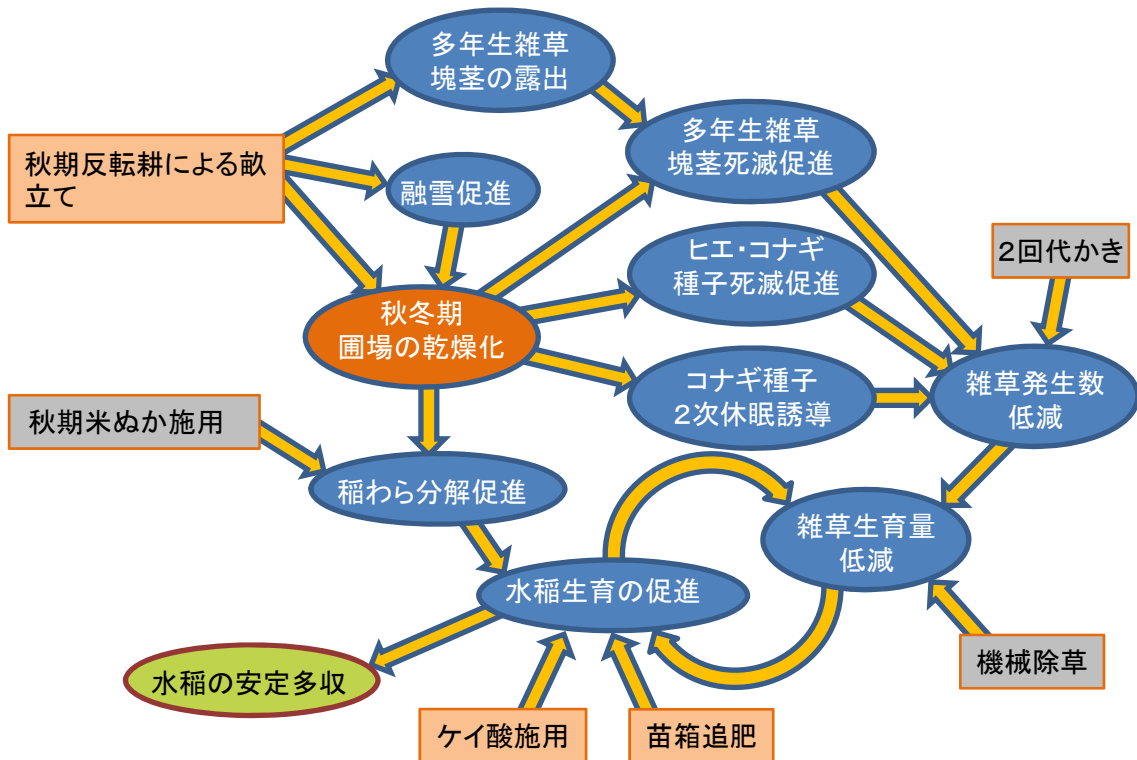
### 太平洋側乾田地帯における現地実証

- Y経営では、所有地、借入地合わせて約8haの水稻を栽培しており、その内約3haが有機栽培です。他に水稻作に関わる育苗、移植、収穫、調製など、のべ約150haの作業受託と育苗ハウスを活用した園芸作物栽培を4名の専従者と季節雇用によりまかっています。

10a当たり水稻生産費

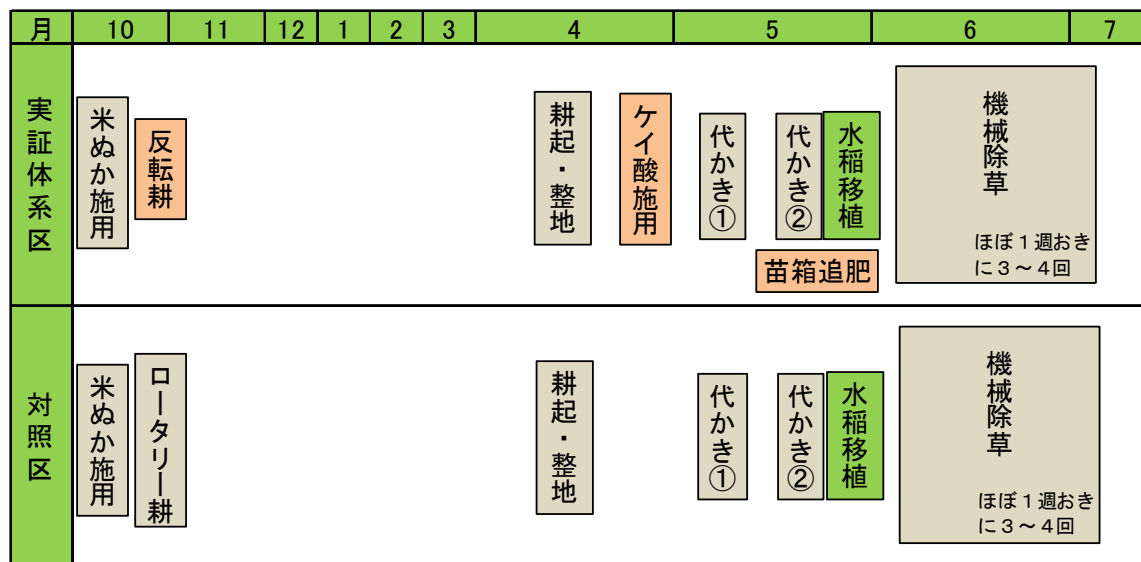
費目	Y経営 (有機栽培)	東北稲作平均 (3-5ha規模)
種苗費	6,758	2,069
肥料費	7,333	10,581
農薬衛生費	0	7,665
緒材料費	22,103	1,713
動力光熱費	836	3,855
雇用労賃	4,926	938
減価償却	15,327	19,059
その他	61,224	70,096
計	118,507	115,974

