

株式会社クボタケミックス

新地下水水位制御システム **FOEAS** フォアス



畑から水田

自由自在

水田から畑

KC

自然圧パイプラインを利用した地下水位

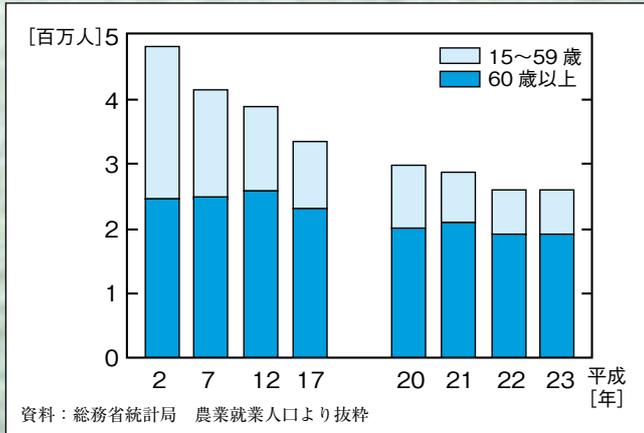
1. 今、求められていることは、

水田から畑地へ、畑地から水田へ。田畑輪換の時代。

農地の資産価値を高めるために、地下灌漑システムの導入をお勧めします。

農業就業人口の減少と高齢化

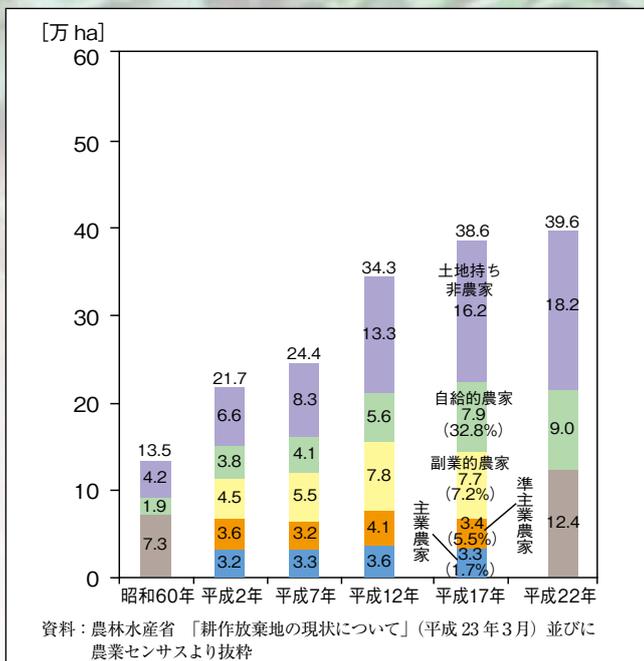
農業就業人口は年々低下しており、平成 23年には、約 260万人に減少しており、60歳以上の割合が約 74%まで上昇しております。



耕作放棄地の現状

農地面積が減少する中、耕作放棄地面積率は、平成 2年から平成 22年にかけて約 2倍に増加しています。

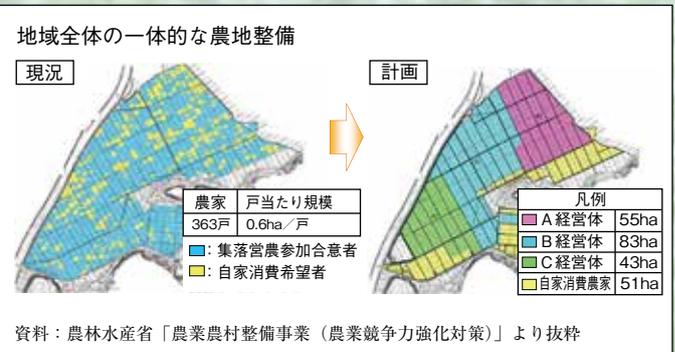
一方、土地持ち非農家や自給的農家の耕作放棄地は増加傾向にあります。平成 22年には耕作放棄地面積 39.6万 haのうち 27.2万 ha(7割弱) がこれらの農家によって占められています。



進む集落営農 農地整備と一体支援

農地の縮小や農業の担い手が高齢化する中で、集落営農や大規模経営の育成が進められており、農業構造改革が推進されています。

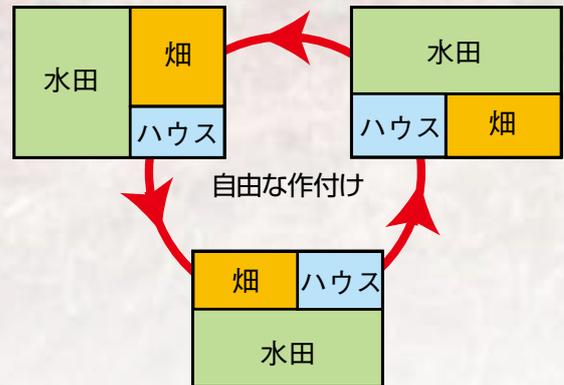
面積的にまとまっている場合には、補助や助成事業の対象となります。田畑輪換に必要な整備水準へ農地を再整備する場合、フォアスシステムが適しています。



田畑輪換が自在に行える...

田畑輪換を行い、麦、大豆、野菜など、畑作物の安定多収と高品質化を図ることが求められています。湿害と早魃時を克服するのみならず、作物に適した地下水位と土壤水分を維持する FOEAS の導入により、これを可能とします。水稲単作から多用な作物栽培を展開することで、農業経営の安定化が図れます。

このことにより、農業経営の安定的な発展が可能となります。



地域でのブロックローテーションが定着し、転作が拡大します。

制御システム『フォアスシステム』のご提案

2. 「フォアスシステム」とは？

① 「農業新技術2008」に選定

農林水産省農林水産技術会議より 2008年2月29日発表

② 平成18年度 農林水産大臣賞を受賞

「自然庄パイプライン・地下灌漑システムによる新水管理技術の開発」民間部門農林水産研究開発功績者表彰

フォアスシステム — 開発の背景とねらい

稲・麦・大豆を核とする水田農業で経営を安定させるためには、規模拡大と各作物の高品位安定多収、農作業時間短縮、低コスト化の追求などを図る必要があります。

そして、これを実現するためには、品種改良や栽培技術の確立と共に圃場の整備によって、大型農業機械化体系を実現する上で必要な圃場の大区画化や水稻栽培時における水管理の省力・適正化、畑作時の湿害や早魃対策、機械化作業体系で最大のネックとなっている草刈り労力の削減などを図る事が重要です。

水田畑作の最大課題は湿害対策であります。地下水位を低下させすぎると逆に早魃が発生することもあります。従来から実施されてきた暗渠排水施設を利用

した地下水位調節は、水閘の開放と閉鎖のどちらかであり、各作物が生育期別に必要とする地下水位を設定する事が困難でした。

そこで、暗渠排水機能の維持に必要な管理と地下水位調節並びに水稻栽培時の水管理も容易に行え、圃場の整備水準の向上に際して換地などを伴わないことなどを特徴とする新地下水位制御システム「FOEAS」(フォアス)を開発しました。

なお、本システムは独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所(現 農村工学研究部門)と(株)パディ研究所が共同開発したものであり、特許を取得しています。

