



**農研機構**

NARO

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

**地下水水位制御システム  
(フォアス)を導入した  
中山間水稲・大麦・大豆での  
2年3作体系**

**国立研究開発法人  
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**

平成28年3月

# 地下水位制御システム(フォアス)を導入した 中山間水稲・大麦・大豆での2年3作体系

## 目次

### まえがき

#### I フォアスを活用した中国地方中山間地域での2年3作水田輪作体系

- 1 フォアスを活用した水稲乾田直播・大麦・大豆2年3作輪作体系のねらい
  1. 目的
  2. 作業体系でのねらい
- 2 法人主体のフォアスの施工と効果
  1. フォアスとは
  2. フォアスの法人施工
  3. フォアスの効果
  4. フォアスの施工費用

#### II 作物別栽培体系とポイント

- 1 フォアスを活用した水稲乾田直播栽培
  1. ねらい
  2. 技術の内容
  3. 技術のポイント
  4. まとめ
- 2 フォアスを活用した大麦の耕起同時播種栽培
  1. ねらい
  2. 技術の内容・ポイント
  3. まとめ
    - トピック 麦への地下灌漑の効果
- 3 フォアスを活用した大豆の部分耕栽培
  1. ねらい
  2. 技術の内容
  3. 技術のポイント
  4. まとめ
    - トピック 土壌水分が大豆の青立ちに及ぼす影響
    - トピック 大豆品種「あきまろ」の中山間地域適性
    - トピック 卵菌類による病害とその制御

#### III 経営評価

- 1 実証試験のねらい
  1. ねらい
  2. 実証地域の特徴
- 2 導入体系の経営評価
  1. 水稲
  2. 大麦
  3. 大豆
  4. 2年3作体系

執筆者一覧

編集委員一覧

# まえがき

担い手の減少・高齢化や米価の下落等、水田営農を取り巻く情勢は厳しさを増しており、規模拡大と生産コストの大幅な低減が求められている。農研機構近畿中国四国農業研究センターでは、これを可能とする技術体系を開発・提示することを目的として、中課題「中小規模水田に対応した生産性向上のための輪作システムの確立」の中で、水稲-大麦-大豆の2年3作の栽培を実践している広島県世羅町黒淵地区において、地下水位制御システム(フォアス)の導入を前提とする省力栽培技術体系について4年間の実証試験を実施してきた。本マニュアルは其中で実証した栽培技術体系および当該実証試験結果に基づき想定される効果について紹介する資料である。輪作体系の実証試験としては限られた期間内の成果ではあるが、導入した技術のねらいとポイントに加え、導入に際しての課題や改善方向についての紹介にもつとめており、フォアスの活用やこれを有効に生かすための栽培体系について参考となれば幸いである。

実証試験については現地の農事組合法人くろぶちの全面的な協力を頂いた。現地圃場へのフォアスの施工についても本法人が主体となり、株式会社パディ研究所の設計指導、クボタシーアイ株式会社の施工協力等多くの協力を得て実施することができた。関係した多数の方々のご協力に感謝する。また、本実証試験の一部については、農林水産省の委託プロジェクト「水田の潜在能力発揮等による農地周年有効活用技術の開発(水田底力3系)」を活用して実施した。記して感謝する。

国立研究開発法人 農研機構 近畿中国四国農業研究センター  
営農・環境研究領域長 笹倉修司



フォアスを活用した  
中国地方中山間地域で  
の2年3作水田輪作体系

# 1

## フォアスを活用した水稲乾田直播・大麦・大豆2年3作輪作体系のねらい

### 1. 目的

本研究においては、地下水位制御システム(フォアス)の活用と、省力化技術により、生産費を2008年統計値から5割削減することを目標に、2012年から2015年にかけて広島県世羅町黒渕で水稲乾田直播、大麦、大豆の2年3作の輪作体系の実証試験を実施した。

実証圃場におけるフォアスの施工は現地法人により実施し、大豆－水稲－大麦の順で栽培した。

	月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012												
2012												
2013												
2014												
2015												

現地試験での作付履歴

### 2. 作業体系でのねらい

水稲では、春作業の労力ピークを回避するため省力化を重視し、育苗がいらず用水を待たずに春先に播種作業を行うことができる乾田直播を実施した。現地の標高300mを超える中山間地域における乾田直播での収量性を実証し、レベラなど新たに導入する機械を含めた経済性の評価を実施した。

※地下水位制御システム(フォアス、FOEAS)は、**F**arming-**O**riented **E**nhanced **A**quatic-**S**ystemの頭文字をとって命名されたもので、地下水位を制御することで、作物の生産性の向上などが可能な技術である。

大麦では、フォアスの排水性向上機能による水田での収量性向上を期待するとともに、事前耕起無しでの耕起同時施肥播種と同時工程で粒剤の除草剤散布を実施して1作業工程とすることで、作業時間の削減をねらった。また、水稲作後の排水機能低下に対し、フォアスの排水機能の回復を目的として弾丸暗渠を施工した。

大豆では、播種時期の降雨やその後の台風などの気象災害等、年々の要因により生産が安定しない現状において、フォアスの栽培環境改善効果を収量向上のみに向けるのではなく、フォアス利用を前提として、明渠の省略、投入する資材、作業を極力省く方向で体系を構築した。ここでは、無施肥での部分耕同時播種作業を行い、同じ工程で液剤除草剤散布を実施することで、省力化と安定した生産費低減をねらう作業体系とした。

今回の実証試験では、1筆の圃場を用いた圃場内での作業をもとに行っているが、中小規模の圃場が多筆存在する中山間地域において、圃場間移動自体も削減できる一工程化を作業体系の柱とした。