- Y経営における2009年から2011年の3力年平均の有機栽培水稻生産費は、10aあたりで見ると118,507円となっており、これは3~5ha規模の東北稲作平均生産費の102%にあたります。慣行栽培(非有機栽培)と比較しても著しく高いレベルではありませんでした。
- そこで現地実証では、収量の向上を狙い以下のような技術を組み合わせた実証体系を導入しました。



導入実証体系を構成する技術とそのねらい: グレー塗りの技術はY経営において実施されていた技術、オレンジ塗りの技術は実証試験で新たに導入した技術

- 本実証体系の特徴は、秋冬期の圃場の乾燥化を狙った秋期反転畦立て耕にあります。これと2度代かきを組み合わせることにより、一年生雑草と多年生雑草の発生量の抑制を図ります。同時に秋耕と秋期の米ぬか施用による稲わらの分解促進、加えて苗箱追肥とケイ酸資材の施用による水稻の生育促進を狙います。健全な水稻生育と機械除草(固定タイン式乗用除草機)を組み合わせることで雑草の生育を抑制し、最終的には水稻自身が雑草を抑制することをめざしています。実証体系の大まかな作業暦は以下の通りです。



- 現地実証(2012年)の結果、精玄米重で目標値420kg/10aを上回る477kg/10aの坪刈り収量を得ました。また食味値についても、対照区に比べると1ポイント劣ったものの75.0ポイントという高い値を達成しました。
- コスト面では、対照区に対し実証体系区において追加で要した経費は、反転耕に要した経費3,251円/10a(機械費)およびケイ酸資材施用に要した経費6,024円/10aでした。これをY経営の有機栽培水稻生産費118,507円/10aに加えた128,052円/10aが、実証体系区の10a当たり生産費になります。
- 実証体系区の収量から精玄米60kg当たり生産費を求めると16,104円となります。これは東北地方の平均60kg当たり生産費12,924円に対して25%増におさまる金額です。

	精粳重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a)	千粒重 (g)	食味値
実証体系区	518	477	22.5	75.0
対照区	341	292	22.0	76.0

## 日本海側湿田地帯における現地実証

- AF経営では、経営耕地面積14.7haのうち有機栽培米3.5ha、特別栽培米11.2haを作付けし、主に家族3名と繁忙期の季節雇用によりまかっています。
- AF経営に、有機水稻栽培の最大の障害である雑草問題に対処するためのチェーン除草と、安定多収を実現するための生育診断および追肥を導入した技術体系を導入し、その効果を実証しました。
- 本実証体系の特徴は、代かき後1週間以内から3日おきに5～6回チェーン除草を行うことと、6月下旬の有効茎決定期から7月下旬の減数分裂期にかけて生育診断を実施し、それに基づき追肥を行なうことです。実証体系の大まかな作業暦は以下の通りです。

月	5	6	7
実証体系区	代かき 水稻移植	チェーン除草	栄養診断① 栄養診断② 栄養診断③ 栄養診断④ 必要に応じて追肥
対照区	代かき 水稻移植	機械除草	手取り除草

- 代かきから1～2日後に田植えを行い、活着後速やかにチェーン除草を行います。この1回目のチェーン除草は代かきから1週間以内に行います。以降は3日おきに4～5回チェーン除草を行います。チェーン除草は他の機械除草よりも早い時期から除草作業ができるので、高い除草効果があります。



AF経営が中古田植機を加工して自作した乗用チェーン除草機



チェーン除草導入



チェーン除草未導入  
(他の機械除草は実施)