株式会社パディ研究所 所長 小野寺 恒雄

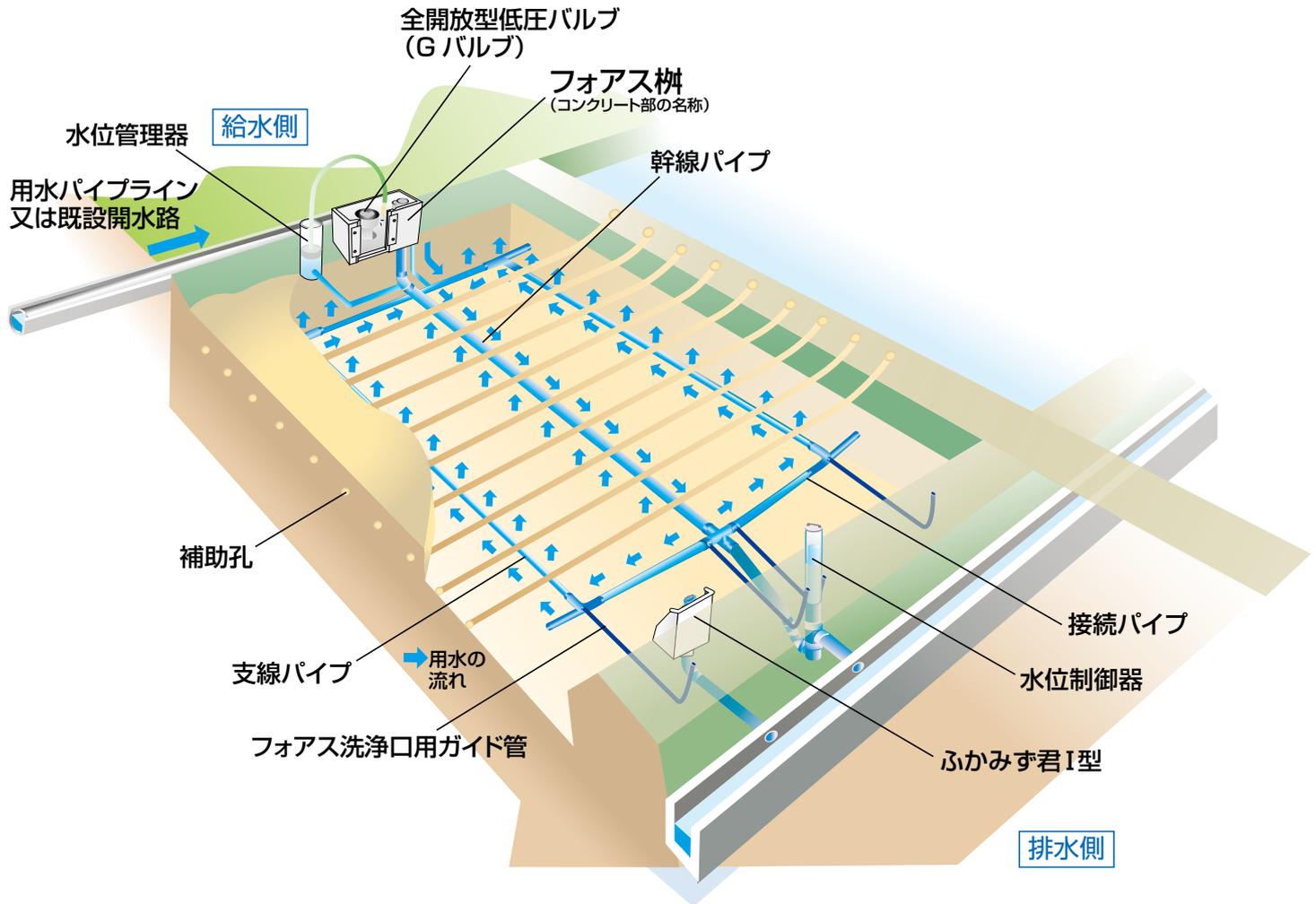
CONTENTS

I. 地下水位制御システムのご提案	1	一般的な地下灌漑と“フォアス”の比較	14
フォアスシステムイメージ図	3	IV. フォアス導入の事例	15
フォアスシステムの特長	3	1年の水管理	15
II. フォアス樹及び主要製品の製品のご紹介	5	V. 新提案	17
「Gバルブ」を開発しました	6	その1: U字溝をパイプライン化	17
「L字継手」を開発しました	7	空気弁「Gベント」は混入した空気を排除	18
水位管理器「Gフロート」を開発	7	その2: 排水路の浅層化が可能	19
Gフロートの作動状況	8	その3: 明渠に代わり隣接水田からの漏水をキャッチ	20
Gフロートの水理特性	8	VI. 維持管理	21
水位管理器の動き	9	管内洗浄方法	21
水位制御器	10	VII. 棚田の水管理、パディ式サイホン取水維持装置	22
ふかみずくんI型	10	ふかみずくんII型	22
水位制御器の管理イメージ	11	パディ式サイホン取水装置	23
大豆の地下灌漑の効果	11	全体概要図/作動原理	24
III. 施工	12	VIII. 関連製品	25
ベストドレーン工法の特長	12	IX. 使用上の注意事項	32
アーム式補助孔施工機	13	X. 標準参考図	35
補助孔施工のイメージ	14		