## 水稲播種



水稲の乾田直播で、育苗がいらず、4月の播種で作業競合回避

大麦播種時除草剤同時散布(粒剤)での一工程作業

## 大麦播種



大豆部分耕播種時除草剤同時散布(液剤)での一工程作業

## 大豆播種



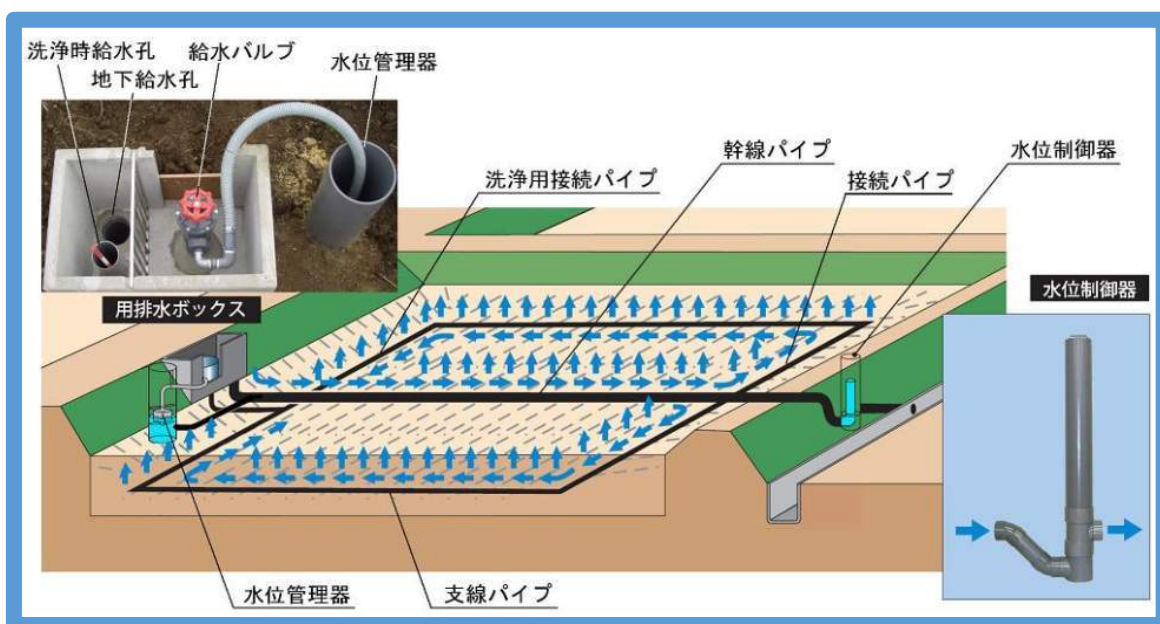
# 2

## 法人主体のフォアスの施工と効果

### 1. フォアスとは

フォアス(地下水位制御システム)とは、圃場の暗渠に地下水位制御機能を持たせることで、干ばつ害と湿害の両方に対応できるシステムである。暗渠管を使って、干ばつ時には地下灌漑を、多雨時には速やかな排水を、設定水位に応じて自動で行う。

フォアスは、幹線パイプ(深さ60cm、10m間隔)・支線パイプ(深さ60cm)・補助孔(弾丸暗渠、深さ40cm、1m間隔、幹線パイプと直交)・水位管理者(用水側)・水位制御器(排水側)などで構成される。水位管理者などは、フォアス柵と呼ばれるコンクリート製の柵に収められて、圃場の用水側に設置し、パイプライン等の用水と接続する。水位制御器は排水路に接続する。



「地下水位制御システム(FOEAS)による大豆の安定生産マニュアル  
(農研機構、2009)」より転載

フォアス設置圃場では、地下水位が設定水位より下がると、フロート式の開閉栓によって、設定水位になるまで給水される。逆に、地下水位が高くなった場合には、水位制御器内でオーバーフローさせて、設定水位になるまで排水する。圃場内の水の移動は、主に圃場内に張り巡らされた補助孔をつたって行われる。

## 2. フォアスの法人施工

フォアスの法人施工については、設計（設置位置等）・部材の購入・施工に分けて説明する。

フォアスの設計において、水位管理者はパイプライン等の水が切れにくい用水路と接続することが推奨される。また、水位制御器は必要な高低差を維持しつつ、排水路に接続されなければならない。圃場整備事業等で用排水の整備が行われているところは、各部材の配置等を設計しやすいが、圃場整備が行われていない圃場や個性的な形の圃場では、慎重に設計する必要がある。

フォアスに必要な部材はクボタシーアイ(株)から購入できるが、現場合わせになる部分もあるので、施工中に部材が足りなくなることがないように、設計図等を用意した上で必要部材の購入計画を、十分に検討しておく必要がある。

フォアスの施工には専用のアタッチメントを使用するが、施工作业については、現地の土木工事業者などが所有する重機とオペレータ・補助者で実施するのが基本である。

フォアスの設置については、地下パイプからの下方への漏水が極めて小さいことが導入可能条件なので、下層土（60cm付近）の飽和透水係数が $10^{-5}$ [cm/s]以下であることが強く求められる。試坑を掘り、下層土の飽和透水係数を確認してから、フォアス導入計画の検討を始めなければならない。

法人等でフォアスの導入を検討される場合は、(株)パディ研究所やクボタシーアイ(株)などの専門業者等に相談することを強く推奨する。



世羅町黒淵でのフォアスの施工風景



### 3. フォアスの効果

フォアス導入の最大の効果は、地下水位を制御することで、水稲にも、大豆や野菜などの畑作にも適した土壌水分量にコントロールすることによって、水田輪作が可能になることである。

水稲作における導入の効果としては、水管理の省力化があげられる。自動で生育ステージごとに適切な水位管理ができるので、日々の見回りは最小限に抑えられる。

畑作においては、さまざまな導入効果が見込める。例えば大豆作では、播種後の水管理によって、出芽、苗立ちを均一化できる上に、降雨後の排水が速やかに行われるので、管理・収穫作業を計画通りに進めやすくなる。もちろん、干ばつ害や湿害が回避されるので、高収量・安定生産の実現が容易になる。



参考文献：水田輪作における地下水位制御システム活用マニュアル（農研機構中央農研、2014）

### 4. フォアスの施工費用

今回のフォアスの償却費は、23aの1筆に対し施工した費用597,232円を元に計算しており、資材部分は素材毎の耐用年数から年償却費を求め10aあたり2万円と計算された。また、施工部分の費用は、農業者自ら施工することとして計算し、施工機材の2日間の作業に伴うレンタル費用および、80人・時の人件費から計算した。アタッチメント取付費や機材の取り寄せ費は、施工面積が小さいため割高となっており、施工面積の拡大によって低減が可能である。

表 23a圃場でのフォアス施工費用と10a当たり年償却費 (円)

	費用内訳	資産形成部分 10%差引後	年償 却費	耐用 年数
塩化ビニル管等	277,674	249,907	31,238	8
コンクリート升	24,938	22,444	1,496	15
施工部分	294,620	265,158	13,258	20
計	597,232	537,509	45,992	
10a当たり年償却費計			19,997	

表 施工部分費用の内訳 (円)

アーム式ベストドレーンレンタル費用関係(2日)	68,250
きりまるくんレンタル費用関係(2日)	34,965
バックホー(312D-GMC-T5)レンタル費用関係(2日)	51,555
各アタッチメント取付費	22,050
ベストドレーン・きりまるくん取寄せ費	37,800
人件費(80人・時×1,000円)	80,000
計	294,620



# 作物別栽培体系と ポイント

# 1

## フォアスを活用した 水稲乾田直播栽培

### 1. ねらい

水田作を主とする集落営農等の春作業は、水稲の育苗・田植えを中心にすすめられている。経営安定のため野菜等を取り入れる複合化は積極的に取り組まれているが、水稲との春作業の競合が課題となっている。そこで、フォアスを活用した乾田直播栽培を導入し、水稲作の春作業と水管理を省力化する。



広島県世羅郡世羅町



標高が高く、積雪もある世羅町

世羅町黒淵は世羅高原に位置し、標高は380mである。世羅町の平均気温は平坦地の福山市よりも2.6℃低く、秋が訪れるのも早いため、田植えは早く、ゴールデンウィーク頃が盛期である。このため、苗箱への播種は4月上旬から始まる。現地集落営農法人ではアスパラガスを生産しており、春はこれらの作業が重なり、1年で最も忙しい時期となっている。

乾田直播を4月上旬に実施する作業体系を確立することで、この春期の作業競合の緩和が期待できる。

## 2. 技術の内容

実施日

上段:2013年  
下段:2015年

品種

2013年:こいもみじ  
2015年:あきさかり

排水対策  
(サブソイラ、溝切り)