- 6月下旬の最高分けつ期から草丈、茎数、葉色値(SPAD)をはかり、その数値と下表の理想生育量を比べます。理想生育量に満たない項目があれば、窒素換算で3kg/10a程度の有機肥料を追肥します。

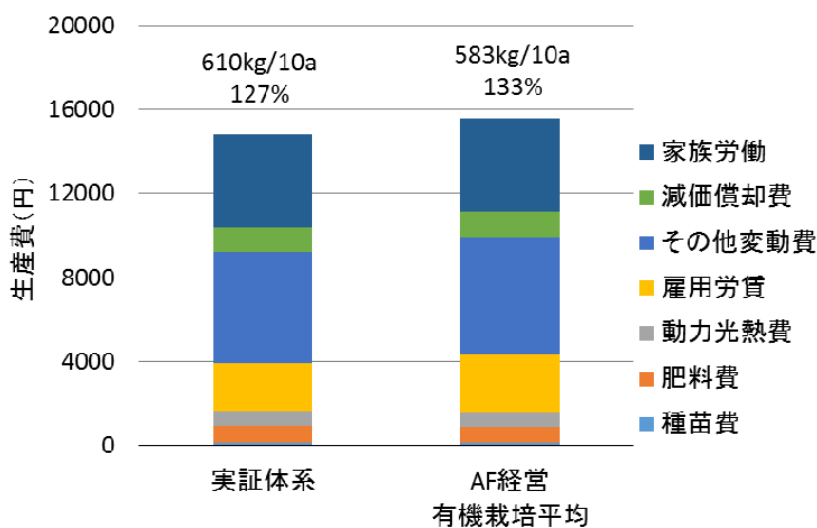
	有効茎 決定期 6月下旬	最高 分けつ期 7月上旬	幼穂 形成期 7月中旬	減数 分裂期 7月下旬
草丈(cm)	30	50	65	75
茎数(本/m <sup>2</sup> )	200	450	430	420
SPAD値	40	44	43	38

秋田県で「あきたこまち」を有機栽培する場合の理想生育量です。

- 本実証体系の導入により、2012～2015年の4年間平均で、坪刈収量610kg/10aが得られることを実証しました。

	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	総籾数 (x1000/m <sup>2</sup> )	登熟 歩合(%)	千粒重 (g)	坪刈収量 (kg/10a)
実証体系	417	32.6	83.9	22.6	610
AF経営 有機栽培平均	398	30.9	85.0	22.7	583

- この坪刈収量での60kg当たりの生産費は、有機栽培でありながら、東北地域の作付け規模5ha以上層の慣行栽培と比べて3割増以内に収まりました。



### AF経営における導入技術体系の精玄米60kg当たりの生産費

棒上の数字は、坪刈収量(上)と東北地域の作付規模5ha以上層の慣行栽培に対する割合(下)。

## ● 参考文献

長谷川浩.「南東北の有機栽培農家水田における複数回代掻きが田植え前の雑草の出芽, 残草および雑草シードバンクに及ぼす影響」有機農業研究 2:40-49. 2010