フォアスシステムイメージ図 ～圃場～

ベストドレーン施工

← 工事規模によって



フォアスシステムの特長

1 水管理が容易に

暗渠排水で湿害を、地下灌漑で早魃を防止するとともに、作物に適した水位を維持します。

2 田畑輪換が容易に

田畑輪換が容易に行えます。

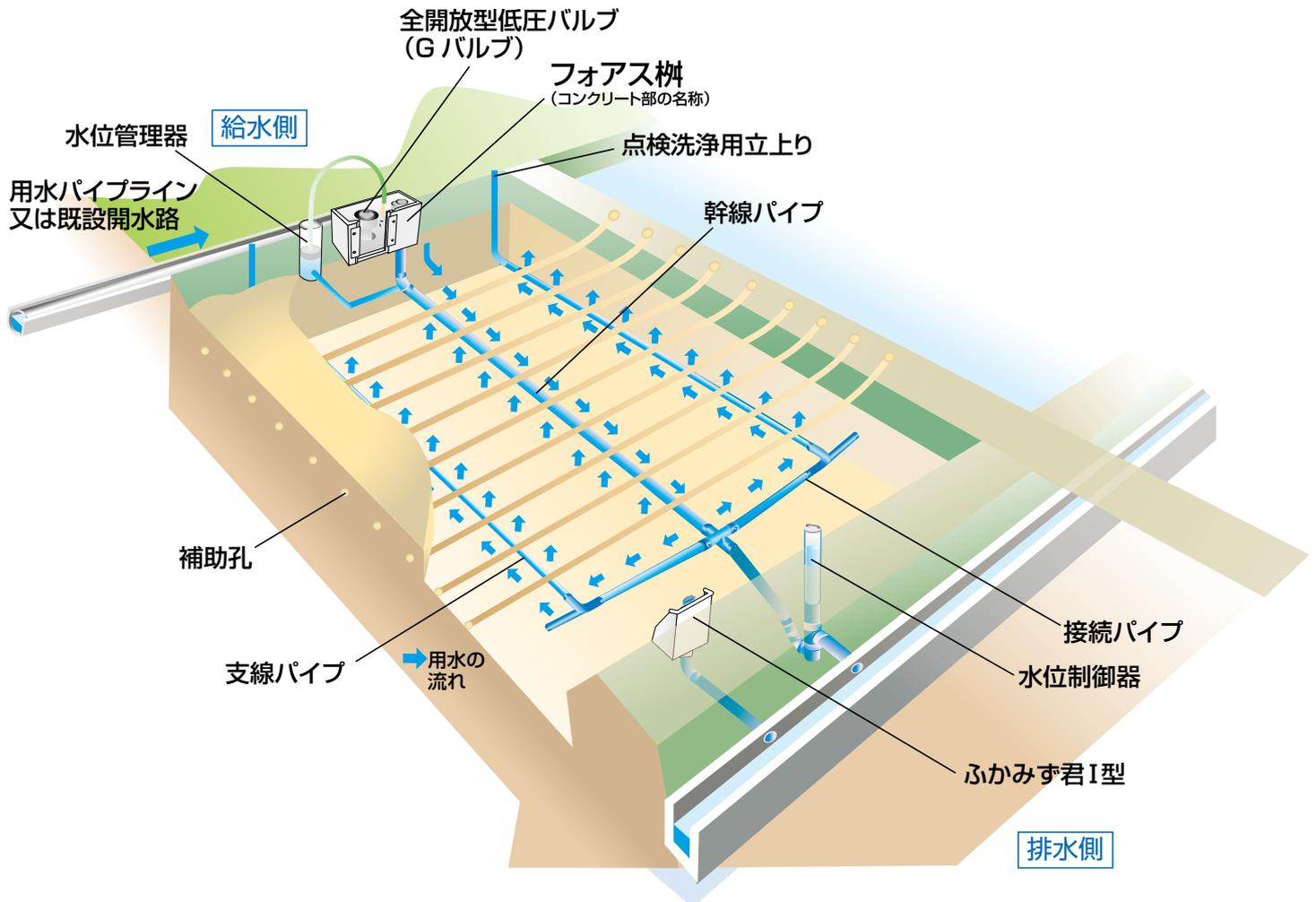
3 長期使用も可能に

水位をモミガラ等の暗渠疎水材よりも上げておくことで腐食が進みにくくなります。また、暗渠管内の洗浄が容易です。

4 大幅な節水が可能に

使い分けします →

アーム式ベストドレーン施工

**1. フォアス枿**

給水バルブの操作で幹線パイプへの給水および地表灌漑ができます。

2. 幹線パイプ

水位制御器までの導水および用水中に含まれる泥・土砂を管内に堆積させます。

3. 支線パイプ

従来の暗渠機能と補助孔への送水機能を併せ持ちます。

4. 補助孔

土壌の亀裂を発達させ、排水および給水を促進します。

5. 洗浄口用ガイド管、点検洗浄用立上り

地表から高圧噴霧機を入れる誘導管です。

6. 水位制御器

内筒の伸縮によって、田面から+20cm、-30cmまでの水位設定が自由に出来ます。

7. 水位管理者

設定水位になるように、用水を自動給水します。

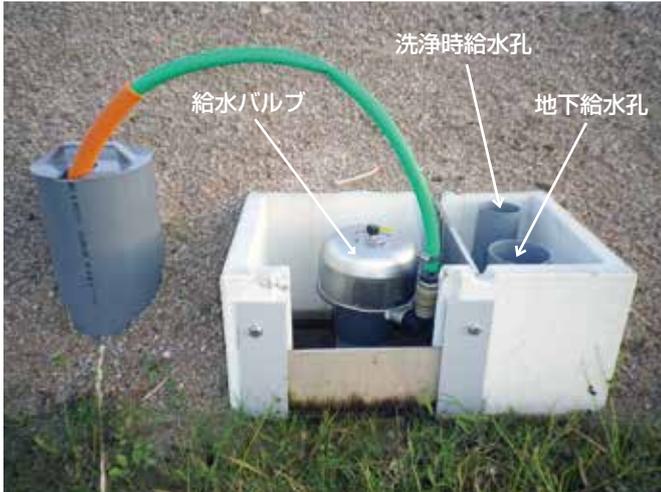
8. ふかみず君I型

表面排水高さが調整できます。

II. フォアス桧及び主要製品のご紹介

フォアス桧及び主要製品

品番 9730



注：高圧系(H型)



注：低圧系(L型)

1. フォアス桧の構造と各部の機能

- 1)【給水バルブ】—— 用水管路からの用水を供給するバルブ。給水弁サイズ: $\phi 100$ (Gバルブ)
- 2)【地下給水孔】—— Gバルブから供給された用水を幹線パイプへ送り込む孔。給水孔サイズ: $\phi 100$
- 3)【洗浄時給水孔】—— 支線パイプを洗浄するときの水の取り入れ孔。支線パイプに取り付けた洗浄口用ガイド管内に洗浄ノズルを挿入して洗浄する場合、洗浄孔から強制的に水を送り込むことで洗浄作業が容易に。給水孔サイズ: $\phi 75$

2. 給水能力

面積 0.5ha の圃場に対応。

大規模化の 必須アイテム

● 地下水位を遠方からでも容易に確認でき、省力化につながります。



ペットボトル等



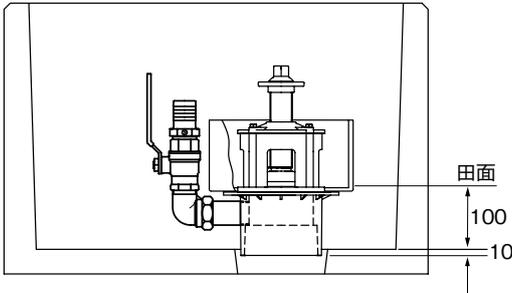
浮きの役割
目印により
遠方からでも
地下水位確認
が可能に

水頭差20cmでも用水供給が可能な全開放型低圧バルブ(Gバルブ) 品番 9720

自然圧パイプラインは、動力源を必要とせず維持管理費がおさえられる事から、これからの用水路として注目されています。現行の給水バルブは逆流する恐れがあったり、バルブ本体が大きく高価格。水位管理者(Gフロート)との接続ができないなど問題がありました。これらの問題に対処するため安価で水位管理者と一体的に使用でき、逆流防止機能付きの低圧バルブです。これは、超低圧でも流れる自然圧パイプラインを可能としました。

※注意：Gバルブは低圧系(L型)と高圧系(H型)がありますので、ご注意ください。

Gバルブ低圧系(L型) 取付高さ

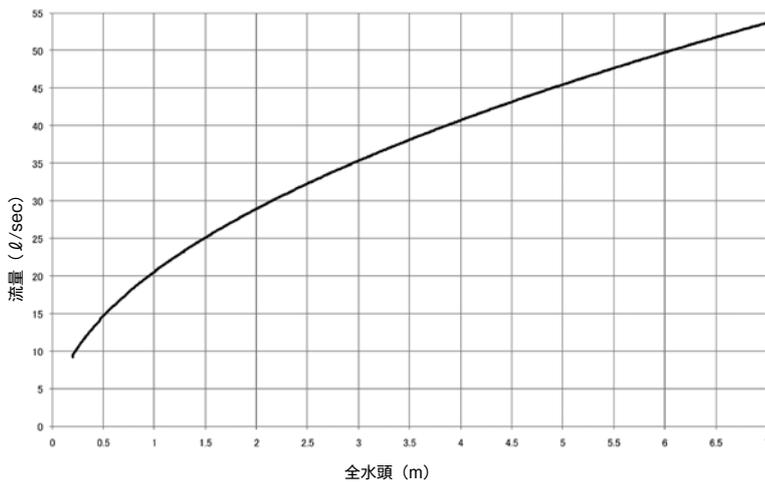


代かき時など大量の水を使うときは、逆流防止桧を取り外す



普通期は逆流防止桧を取付ける

Gバルブ(低圧系)の流量特性(全開時)



Gバルブ(L型) 全開時 流量×全水頭特性

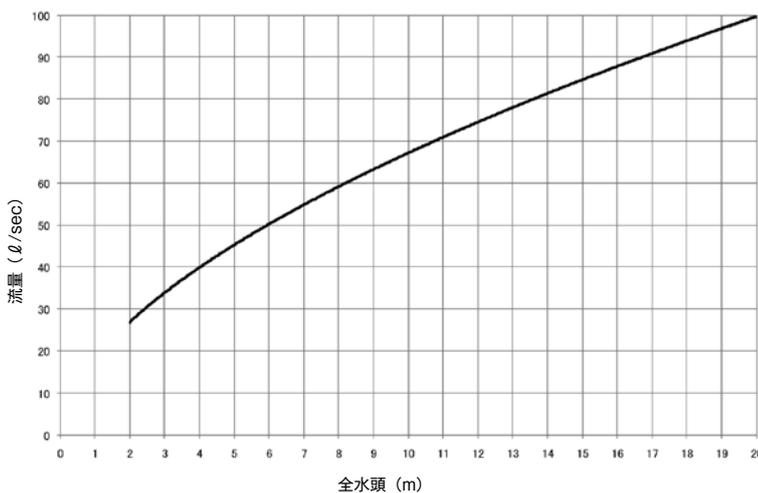


使用圧力：0.002～0.07MPa

※低圧系(L型)は逆流防止桧を付けた状態では約4ℓ/sec以上で水跳ねします。それ以上の流量が必要な場合は逆流防止桧を取り外してご使用下さい。

※低圧系(L型)は吐出量約12ℓ/secを超えますと、フォアス桧より水跳ねしますのでご注意ください。

Gバルブ(高圧系)の流量特性(全開時)