プラウ耕



3月27日  
4月3日

バーチカルハロー凹凸崩し

レーザー均平

乾田直播  
(同時施肥)



4月10日  
4月9日

除草剤散布  
(非選択性)

出芽

除草剤散布  
(選択性)

除草剤散布  
(選択性)

入水

除草剤散布  
(入水後一発剤)

中干し

殺虫剤・殺菌剤散布

出穂

収穫



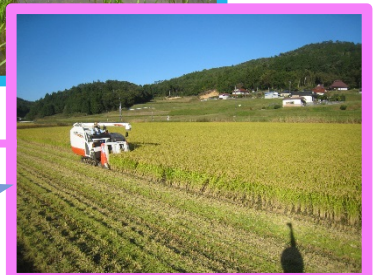
5月9日～6月11日  
5月4日～5月30日



5月11日  
5月5日



6月12日  
6月1日



9月19日  
10月7日

### 3. 技術のポイント

- 乾田直播栽培の導入メリットを得るためには、育苗・田植え作業が大幅に軽減される規模で実施する必要がある。このため、フォアスによる圃場排水改善効果を活用し、春作業が円滑に実施できる排水性の良い圃場の十分な確保に努める。
- 作業競合を回避するためには、播種時期を極力早める必要がある。これには、接地圧の低いハーフクローラ型のトラクタなどを用い、なるべく早い時期にプラウによる反転耕起を実施し、以降の土壤の乾燥を進める。
- レーザ均平作業および播種作業は、①レーザ均平機のブレードに土が付着しないこと、②圃場の軟弱箇所をトラクタのホイールで練り込まないことを判断基準として、表層の土壤が乾き次第実施する。
- レーザ均平機による圃場均平後の圃場状態は播種にも良好な状態となっているので、レーザ均平作業と播種作業は同日に実施する。
- 乾田直播(特に早期播種)での雑草防除においては、非選択性除草剤(グリホサート剤)をイネの出芽直前に散布することが重要であり、このためにイネの出芽を予測する必要がある。有効温度を「日平均気温 $-11.5^{\circ}\text{C}$ 」とし、積算で $50^{\circ}\text{C}$ に達したときが出芽早限とする計算式が一般に用いられるが、世羅町黒淵の現地実証圃場では2年とも積算 $35^{\circ}\text{C}$ 程度で出芽した。したがって、雑草防除の観点からは高冷地では積算 $35^{\circ}\text{C}$ 程度で出芽に備えることが安全である。
- 実証試験においては23aと33aの2筆の圃場に対し、プラウ耕(半日)、均平・播種(1日)と、雑草防除(4回)を実施しており、特に、育苗・田植えに当たる作業がコンパクトになっている。

## 4. まとめ

収量および収量構成要素を下記の表に示した。フォアス導入圃場の収量は対照圃場と同等か、やや劣っているが、これはフォアス圃場の水保ちが対照圃場より悪く肥効が劣ったためと考えている。登熟歩合は高いので、施肥量を増やし、籾数を増やせばさらに増収すると考えられる。

現地実証圃場(広島県世羅町)における乾田直播栽培の収量および収量構成要素

	圃場	苗立数	草丈	稈長	穂数	籾数	籾数/穂	精玄米千粒重	登熟歩合	精玄米収量	全刈精玄米収量
		本/m <sup>2</sup>	cm	cm	本/m <sup>2</sup>	千粒/m <sup>2</sup>		g	%	g/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
2013年	FOEAS	67.1	95.0	81.3	303	26.5	87.4	26.1	90.8	629	501
こいもみじ	対照	75.4	91.6	82.1	319	27.9	87.8	25.4	89.6	634	516
		ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	
2015年	FOEAS	67.4	91.9	67.3	367	30.0	81.7	23.6	79.5	562	500
あきさかり	対照	62.4	93.5	68.9	408	33.1	81.0	23.6	75.4	587	544
		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

- 1) 収量および収量構成要素は坪刈り調査(各区1.2×4地点 2013年、3地点 2015年)による。
- 2) 登熟歩合は粒厚暦(1.8mm)による。
- 3) ns、\*\*は年次毎にそれぞれSフォアス圃場と対照圃場の平均値(2013年はn=4、2015年はn=3)に有意差なし、1%水準で有意差有りを示す(t検定)。

今後の課題として、渇水年における雑草防除対策が必要である。今回試験した圃場の水は周囲の山水を集めた用水路から取水し、ポンプなしでフォアスに導水される仕組みであった。しかし、2013年度は入水が必要な6月上旬には用水路に水がなく、乾田期間は選択性茎葉処理剤の適期散布により抑えられたが、入水後の一発剤につなげることができなかった。中山間地域において同様の水利条件にある圃場では、渇水年の入水時期における雑草防除対策を検討する必要がある。



入水時期に用水路に水がない



入水後の一発剤による雑草防除ができない

# 2

## フォアスを活用した 大麦の耕起同時播種栽培

### 1. ねらい

麦類の最大の収量低下原因は湿害である。フォアスは従来型暗渠より排水性能が高いため、湿害の回避により増収が期待できる。また、播種前の耕起後に雨が降ると、土が雨水を吸収してしまい、なかなか播種作業に入れなくなってしまふ。播種前に耕起しなければ、雨が降っても雨水の吸収が少ないため、比較的速やかに播種作業に入ることができる。そこで、播種前には耕起せず、耕起と播種を同時に行うことにより、適期播種と作業時間の短縮が期待できる。さらに、耕起と播種に加え、施肥と除草剤散布も同時に行えば、一層の作業時間短縮、コスト削減になる。

### 2. 技術の内容・ポイント

#### 1) 圃場準備

- ・前作の刈り株が長いまま残っている場合は、フレールモア等で刈り払う。
- ・土壌診断の結果に基づき、必要に応じて苦土石灰等の土壌改良資材を散布する。
- ・サブソイラを用い、弾丸暗渠を施工する。施工方向は、フォアスのパイプや補助孔の上を斜めに横切る方向とし、2m間隔、深さ20～30cmとする。
- ・明渠は無くてもかまわない。



弾丸暗渠施工  
2013年10月15日



## 2) 播種

ロータリー耕起、ドリル播種、肥料散布、除草剤(粒剤) 散布を同時に行う。播種量や施肥量等は慣行と変わらない。

耕起・播種・施肥・  
除草剤散布  
2013年10月30日



- 注) ・上の写真では、肥効調節型肥料(下ホッパ)を播種溝に、速効性肥料(上ホッパ)を側条に施肥し、全量基肥施用としている。この年は肥効の発現が遅れ、収量の低下と遅穂の多発を招いてしまった。肥効調節型肥料を使わずに速効性肥料を分施した方が良かったと思われる。
- ・部分耕播種は全面耕播種と比べて播種作業時間を短縮できるものの、播種前の非選択性除草剤散布が欠かせないことに加えて減収することが多い(近中四農研の水稲後圃場においては、平均して13%減収した)ため、全面耕を推奨する。