小林隆・兼松誠司・関矢博幸.「有機栽培に使用できるケイ酸資材のイネいもち病防除効果」北日本病害虫研究会報63:22-26 2012

松木伸浩・三田村敏正.「物理的障壁によるイネミズゾウムシ越冬後成虫の水田内侵入抑制効果」北日本病害虫研究会報61:95~98. 2010

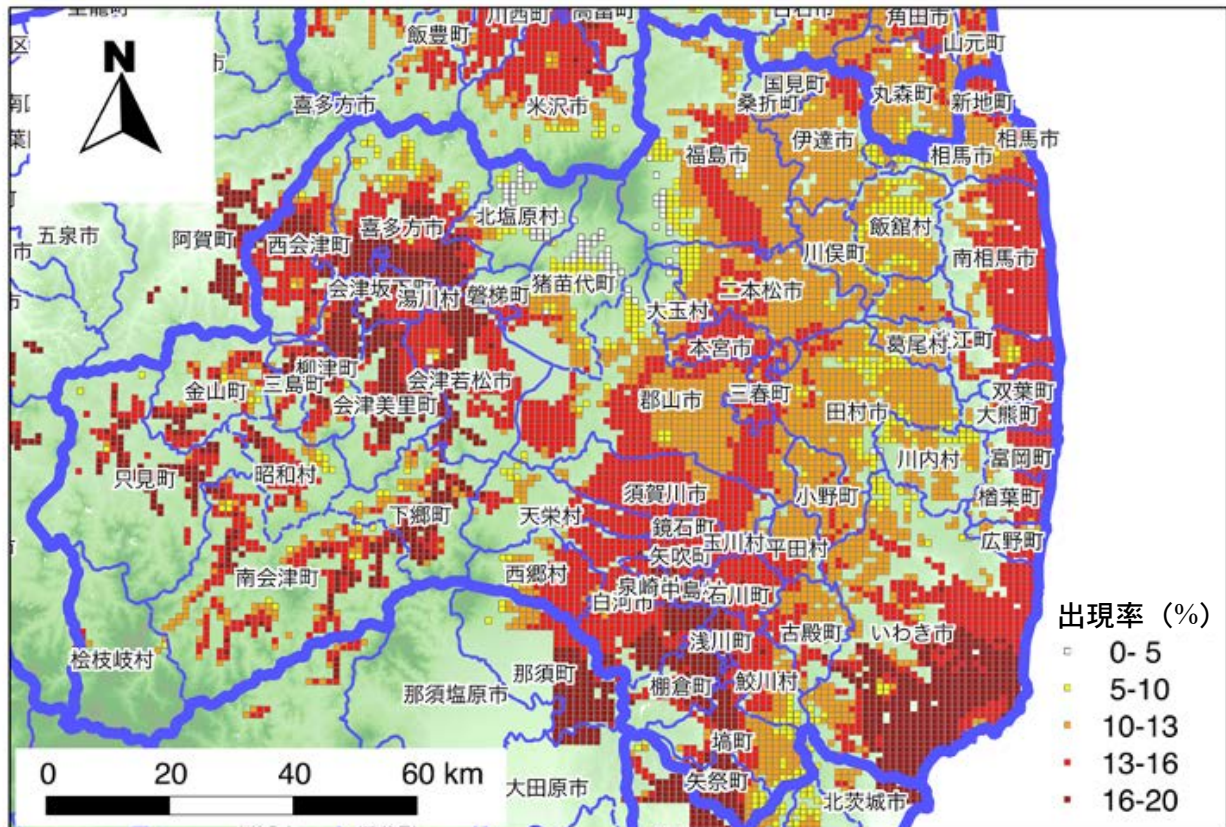
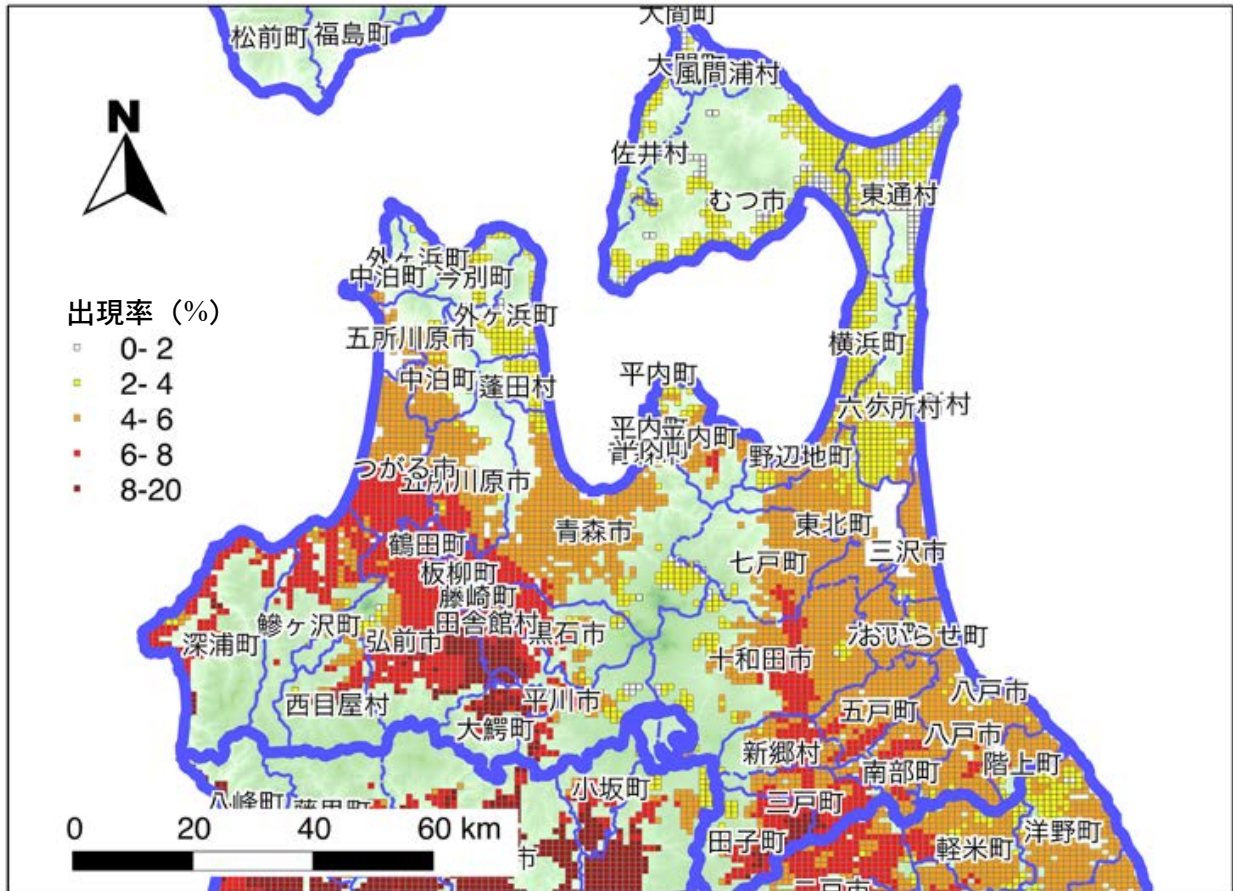
渡邊朋也・樋口博也.「斑点米カメムシ類の近年の発生と課題」植物防疫 60:201-203. 2006