Gバルブ(H型) 全開時 流量×全水頭特性



使用圧力：高圧系(H型)
0.02～0.2MPa

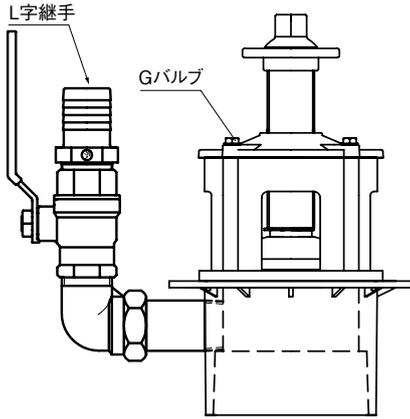


「腰をかかめない」でも、開閉できる
Tハンドル(水位制御器に付属)



Gバルブと水位管理者の接続部材「L字継手」

品番 9723



⚠️ ご注意事項

冬期はパイプラインの落水後にL字継手のボールバルブを全開にしてボールバルブ内部の水を抜いてください。水を抜かない場合、凍結によりボールバルブが破損する恐れがありますのでご注意ください。

「水」管理の適正化と管理労力を削減する低コストな水位管理者「Gフロート」

品番 9726

Gフロートは、用水供給時の水位の適正化と、かけ流しの防止、水管理労力の削減を目的とした機能的な製品です。現行の自動給水器のような複雑な構造ではなく、水稻の普通期の用水補給や地下かんがいのみに対応することで、構造を簡単にして、低コスト化を図りました。

また、動力を用いず、水位の増減を利用した自動水位管理機能により、水管理労力と用水使用量の大幅な削減が行えます。

L字継手と水位管理者を結ぶ給水用ホースおよびホースバンドも同梱されています。

水位管理者は浮力制御、電気を使わず自動給水



水位管理者取付管用蓋

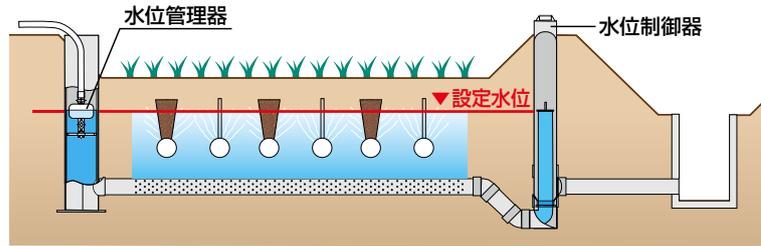


水位管理者取付管用チース

水位管理者の動き

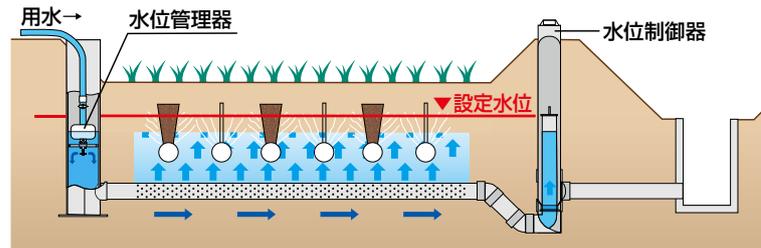
ちょうど良い時

地下水位が設定のとおりときは、水位管理者のフロートが上がって弁を閉じ、用水の供給は行いません。



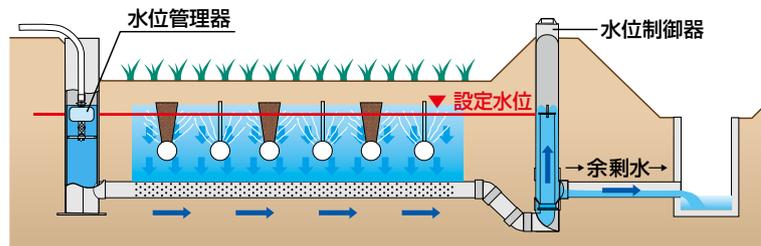
水が不足の時

地下水位が設定より低いときは、水位管理者のフロートが下がって弁が開き、用水を設定水位まで供給します。



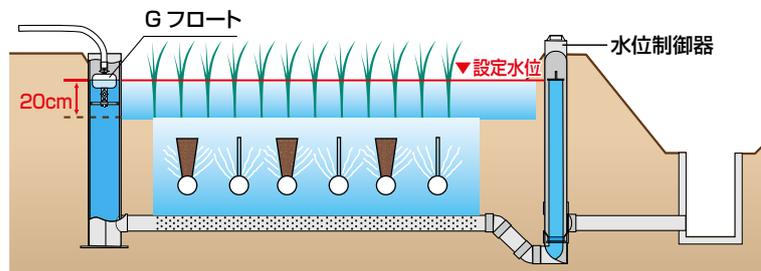
水が過多の時

地下水位が設定より高いときは、水位管理者のフロートが上がって弁が閉じ、用水の供給をストップします。余剰水は水位制御器から排水されます。

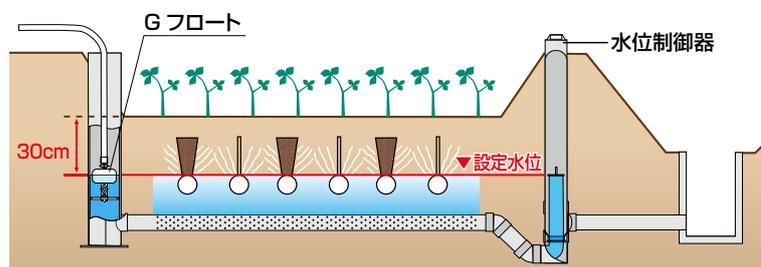


フォアスの水位設定範囲

■ 水田の深水管理(+20cm)



■ 畑作時の地下水位(-30cm)



水位制御器

品番 9729

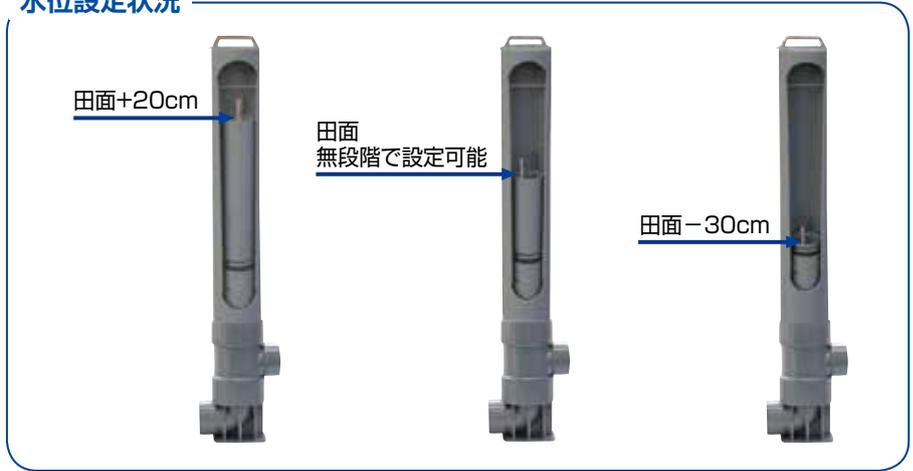
(株パディ研究所製)

内筒の伸縮によって、田面から+ 20cm、- 30cm までの水位設定が自由に出来ます。



水位制御器 単体

水位設定状況



ほ場の表面排水機能を高めるため、ふかみずくんI型を設置します 品番 4831

(株パディ研究所製)