## 3) 水管理

- ・フォアスを用いた給水(灌漑)は行わず、排水側は開放する。
- ・地下灌漑は不要な場合が多いが、地下水位が低く排水良好な圃場で降水量が少ない年には、登熟期前半のみ地下灌漑すると収量の増加が期待できる(トピック「麦への地下灌漑の効果」)。
- ・現地試験圃場では山側からの湧水が多く地下水位が高かったため、フォアスを用いた地下灌漑は行わなかった。

#### 4) 生育中の管理と収穫

麦踏み、追肥、赤かび病防除、収穫等は、慣行と変わらない。



収穫  
2014年6月10日

精収量 487kg/10a  
(水分12.5%換算)

### 3. まとめ

#### 現地実証試験結果

##### (1) 作業経過(作業時間は2圃場合計)

###### 【供試圃場】

フォアス圃場23aと隣接する対照圃場(従来型暗渠あり)33a。  
ともに前作は乾田直播水稻。栽培方法は両圃場同一。

###### 【圃場準備】 2013年10月15日(4時間)

フレールモアを用いて稲株刈払い。明渠は掘らない。  
弾丸暗渠施工(暗渠管に対して斜めに2m間隔、深さ32cm)。

###### 【播種】 10月30日(5時間)

全面耕起同時播種、条間30cm、播種と同時に施肥と除草剤散布。  
播種量(六条大麦さやかぜ): 6kg/10a、除草剤(ガレーズG): 4kg/10a。

###### 【施肥】 播種と同時

肥効調節型肥料(速効N:LP40:LPS30=1:1:2)の全量基肥施用。  
速効性肥料は側条、LPは播種溝に施用。  
N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=15-8-8 kg/10a。  
土壌pHが適正であったため、石灰等は施用せず。

###### 【麦踏み】 2014年2月25日(1時間30分)

テラー改造機を使用。

###### 【収穫】 6月10日(5時間)

普通型コンバイン(4条刈り)で収穫。

## (2) 生育

フォアス圃場は対照圃場と比べて土壌水分が低く、生育が良かった。両圃場とも2月までは生育良好だったが、3月になってから生育が衰え、出穂後に遅穂が多発した。肥効調節型肥料の全量基肥施用が良くなかったと考えられる。

## (3) 収穫結果

全刈り精子実収量(水分12.5%換算)は対照圃場が360kg/10aであるのに対し、フォアス圃場は35%増の487kg/10aとなった。フォアス圃場の方が排水が良かったことが増収の原因と考えられる。ただし、緩効性比率の高い肥効調節型肥料を全量基肥施用したため、3月の生育量(穂数)が不足し収量を低下させるとともに、出穂期以降に肥料が効いて遅穂の多発、未熟粒の混入、硝子率の上昇を招いた。

### 六条大麦「さやかぜ」の生育・収量・品質(2014年6月10日コンバイン収穫成績)

圃場	稈長 cm	出穂 期	成熟 期 <sup>1)</sup>	収穫時 子実 水分 <sup>2)</sup> %	粗収量 <sup>3)</sup> kg/10a	整粒 歩合 <sup>4)</sup> %	精収量 <sup>3)</sup> kg/10a	千粒 重 <sup>3)</sup> g	容積重 <sup>5)</sup> g/L	子実タン パク質 <sup>6)</sup> %
対照	65	4月19日	6月7日	32.8	384	93.8	360	33.5	731	10.9
フォアス	74	4月20日	6月9日	28.0	521	93.4	487	33.2	739	9.5

注) 1) 成熟期は、遅穂を除いた穂の子実水分が25%程度になった時。

2) 収穫時子実水分は未熟粒の混入率を反映しており、対照圃場の方が未熟粒が多かった。

3) 粗収量、精収量(=粗収量×整粒歩合)、千粒重はいずれも水分12.5%換算。

4) 整粒歩合は、脱芒、風選、篩別(篩目は2.2mm)後に残った子実の重量歩合。

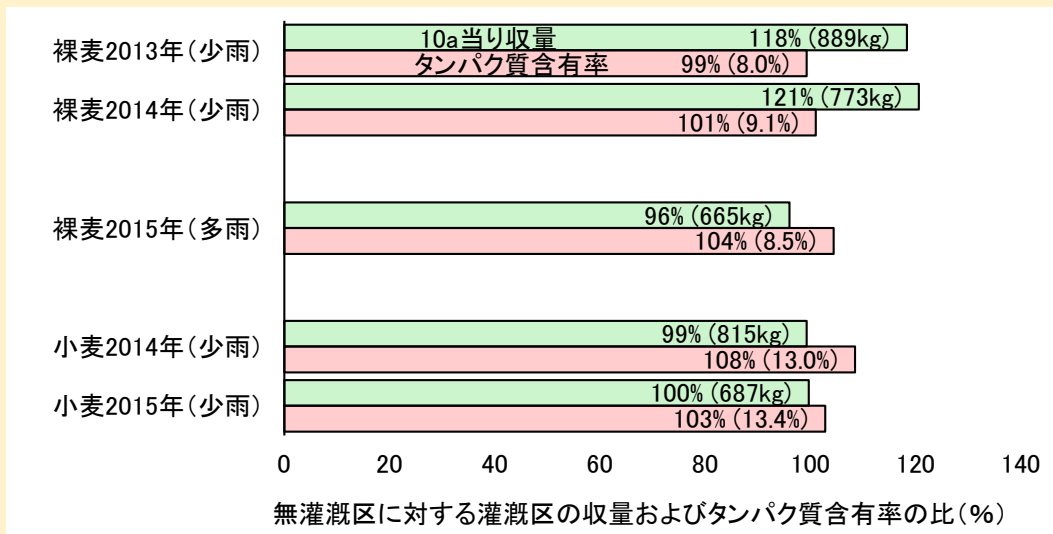
5) 容積重はブラウエル穀粒計で測定。

6) 子実タンパク質は、タンパク質換算係数5.83、水分13.5%換算。

硝子率は42~49%程度で、圃場間に明瞭な差はなかった。

## トピック 麦への地下灌漑の効果

地下灌漑は不要な場合が多いが、排水が良好で地下水位の低い圃場で降水量が少ない年には、登熟期前半のみ地下灌漑すると収量が増加(またはタンパク質含有率が向上)する場合がある。なお、世羅町の現地試験圃場では山側からの湧水が多いため、地下灌漑は不要だった。



登熟期前半の地下灌漑が麦類の収量とタンパク質含有率に及ぼす影響

- 注) • 近中四農研(広島県福山市)の灰色低地土フォアス水田(無灌漑区の地下水位は約70cm)における試験結果。( )内は実測値。
- 地下灌漑の水位を-20cmに設定し、出穂始から約3週間地下灌漑した。
  - 出穂1週間前から出穂3週間後までの降水量が、平年は84mm前後であるのに対し、(少雨)は45~61mm、(多雨)は117mm。
  - 2015年の裸麦と小麦の降水量が異なるのは、出穂期が2週間異なるため。
  - 裸麦は品種「ハルヒメボシ」、小麦はパン用品種「せときらら」。