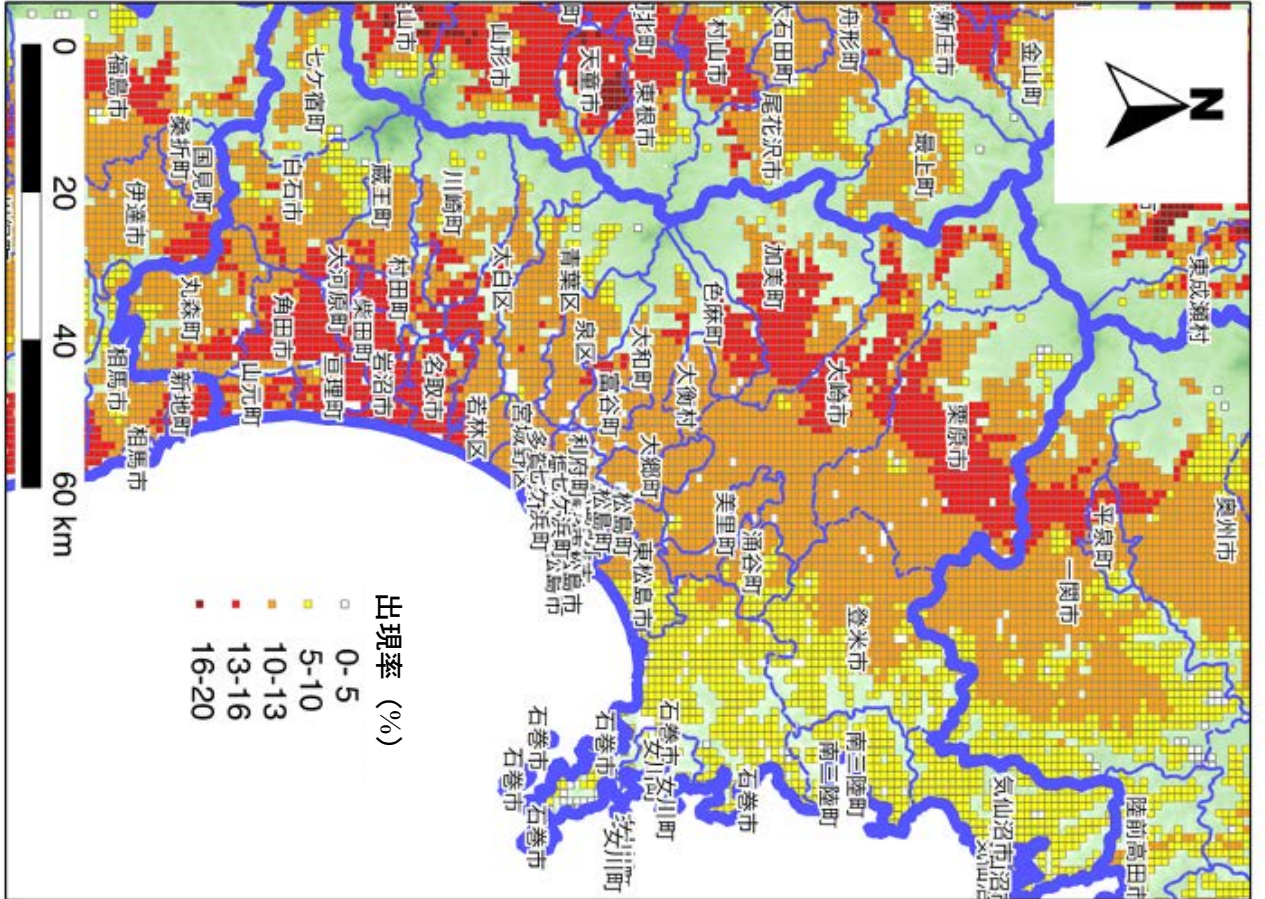
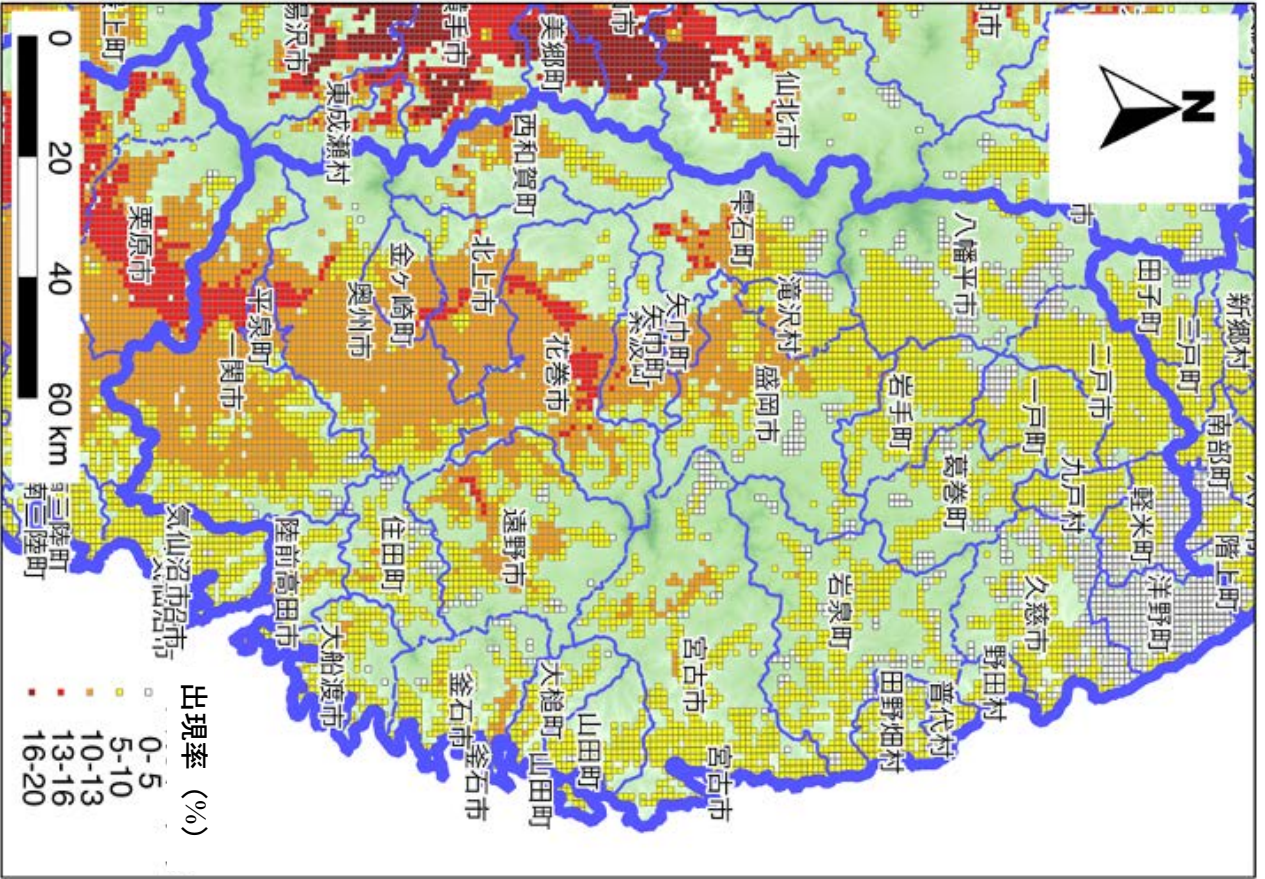
渡辺祐志.「良食味埋を目指した土壌管理、施肥技術」平成24年産に向けての北海道の米づくり. 北海道米麦改良協会. 118-138. 2012