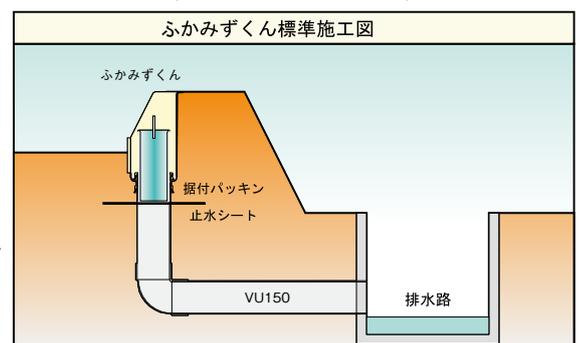
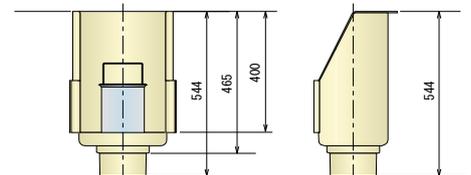
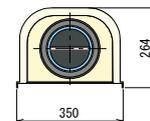
本体



据付パッキン

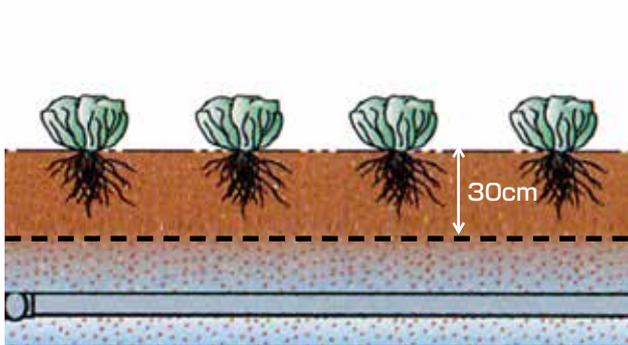


止水シート

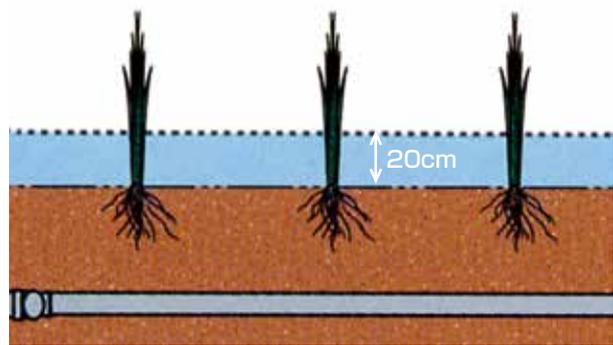


水位制御器の管理イメージ

畑作時の地下水位

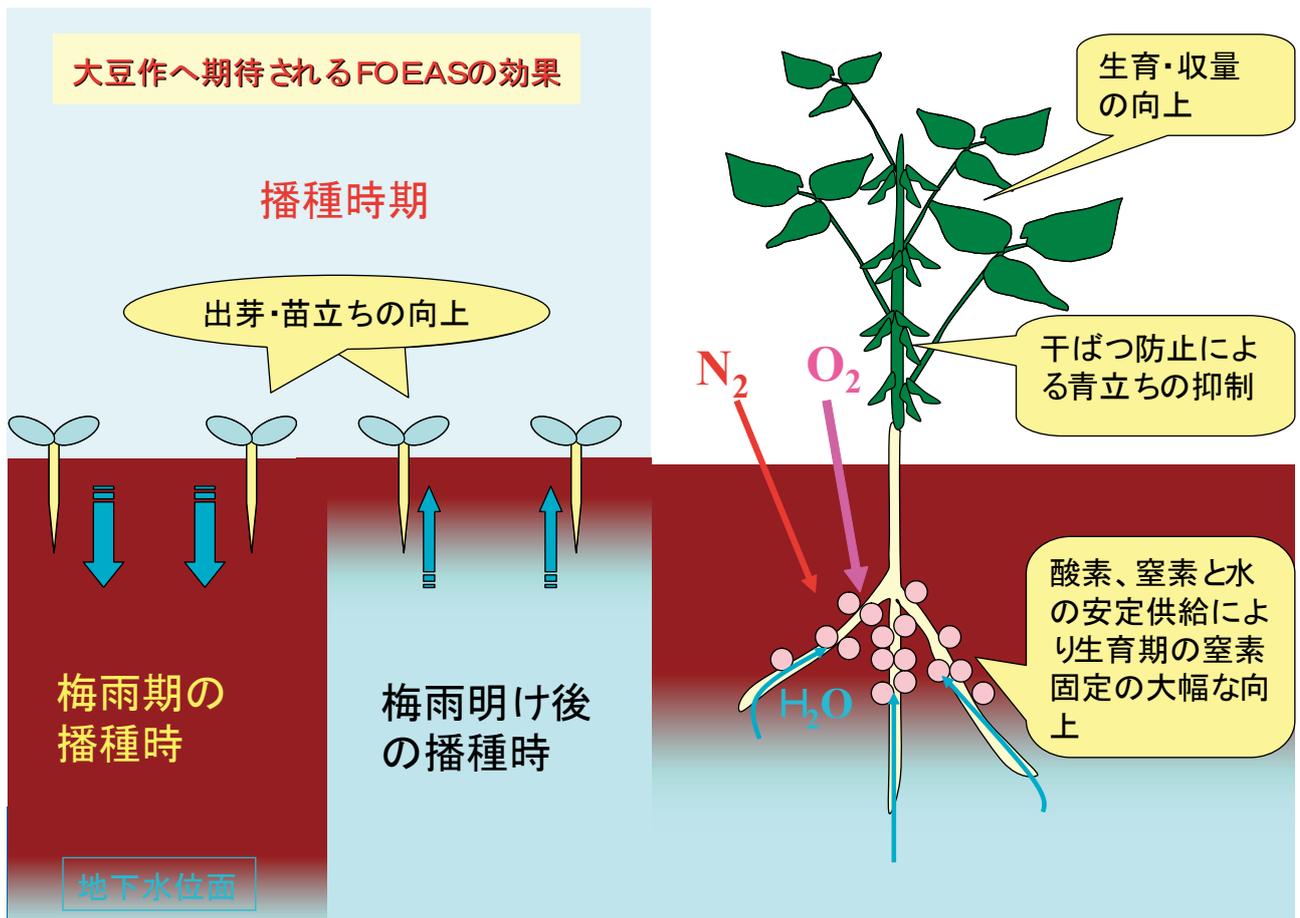


水稲作付け時の深水管理



大豆の地下灌漑の効果

大豆作へ期待されるFOEASの効果



独立行政法人 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 島田信二農学博士 作図

Ⅲ. 施工

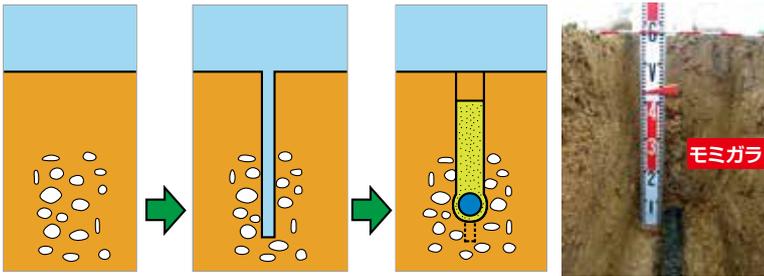
ベストドレーン工法の特長 キャタピラージャパン(株)

- 心土に石が混在している圃場は、油圧ショベルで掘削していましたが、心土に石が混在している圃場でも施工可能です。
- トレンチャーで掘削後すぐに溝が狭まるような軟弱土壌でも施工可能です。
- 油圧ショベルやトレンチャーなどと違い下層土を掘り下げないので、表土に下層土を混ぜません。
- 施工幅が狭いので、疎水材の削減が可能で、施工部の陥没が起こりにくい工法です。