# 3

## フォアスを活用した大豆の部分耕栽培

### 1. ねらい

フォアスの圃場の排水性向上効果を期待した湿害回避と明渠施工等の圃場準備作業の削減と、フォアスを活用した地下灌漑効果により収量の安定多収をねらいとする。また、部分耕播種機を用いて条間30cmとした大豆の狭条無中耕無培土栽培を行い、施肥の削減、土壌処理剤散布を播種と同時工程で実施することにより、さらなる作業の省力化を図る。

### 2. 技術の内容

#### 1) 明渠施工の省略

フォアスは排水機能が高く、降雨水を速やかに排出できるので、明渠施工を省略する。



フォアス圃場(左)と慣行(右)の狭条栽培の様子

慣行の作付では明渠が必要となるが、フォアス圃場は額縁明渠や播種行程間の小明渠を省略できる(2014. 7. 16)。

#### 2) 圃場準備

前作の麦収穫跡に刈り高さの高い株等が残っている場合、部分耕での播種精度が低下しないようフレールモアで刈り払う。

### 3) 播種

耕耘幅が約7cmの部分耕播種機を使用する。実証試験では全農・三菱農機開発の乾田不耕起直播機(MJS18-6)を用い、無施肥で播種した。また、丸山製作所製のトラクタ用除草剤散布装置(MS90DC-200)を取り付けて土壌処理剤を同時工程で散布した。



播種作業の様子

### 4) フォアスによる地下灌漑

フォアスを活用し播種直後から成熟期までの地下水位を-30cmに維持し、根系を安定させる。フォアスにより高温少雨となる夏季に多収を得るため、必要となる灌漑にかかる労力を削減できる。



フォアス圃場(左)と対照圃場(右)の様子

フォアスのない対照圃場では水不足のため、葉が反り返っている(2014. 9. 16)。

### 5) 雑草防除

播種作業と同時工程で、非選択性茎葉処理剤と土壌処理剤を散布する(播種の項を参照)。また、播種後約3~4週目に広葉用およびイネ科用の選択性茎葉処理剤を散布する(実証試験ではブームスプレーヤを使用)。

### 6) 病虫害防除、収穫

慣行と同様に、莢の伸長~子実肥大の時期(サチユタカ作期で8月下旬~9月中旬頃)にカメムシや紫斑病等を対象とした病虫害防除を実施する。実証試験では動力噴霧器により粉剤散布を1回実施した。収穫は汎用普通型コンバインを用い慣行と同様に実施する。

### 3. 技術のポイント

- 本技術は、フォアスが十分機能していることを前提としている。フォアスによる排水効果の向上により、明渠施工などの排水対策を省略する。しかし、畦畔からの浸透水や湧水が常時圃場内へ流入しフォアスの排水能力を超える場合は、別途対策が必要である。



**湧水対策の暗渠管設置**  
圃場の山側から湧水が発生するため、別途山沿いに暗渠管を埋設した。

- フォアス圃場での明渠設置の削減、部分耕播種機による速度向上、非選択性茎葉処理剤および土壌処理剤の播種時同時工程散布により播種時期の作業を大幅に削減する。

播種法と圃場作業量(2012年)

播種法	圃場作業量 (a/時)
部分耕	14.8
ロータリー耕	9.2

- 部分耕播種を行うことで、地表面が平らで固く安定し、管理機の進入がしやすい。さらに無中耕無培土で、明渠も無いので、コンバインが走行しやすく、刈り高さの設定が容易であり作業速度の向上や収穫ロスの低減につながる。



**大豆の収穫作業**

- 2014年にフォアス圃場で栽培した大豆は著しい青立ちとなり、収穫が大幅に遅れたが、同日に播種した対照圃場の青成ちはごく軽微だった。この年の8月はほぼ全期間にわたって多雨・寡照であり、フォアス圃場の大豆は過繁茂で倒伏が多く生じた。大豆は過繁茂となる環境では着莢不良となり、青成ちが発症しやすくなるため、夏季に多雨、寡照が予測される場合はフォアスの給水を止め、土壤水分の過度の上昇を防止する。



11月上旬のフォアス圃場(左)と対照圃場(右)  
フォアス圃場は青成ちが著しい(2014年11月5日)。

- フォアスを施工した直後の作付では、施工の影響等により作土層が不安定となる。そのため、作物の生育が不均一になったり、排水が不良となることがあるが、作物の作付けを重ねることにより安定してくる。実証圃場では、施工直後(2012年)に大豆を栽培した際、出芽直後の降雨でフォアス圃場のみが滞水した。しかし、その年の夏以降は排水性が改善し、フォアス圃場の方が排水性がよくなった。



降雨後の圃場の様子

画像(左)は2012年7月5日、画像(右)は2013年10月24日、両画像の左側が対照圃場、右側がフォアス圃場



## 4. まとめ

実証試験での大豆の全刈り収量は、182～263kg/10aと年次によりばらつきが見られた。しかし、高速播種が可能な部分耕播種機や排水性向上が見込めるフォアスの導入による作業の時間短縮・省力化に特化した栽培を行うことで、労働時間が2008年統計値にくらべて半減した。

表 フォアス圃場での大豆の部分耕播種狭条無中耕無培土栽培の実証例

実施年度	2012年	2014年
<b>播 種</b>		
播種機	部分耕播種機(三菱MJS180-6) 条間30 cm、6条播き	
牽引機	34馬力(25 kW)セミクローラトラクタ	
供試品種	サチユタカ	
播種日(月.日)	6.14	6.17
播種密度(粒 m <sup>-2</sup> )	14.9	16.5
施 肥	無施肥	
除草剤	播種同時液剤散布、非選択性茎葉処理剤(グリホサートカリウム塩液剤)と土壌処理剤(ジメテナミド・リニュロン乳剤)の混用	
<b>フォアスの水位設定</b>		
設定水位(cm)	-30	
設定期間 <sup>※</sup> (月.日 - 月.日)	6.17 - 10.31	6.18 - 11.5
<b>生育期除草防除</b>		
散布機	ブームスプレーヤ付乗用管理機	
製 剤	広葉雑草(ペンタゾン液剤)とイネ科雑草用(キザロホップエチルフロアブル剤)の混用	
実施日(月.日)	7.10	7.16
<b>病虫害防除</b>		
散布機	ナイアガラホース付動噴	
製 剤	イミノクタジンアルベシル酸塩・MEP粉剤	
実施日(月.日)	8.25	8.23
<b>収穫と収量</b>		
収穫機	普通型コンバイン	
反収(kg/10 a)	263	182
実施日(月.日)	11.7-8	12.15