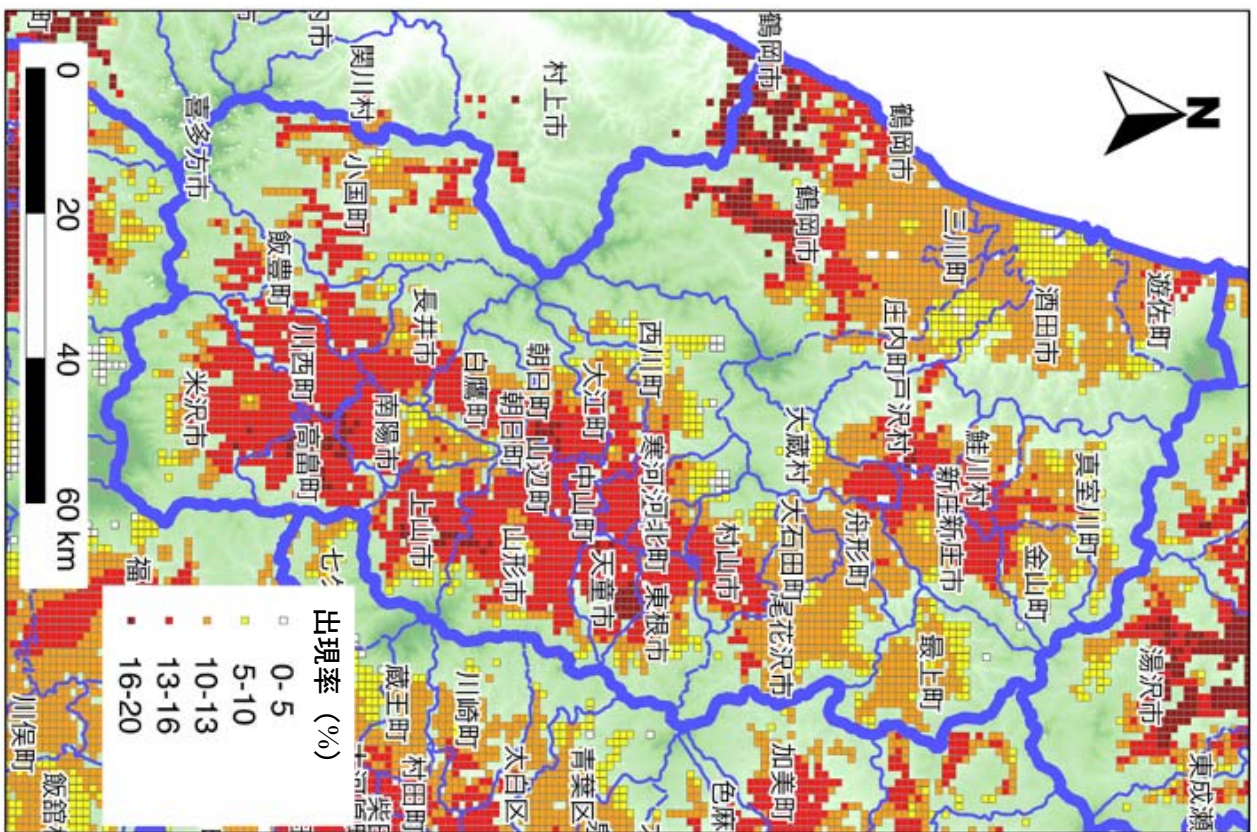
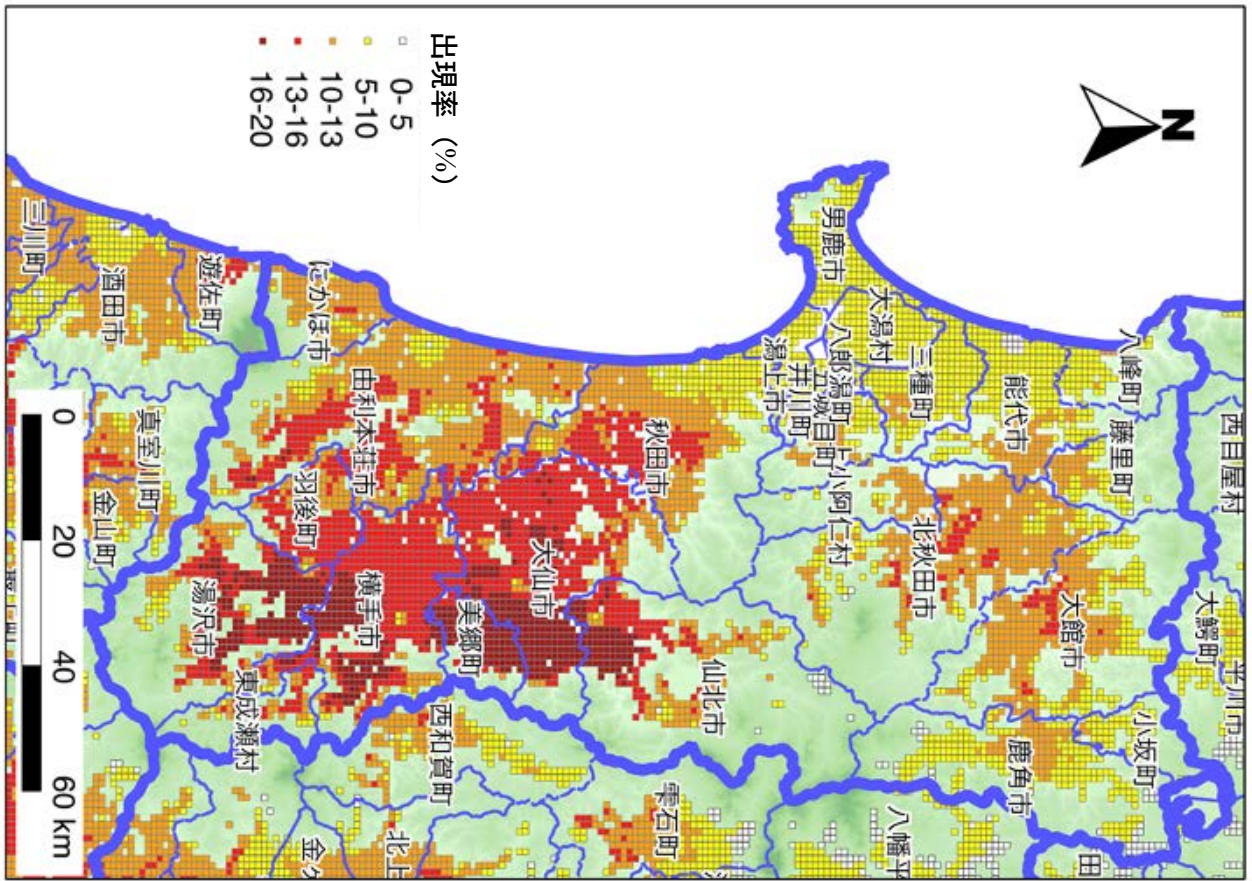