石混じりでも施工可能

ベストドレーン工法の手順

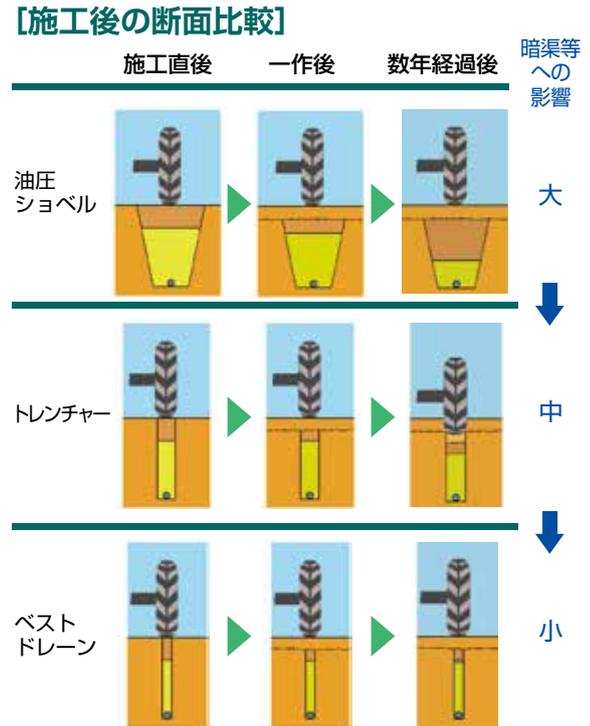


1 施工前 **2** ガイド作業
「フォアスカッター」で
法線上の障害物を移動 **3** ベストドレーン
作業機でパイプと
疎水材を施工 実際の写真



レーザー受光器 レーザー発光器

施工方法による疎水部の違い



油圧ショベルやトレンチャーに比べて断面が狭く、農業機械が落輪しにくくなります。

● ベストドレーン施工



ガイド作業



ベストドレーン施工



施工状況

● アーム式ベストドレーン施工



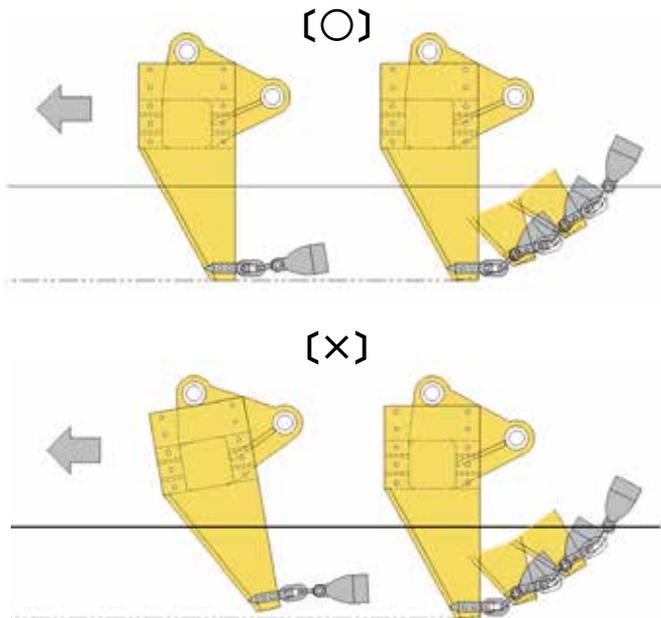
ガイド作業



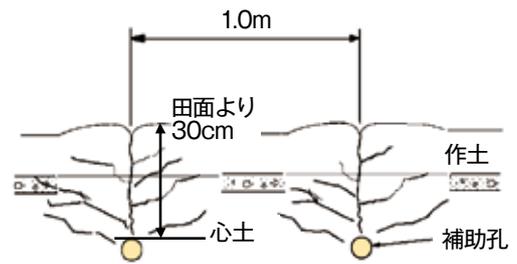
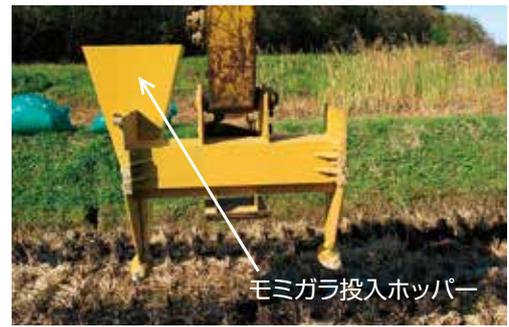
レーザー受光器
アーム式ベストドレーン施工

アーム式補助孔施工機

● 補助孔を施工中のアタッチメントのイメージ



アーム式補助孔アタッチメント



補助孔の間隔と深さ

作業機が水平でない場合には、弾丸部が浮き上がるので注意が必要です。



疎水材の投入



補助孔施工

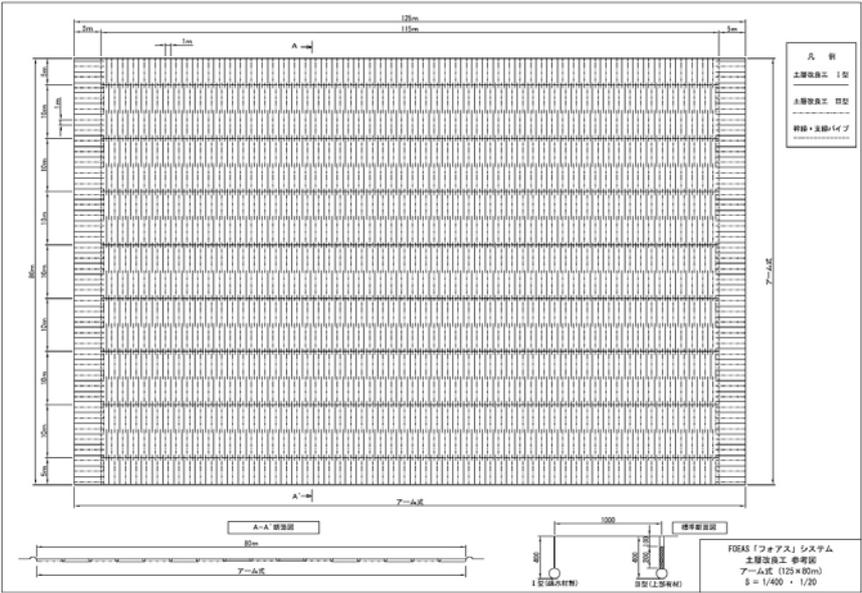


補助孔施工



施工後断面

補助孔施工のイメージ

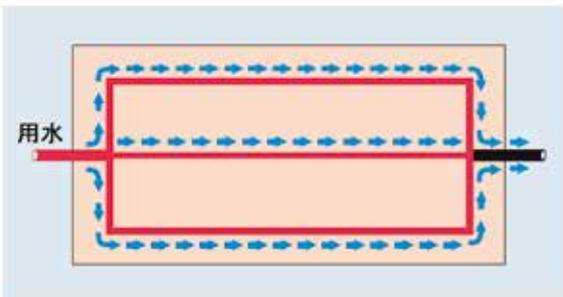


● 1 m間隔で補助孔

- ①一般的な 10 m間隔の本暗渠のみで地下水位を調整することは不可能です。
- ②フォアスは、1m間隔で補助孔を施工します。
- ③これには、独自開発のアタッチメントを取り付けたバックホーを使用します。
- ④バックホーの強力な力で、土壤中に亀裂と、補助孔を形成します。また、補助孔上部にモミガラを挿入することもできます。