※地下灌漑は梅雨や台風など、降雨が著しい時期に一時的に中断した。

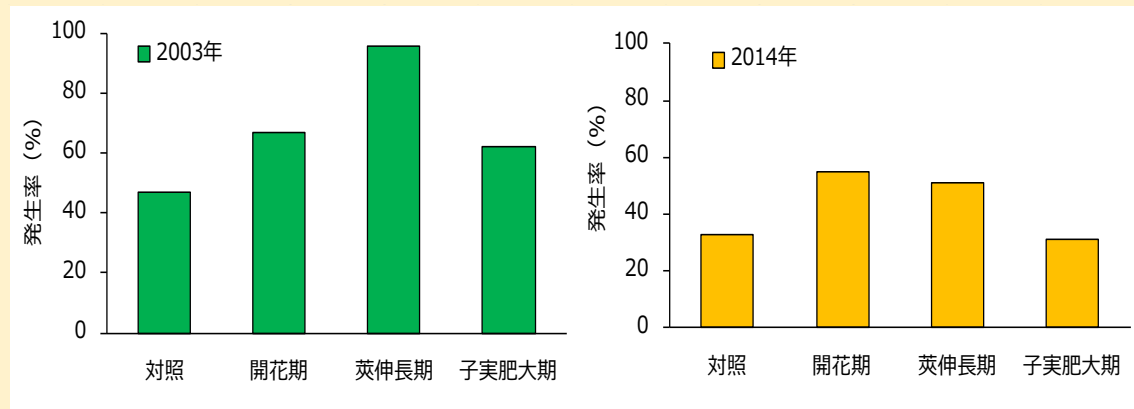
## トピック 土壤水分が大豆の青立ちに及ぼす影響

大豆栽培における青立ちは、収穫遅延や汚損粒による品質低下の原因となることから、発生を抑制する栽培管理が必要である。青立ちの発生条件は様々だが、栽培期間中の土壤水分管理も青立ちの発生に影響する。大豆の開花期や莢伸長期に土壤の乾燥が継続すると青立ちが増える傾向がある。一方、子実肥大期では青立ちはほとんど影響しない。したがって、フォアスで大豆を栽培する場合、灌漑の終了時期が子実肥大期以降(9月中旬以降、サチユタカ作期)であれば、青立ちの発生が増えることはない。ただし、子実肥大期が高温である場合は減収することがあるので、子実が十分肥大するのを待って灌漑を終了することを推奨する。

注意:他の原因による青立ち発生の効果まで抑えることはない。



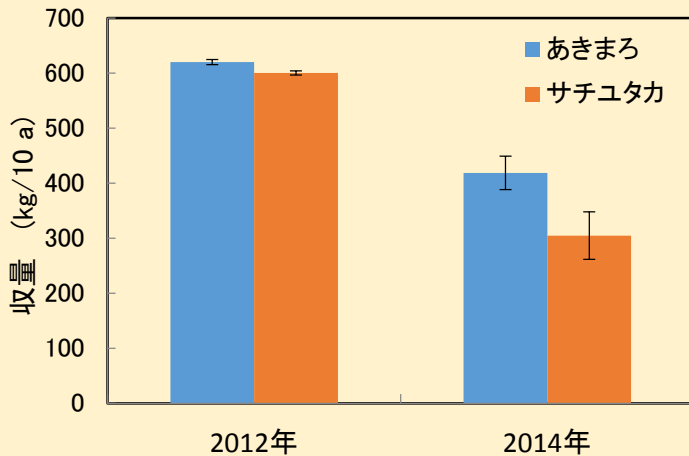
土壤の乾燥時期が異なる地下灌漑栽培大豆の成熟期の様子(福山市)  
供試品種:サチユタカ。実施年:2014年



土壤の乾燥時期と大豆の青立ち発生率  
青立ちの発生率:成熟期に茎色が緑色が残った株の割合(%)  
供試品種:サチユタカ

## トピック 大豆品種「あきまろ」の中山間地域適性

大豆新品種「あきまろ」は晩生で味噌加工適性の高い良質多収品種で、中山間地域でも「サチユタカ」並以上の収量を達成した。また、「サチユタカ」に青立ちが多発する条件でも青立ちが少なく安定した成熟期と収量性を示し、中山間地域での栽培にも適している。



中山間地域のフォアス圃場における「あきまろ」の収量は「サチユタカ」と同程度以上である。

図. 中山間地域のフォアス圃場における「あきまろ」と「サチユタカ」の収量

「あきまろ」は「サチユタカ」より青立ちの発生程度は少ない。写真中央の黄葉～落葉している部分が「あきまろ」で、その周囲の茎葉が緑色（青立ち）の部分が「サチユタカ」。(2014.10.23)



表. 中山間地域における「あきまろ」と「サチユタカ」の生育比較\*

	2012年		2014年	
	あきまろ	サチユタカ	あきまろ	サチユタカ
播種期(月. 日)	6.26	6.26	6.17	6.17
開花期(月. 日)	8.10	8.09	8.04	8.03
成熟期(月. 日)	10.28	10.22	10.30	11.06
主茎長(cm)	54	44	74	57
最下着莢高(cm)	16	11	22	9

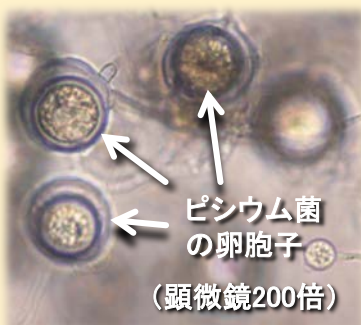
「あきまろ」は晩生で生育量は大きくなるが、青立ちが少ないため成熟期は安定し、最下着莢位置が高いため、コンバイン収穫に適している。

\*広島県世羅町(標高約400m)のフォアス圃場における試験結果

## トピック 卵菌類による病害とその制御

卵菌類(らんきんるい)は、有性生殖によって卵孢子(らんほうし)と呼ばれる耐久体を作る病原菌で、他の菌と異なり鞭毛(べんもう)を使って水の中を泳ぎ回る遊走子(ゆうそうし)を作ることが大きな特徴である。

ダイズの発芽時期に問題となる卵菌類として、ピシウム菌(*Pythium*属菌)や茎疫病菌(くきえきびょうきん)(*Phytophthora*属菌)がある。これらの病原菌が感染すると、土中で種子が腐って発芽しなくなったり、発芽後の苗が立ち枯れたりすることがある。



土壌に水分が多いと遊走子の活動が盛んとなり発病しやすくなる。このため、湿害と区別が難しく、単なる湿害とされている不出芽や苗立枯れの中には、これらの病原菌によるものがかかなりあると考えられる。

この病気を防ぐためには、圃場にフォアス装置または暗渠や明渠などを設けて排水を促し、大雨の後にも滞水する部分がないようにすることが重要である。薬剤防除法としては、近年、ダイズ茎疫病に登録のある農薬が数多くできた。また、卵菌類に卓効を示すメタラキシルを含む剤(クルーザーMAXXなど)を種子処理して播種すると、初期の苗立枯れ防止に効果がある。



2分後



ピシウム菌の遊走子が泳ぎだすところ  
(顕微鏡100倍)





## 経営評価

# 1

## 実証試験のねらい

### 1. ねらい

現地試験に導入した技術について、圃場で収集したデータと現地法人での調査に基づき生産費を求めた。本実証試験においては、実証した2年3作体系での3作合計の生産費を、2008年度の統計値に比べ半減することを目標にしている。従って、生産費は「統計値」(生産費調査2008年)と比較して取りまとめた。なお、試算の前提となる導入技術の作業、機械、資材については、別表に示した。

### 2. 実証地域の特徴

実証試験を実施した黒淵は、世羅町(広島県中東部)の西端部に位置し、江の川水系黒淵川の最上流域に細長く谷状に開けた地域である。標高は380~440mの中山間地域である。土壌は灰色低地土、年平均気温は世羅町中心部より1℃低い12℃とやや冷涼であり、気温較差は大きい地域である。