## 付録: 東北各県の葉いもち発生リスクマップ

過去の気象条件をもとに算出した感染好適条件出現率(BLASTAMIによる)をマッピングした。出現率が高いほど(赤色が濃いほど)発生リスクが高いことを示す。







## 研究担当機関(担当者\*)

### 雑草対策

稲わらなどの有機物を活用した土づくりによる雑草害低減：公益財団法人自然農法国際研究開発センター  
(岩石真嗣・加藤茂・三木孝昭・阿部大介)

畝立て耕起による雑草発生の抑制：公益財団法人農業・環境・健康研究所\*\*  
(田淵浩康・加藤孝太郎・奈良吉主・河原崎秀志・大下穰・木嶋利男)

低コスト初期導入技術としてのチェーン除草：新潟県農業総合研究所  
(白鳥豊・古川勇一郎)

機械除草を基軸とした除草体系：岩手県農業研究センター  
(臼井智彦・高橋昭喜・藤田智美・扇良明・寺田道一・多田勝郎)

### 病虫害対策

病虫害被害を抑制するためのケイ酸資材の施肥法：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター  
(菅原幸哉・櫻井民人・小林隆・関矢博幸・菅野洋光・兼松誠司)

畦畔板によるイネミズゾウムシの防除法：福島県農業総合センター  
(岸正広・松木伸浩・佐久間祐樹・内山かおり・山田真孝・鈴木幸雄・三田村敏正)

### 育苗・肥培管理

健苗育成・苗の活着促進技術：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター  
(関矢博幸・中山壮一)

有機栽培水稲増収のための生育診断指標と追肥技術：秋田県立大学  
(金田吉弘)

### 現地事例とその経済性評価

太平洋側乾田地帯における現地実証：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター  
(中山壮一・高橋太一・関矢博幸)

日本海側湿田地帯における現地実証：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター  
(西田瑞彦・高橋太一)

\*：担当者の現所属と研究実施時点での所属機関である研究担当機関は異なる場合があります。

\*\*：旧 財団法人微生物応用技術研究所

本手引きには、農林水産省委託プロジェクト「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト3系有機農業の生産技術体系の確立」および農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業「機械除草技術を中核とした水稲有機栽培システムの確立と実用化」で得られた成果を含みます。また掲載内容の一部は、「有機農業 実践の手引き」(農林水産省農林水産技術会議事務局研究統括官室、農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター編、平成25年5月)および「機械除草技術を中心とした水稲有機栽培技術マニュアル」(農業・食品産業技術研究機構中央農業総合研究センター編、平成28年3月)にも掲載しています。

### 編集

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構  
東北農業研究センター

### 問い合わせ先

企画管理部情報広報課

TEL:019(643)3414 FAX:019-643-3588

e-mail [www-tohoku@naro.affrc.go.jp](mailto:www-tohoku@naro.affrc.go.jp)

所在地：〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平4