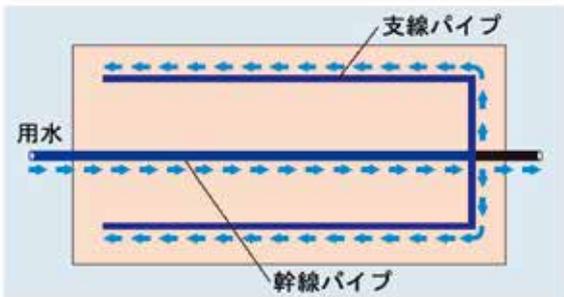
一般的な地下灌漑と“フォアス”の比較

一般的な地下灌漑

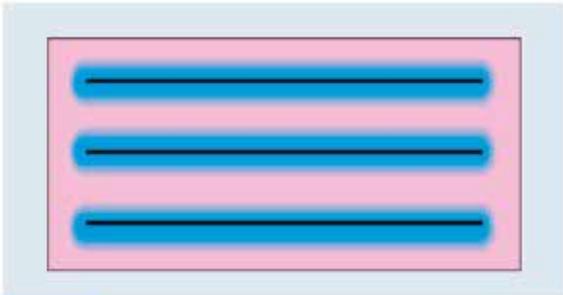


泥や砂等の浮遊

「FOEAS」

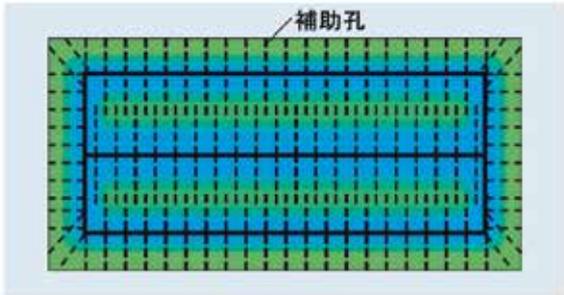


幹線パイプを設けることで浮遊物沈殿後の用水

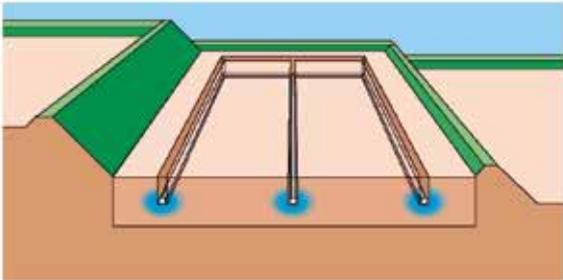


有孔管で地下水分制御が可能な範囲

水分制御が困難な部分



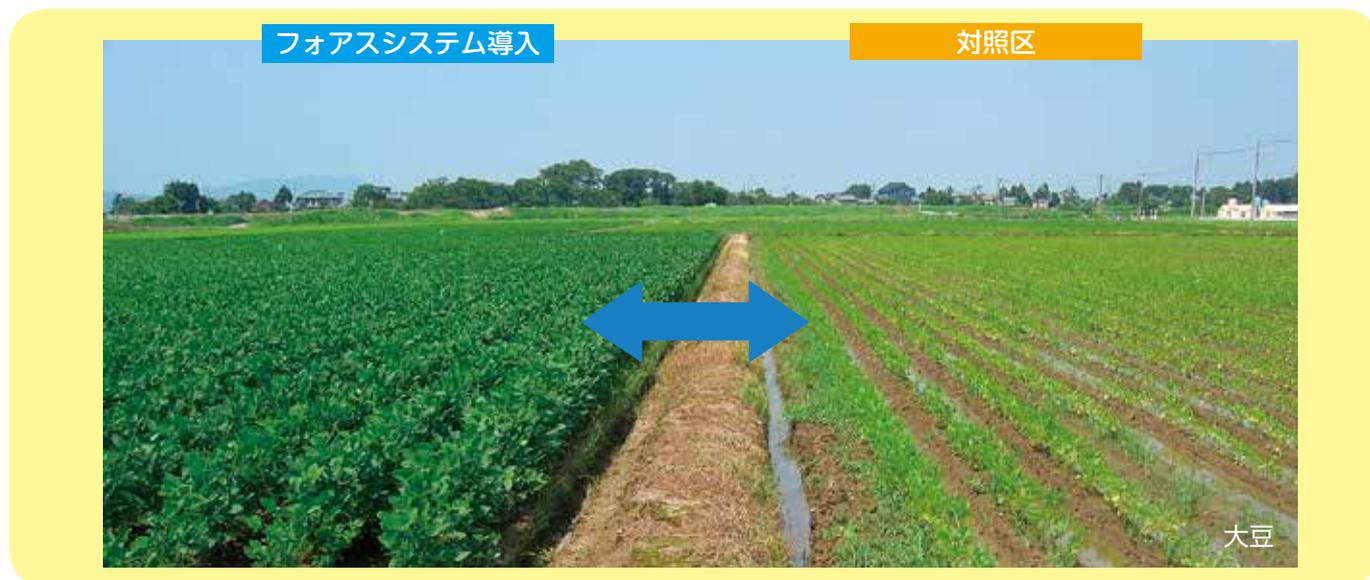
水分制御が可能な範囲



補助孔

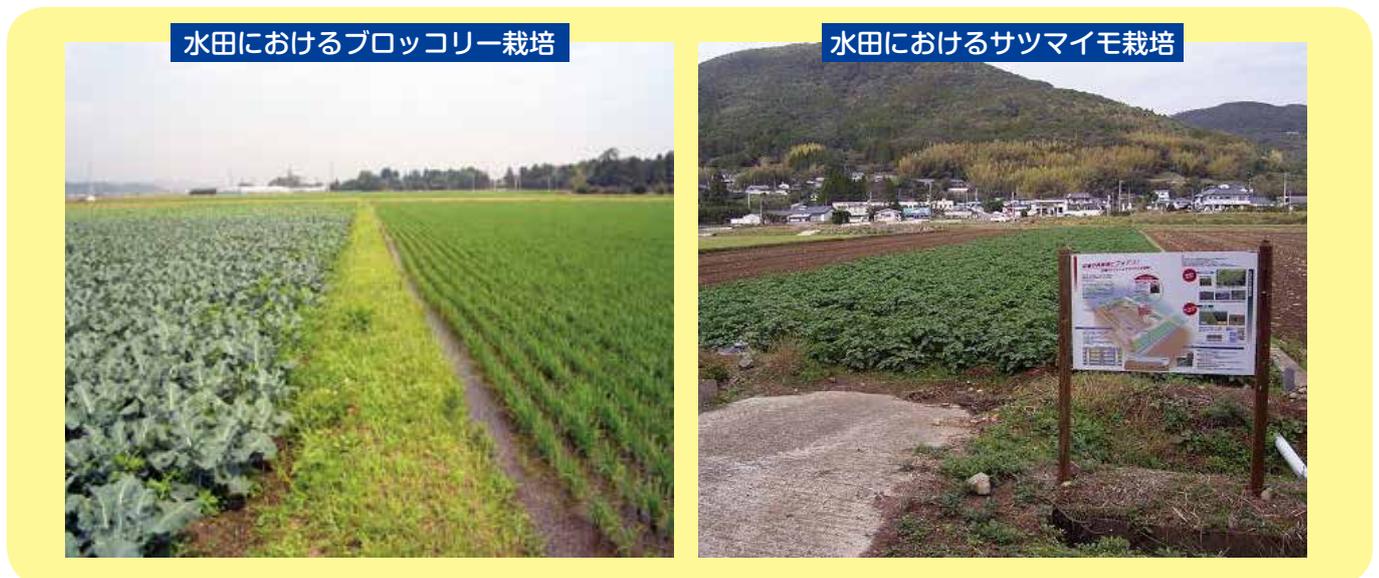
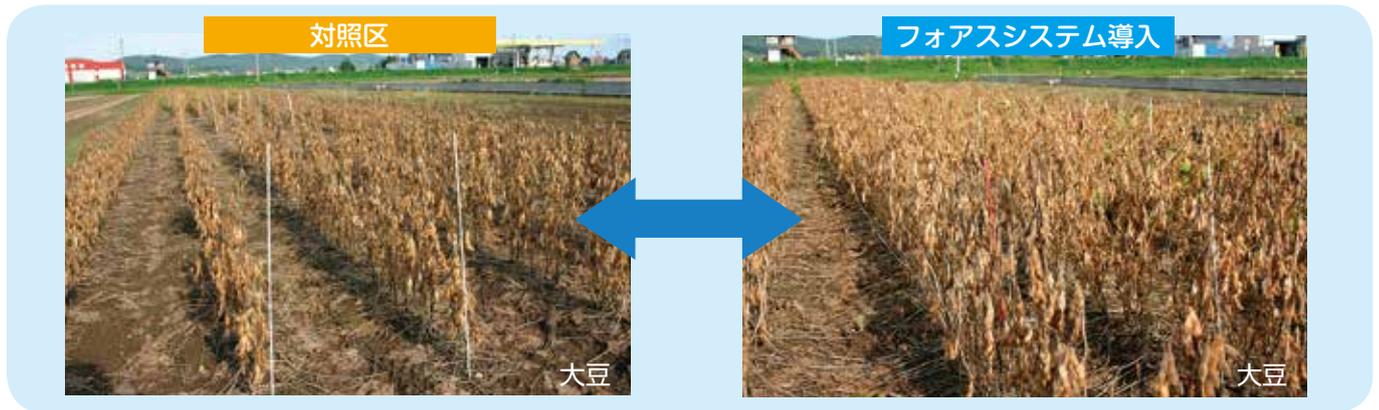
IV. フォアス導入の事例