対象となる農事組合法人は、平成27年現在で51haの経営面積をもつ。試験を実施したフォアス圃場は黒淵の中心部に位置する。

# 2

## 導入体系の経営評価

### 1. 水稻

乾田直播栽培に必要な圃場均平化のためのプラウやレーザーレベラなどの機械費が増えるものの、育苗・代かき作業が削減されることによる労働時間削減の効果が大きい。さらに、播種機等は大豆作などと共用できる。このことにより、収量は低下するものの60kg当たりの費用が44～48%削減される。なお、乾田直播で最も問題となるのは雑草対策であるが、収穫時の作業時間にも大きく影響を与えることから十分に労力をかける必要がある。この技術は、輪作を実施しており、水稻生産で労力不足が深刻な経営に適用できる。

表 試験圃場における水稻直播の生産費と2008年統計値の比較（円/10a）

	水 稻	水 稻 (2013年)			水 稻 (2015年)		
	2008年生産費調査(中国平均)①	現地試験(フォアス)②	変化率(%) (②-①)/①	②-①	現地試験(フォアス)③	変化率(%) (③-①)/①	③-①
種苗費	3,154	1,586	-50	-1,568	1,876	-41	-1,278
肥料費	10,110	5,342	-47	-4,768	3,149	-69	-6,961
農業薬剤費	10,360	15,288	48	4,928	11,660	13	1,300
光熱動力費	5,133	2,364	-54	-2,769	2,364	-54	-2,769
その他諸材料費	3,077	1,976	-36	-1,101	1,976	-36	-1,101
土地改良及び水利費	2,704	0	-100	-2,704	0	-100	-2,704
賃借料及び料金	16,810	17,078	2	268	17,078	2	268
物件税及び公課諸負担	2,923	1,244	-57	-1,679	1,244	-57	-1,679
建物費	7,538	361	-95	-7,177	361	-95	-7,177
農機具費	40,377	18,298	-55	-22,079	18,298	-55	-22,079
生産管理費	156	0	-100	-156	0	-100	-156
労働費	56,678	20,048	-65	-36,630	19,953	-65	-36,725
フォアス費用(圧縮)	0	1,538	—	1,538	1,538	—	1,538
費用合計	159,020	85,124	-46	-73,896	79,499	-50	-79,521
資材費	54,271	44,878	-17	-9,393	39,348	-27	-14,923
償却費・修繕費	47,915	18,659	-61	-29,256	18,659	-61	-29,256
労働費	56,678	20,048	-65	-36,630	19,953	-65	-36,725
その他	156	1,538	886	1,382	1,538	886	1,382
10a当たり収量(kg)	523	501	-4	-22	500	-4	-23
60kg当たり費用合計	18,243	10,195	-44	-8,049	9,540	-48	-8,703
10a当たり労働時間	39.8	14.1	-65	-26	14.1	-65	-26

注1) 試験圃場の「その他諸材料費」の内訳は防護網であり、現地実態から3年使うとし1作分の費用を計上した。

2) 統計値の単収は作物統計に記載のある2008年時点の広島県の「平年収量」を使用した。

3) 労賃単価は水稻と大豆は2008年統計値に合わせ、1,420円/時とした。

4) 表中の数字は小数点以下まで計算し、10aあたりの値を求めた時点で四捨五入した。

## 2. 大麦

フォアスによる排水改善効果により収量が増加し、10a当たり費用は25%増加するものの、60kg当たり費用では53%削減されている。また、耕起同時施肥播種作業と粒剤の除草剤散布を一工程で行うことにより、播種時期の作業増加は抑えられる。なお、収穫物の乾燥を外部で実施する場合は、高水分で収穫すると収量の増加に応じて乾燥経費が大きくなるため、生産費低減に対する収量増加の効果が減少する。したがって、輪作における後作作業のための早刈りなどは収益の低下につながるため可能な限り避けるべきである。

表 試験圃場における大麦の生産費と2008年統計値の比較（円/10a）

	大 麦		大 麦 (2014年)	
	2008年生産費調査 (全国、推定)①	現地試験 (フォアス)②	変化率(%) (②-①)/①	②-①
種苗費	2,375	2,727	15	352
肥料費	9,250	12,625	36	3,375
農業薬剤費	4,335	1,861	-57	-2,473
光熱動力費	2,310	1,880	-19	-430
その他諸材料費	6	1,976	—	1,971
土地改良及び水利費	166	0	-100	-166
賃借料及び料金	5,819	26,271	351	20,453
物件税及び公課諸負担	851	1,244	46	393
建物費	2,223	298	-87	-1,925
農機具費	18,935	11,137	-41	-7,799
生産管理費	14	0	-100	-14
労働費	12,972	12,531	-3	-441
フォアス費用(圧縮)	0	1,538	—	1,538
費用合計	59,257	74,089	25	14,833
資材費	25,112	48,585	93	23,473
償却費・修繕費	21,158	11,435	-46	-9,723
労働費	12,972	12,531	-3	-441
その他	0	1,538	—	1,538
10a当たり収量(kg)	171	457	167	286
60kg当たり費用合計	20,792	9,727	-53	-11,064
10a当たり労働時間	8.8	8.6	-2	0

注1) 試験圃場の「その他諸材料費」の内訳は防護網であり、現地実態から3年使うとして1作分の費用を計上した。

2) 大麦の2008年生産費統計はなく、2003年の統計値における小麦に対する大麦(裸麦)生産費の比率から推計した。

3) 統計値の単収は2008年時点の広島県の「平均収量」を使用した。

4) 大麦の労賃単価は2003年の大麦(裸麦)の労賃単価1,449円/時を使用した。

5) 表中の数字は小数点以下まで計算し、10aあたりの値を求めた時点で四捨五入した。



### 3. 大豆

無施肥による資材削減と、部分耕播種同時除草剤散布による播種時作業の一工程化、フォアス利用による明渠施工の省略、不耕起による中耕培土の省略による大幅な省力化を行うことで10a当たり費用は30～39%減少している。その上で一定の増収効果も認められ60kg当たり費用は53～63%削減されている。また、2014年のような低日照等による低収量年においても生産費の低減が可能になっている。

表 試験圃場における大豆の生産費と2008年統計値の比較 (円/10a)