本事例は収穫を保証するものではありません。



水稻栽培時の水管理





水稲栽培時の水管理が容易に

- ① 間断灌漑を地下灌漑に置き換えることができ、水管理が容易になります。
- ② 収穫時には田面を乾燥できる為、コンバイン走行が可能です。
- ③ Gフロートを使えば、減水分のみを自動給水することができ、管理が一層容易になります。

V. 新提案

その1 U字溝をパイプライン化することで自然圧による管路を作ります

●無効放流がなく、下流水田まで安定的な用水供給

①土水路や老朽化したコンクリート水路では、漏水が発生して用水が末端水田まで到達しないことがあります。また、幹線水路から支線水路に流入した用水が、全量利用されない場合には排水路に放流されてしまいます。これらをパイプライン化で解消できます。

●道路の拡幅

②フォアスは、水源と田面との標高差が40cm以上あれば、加圧を行わなくてもパイプライン化が実現します。現況用水路の中にパイプ敷設を行うことも可能であり、このことによって農道の拡幅が図れます。

●用水不足の解消

③パイプライン化は、支線水路において必要とする量のみが、幹線水路から取水されることから、水不足の解消につながります。

●動力が不必要

④自然圧パイプラインは、揚水ポンプを必要としないため、ランニングコストの削減が図れます。



現況用水路にパイプを敷設

一般的な農道



フォアス施工後



道路の拡幅により
すれ違いも
ラクラク

空気弁(Gベント)は送水中に発生・混入した空気を排除します

管路の凸部などに設け、溜まった空気を取り除いて管の閉塞を防ぎます。また、点検口としても使用頂けます。



Gベント 単体



Gベント(低圧用) 設置状況

Gベントの適用範囲

本製品の仕様は下記の通りです。使用条件を満たしているかをご確認ください。

	取付呼び径	※1) 使用圧力	耐圧	適用流体	主な機能	取付方法	その他
L型	100	0.05MPa 以下	0.3MPa	自然圧農業用水	※2) 圧力下排気	接着接合	掃除口機能あり
H型	100	0.05 ~ 0.2MPa 以下	0.3MPa	自然圧農業用水	※2) 圧力下排気	接着接合	掃除口機能あり



※1) 使用圧力を超えた空気は排気されません。

※2) 急速吸排気機能はありません。(弁差圧 0.05MPa 時の排気量：L型—約 170L/min、H型—約 220L/min)
急速吸排気が必要な場合は、通気スタンドや急速空気弁をご使用ください。

●施工上の注意



・予め用水パイプラインのGベント取付位置には、呼び径 100 で分岐し、所定位置に TS100 受口を鉛直(すれ 2° 以内)となるように設置しておいてください。

・Gベントを収納する弁室は V U 300 以上の寸法を確保し、Gベントを中心に設置してください。

●使用上の注意



空気弁を安全にお使いいただくためには保守・点検・お手入れが大切です。

農水には様々な異物が含まれており、これらの異物が多量に空気弁内に浸入付着した場合には、空気弁の作動に支障をきたします。また長期間の使用により農水中の浮遊物が、弁箱、弁体等に付着し弁体がうごきにくくなりますので、定期的に内部の点検、清掃を行ってください。

施工現場事例

末端部までの延長距離 300m
水頭差40cm、末端動水頭20cm

現場写真①



U字溝への硬質ポリ塩化ビニル管設置②



不陸対策としてGベントの設置③



その2 水位制御による動水勾配の考え方により、排水路の浅層化が可能です

●排水路を浅くすることが可能です

- ①従来の暗渠排水は、暗渠管の埋設において一定の勾配を付けていました。
- ②しかし、フォアスは、地下パイプが水平で常に満水状態となっていることから、暗渠に勾配をつける必要はありません。
- ③暗渠の排水口が浅くなれば、排水路を従来のように深くする必要はありません。
- ④排水路が浅くなれば、法面積が減少して草刈が楽になります。
- ⑤排水路が浅いと水田からの漏水が抑制され、水持ちが良くなります。
- ⑥排水路と田面の落差が小さくなると、水田への生物の遡上も容易になります。
- ⑦排水断面が小さくなれば、耕作面積が増加し、また、工事費の削減も可能となります。

フォアスによる排水路再生

排水路の深さをこれまでの120cmから50～60cmまで浅くできれば！

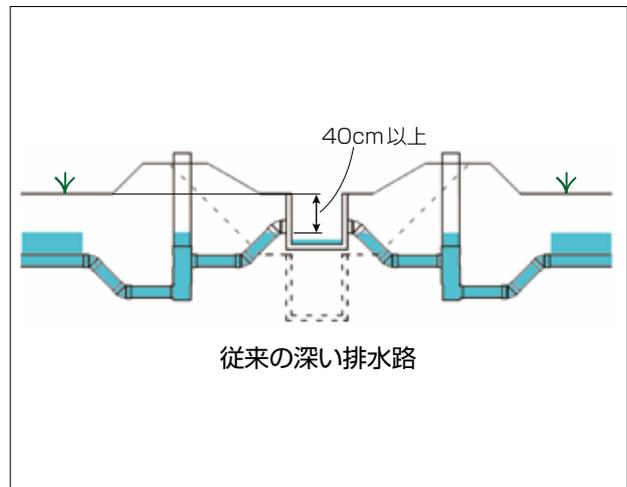


- ①排水路工事費用の低減
- ②排水路幅の縮小
- ③草刈り作業面積の削減
- ④転落等の危険回避
- ⑤漏水の減少とこれに伴う用水量の削減
- ⑥法面崩落の減少に伴う水路維持管理の容易化

水は動水勾配で流れる

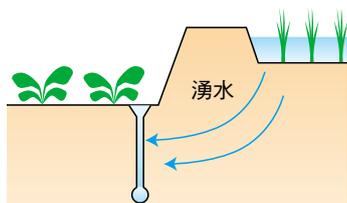


排水路の自然水路化



その3 明渠に代わり隣接水田からの漏水をキャッチ

【キャタピラージャパン(株)D3シリーズ ベストドレーン仕様機による暗渠 PE 施工事例】



畦際を切り裂きながら、暗渠 PE を布設。
同時に管上部よりモミガラを投入。



ベストドレーン工法の本暗渠 PE 布設機を併用した設計。
【写真は後部】



機械を反転させずに済むよう、左右にモミガラ投入用ホッパーを設置。