	大豆	大豆(2012年)			大豆(2014年)		
	2008年生産費調査(中国平均)①	現地試験(フォアス)②	変化率(%) (②-①)/①	②-①	現地試験(フォアス)③	変化率(%) (③-①)/①	③-①
種苗費	2,400	2,522	5	122	2,987	24	587
肥料費	5,411	0	-100	-5,411	0	-100	-5,411
農業薬剤費	4,575	8,049	76	3,474	8,238	80	3,663
光熱動力費	2,426	1,880	-23	-546	1,880	-23	-546
その他諸材料費	6	1,976	—	1,970	1,976	—	1,970
土地改良及び水利費	840	0	-100	-840	0	-100	-840
賃借料及び料金	12,647	9,055	-28	-3,592	6,214	-51	-6,433
物件税及び公課諸負担	1,336	1,244	-7	-92	1,244	-7	-92
建物費	9,259	298	-97	-8,961	298	-97	-8,961
農機具費	4,483	10,764	140	6,281	10,764	140	6,281
生産管理費	260	0	-100	-260	0	-100	-260
労働費	30,385	14,681	-52	-15,704	9,940	-67	-20,445
フォアス費用(圧縮)	0	1,538	—	1,538	1,538	—	1,538
費用合計	74,028	52,008	-30	-22,020	45,081	-39	-28,947
資材費	29,641	24,727	-17	-4,914	22,540	-24	-7,101
償却費・修繕費	13,742	11,062	-20	-2,680	11,062	-20	-2,680
労働費	30,385	14,681	-52	-15,704	9,940	-67	-20,445
その他	260	1,538	492	1,278	1,538	492	1,278
10a当たり収量(kg)	139	263	89	124	182	31	43
60kg当たり費用合計	31,955	11,865	-63	-20,090	14,862	-53	-17,093
10a当たり労働時間	21.4	10.3	-52	-11	7.0	-67	-14

注1) 試験圃場の「その他諸材料費」の内訳は防護網であり、現地実態から3年使うとして1作分の費用を計上した。

2) 統計値の単収は作物統計に記載のある2008年時点の広島県の「平均収量」を使用した。

3) 労賃単価は水稲と大豆は2008年統計値に合わせ、1,420円/時とした。

4) 2014年における現地試験圃場大豆の労働時間は、収穫前の除草が短時間で済んだために2012年に比較して少ない。

5) 表中の数字は小数点以下まで計算し、10aあたりの値を求めた時点で四捨五入した。

## 4. 2年3作体系

今回のフォアスの導入費用については、約23aの圃場を対象に、資材を購入し敷設機器をレンタルして法人自ら施工する場合の実際の費用を元に、補助金等により自己負担額を10%と仮定して算出している。すべて自己負担とするとフォアスの年間の償却費は年間約2万円/10aであり、転作率30%の2年3作体系で償却するとしても、各作物で年間約1万5千円/10aと大きい。従って、今回のような土地利用型作物の生産を対象とした圃場では、施工にあたっては補助金等の活用が前提と考える。

輪作体系全体では、実証試験で供試した省力栽培技術を導入し、転作率を30%と想定すると2008年の統計値と比べ生産費がほぼ半減すると試算される。ただし、この経営試算においては、経営面積が約50ha規模の集落営農法人のデータを元に試算しているため、規模拡大効果による固定費と労働費の低減も含まれている。本輪作体系は、大規模化していく中で労力不足が重要な課題となる集落営農法人において、フォアスを省力化と畑作物の増収のために活用する体系として活用が期待される。

## 別表 経営評価に用いた作業体系の概要

水稻(乾田直播)

播種方式: 乾田直播

作業名	使用機械	使用資材	資材費 10a当 金額
畦塗り機	畦塗機+トラクタ		
耕起・整地	プラウ+トラクタ		
	レーザーレベラ(LT320P-L2)+トラクタ		
施肥播種	部分耕播種機+トラクタ	あきさかり3.5kg/10a	1,876
"	"	LP-SS100:6.4kg/10a	1,598
"	"	LP-70:6.4kg/10a	1,551
除草材散布	自走式スプレーヤ	ラウンドアップMAXロード:593ml/10a	1,975
除草剤散布	自走式スプレーヤ	クリンチャーEW:119ml/10a	2,750
除草材散布	自走式スプレーヤ	クリンチャーバスME液剤:1,186ml/10a	5,237
農薬散布	動力散布機	ビームスタークル粉剤5DL:3kg/10a	1,698
本田除草	手取り		
用水管理	地下水水位制御システム		
収穫	自脱型コンバイン、トラック		
乾燥調整	乾燥機		
畦畔管理	刈り払い機(低草高管理)		
防護網			1,976

大麦(六条)

播種方式: 耕耘同時施肥播種同時除草剤散布

作業名	使用機械	使用資材	資材費 10a当 金額
前作残渣処理	フレールモア+トラクタ		
排水対策	弾丸暗渠機+トラクタ		
資材散布	ライムソア(ML185(R):28655)	苦土石灰(100kg/10a)2作に1度(4年に1度)	625/年
施肥・播種	ロータリハロー+スライドロール式播種機(部分耕播種機に使用したもの)+粒状薬剤散布機(KT20A-120P2)+トラクタ	種子(さやかぜ)	2,727
		基肥:速効+緩効自家配合:67.8kg/10a	12,000
		除草剤:ガレースG、3.3kg/10a	1,861
麦踏み	麦踏み機		
収穫	普通型コンバイン		
乾燥調整	乾燥機(農協委託)		
畦畔管理	刈り払い機(低草高管理)		
防護網			1,976

大豆(不耕起狭畦無中耕無培土栽培)

播種方式: 部分耕同時播種同時除草材散布

作業名	使用機械	使用資材	資材費 10a当 金額
種子消毒		殺虫殺菌剤(クルーサー-MAXX51ml/10a)	1,862
播種	部分耕播種機+除草剤散布機(液剤)+トラクタ	種子(サチユタカ:6.4kg/10a)、	2,987
		ラウンドアップMAXロード:424ml/10a	1,200
		エコトップ乳剤:508ml/10a	1,676
防護網		防護網	1,976
除草材散布	自走式スプレーヤ	大豆バサグラン:148ml/10a	615
		ポルトフロアブル:297ml/10a	1,230
防除	動力噴霧器	殺虫剤(スミチオンベルコート粉剤:3kg/10a)	1,656
本田除草	手取り		
収穫	普通型コンバイン		
乾燥調整	乾燥機		
畦畔管理	刈り払い機(低草高管理)		

# 執筆者一覧

奥野 林太郎	近畿中国四国農業研究センター 営農・環境研究領域 上席研究員 ----- 担当：フォアスを活用した水稻乾田直播・大麦・大豆2年3作 輪作体系のねらい
望月 秀俊	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：法人主体のフォアスの施工と効果
藤本 寛	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：フォアスを活用した水稻乾田直播栽培
石川 直幸	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：フォアスを活用した大麦の耕起同時播種栽培 トピック 麦への地下灌漑の効果
竹田 博之	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：フォアスを活用した大豆の部分耕栽培 トピック 土壌水分が大豆の青立ちに及ぼす影響
竹原 利明	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：トピック 卵菌類による病害とその制御
岡部 昭典	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：トピック 大豆品種「あきまる」の中山間地域適性
坂本 英美	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：経営評価

# 編集委員一覧

奥野 林太郎	近畿中国四国農業研究センター 営農・環境研究領域 上席研究員
片山 勝之	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
森 伸介	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
山崎 諒	近畿中国四国農業研究センター 水田作研究領域 研究員

本マニュアルの転載・引用を希望される場合は、発行者までご連絡下さい。

地下水位制御システム(フォアス)を導入した中山間水稲・大麦・大豆での  
2年3作体系

平成28年3月

発行 国立研究開発法人 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

〒721-8514 広島県福山市西深津町6-12-1

TEL:084-923-4100

FAX:084-924-7893

