

Development of A Procedure to Introduce Drip-Irrigation to Terraced Fields of Asparagus

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 笠原, 賢明, 渡邊, 修一, 松森, 堅治 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001806

段差のあるアスパラガス栽培圃場にも適用可能な既存散水設備を活用した点滴灌水導入技術の開発

笠原賢明・渡邊修一・松森堅治

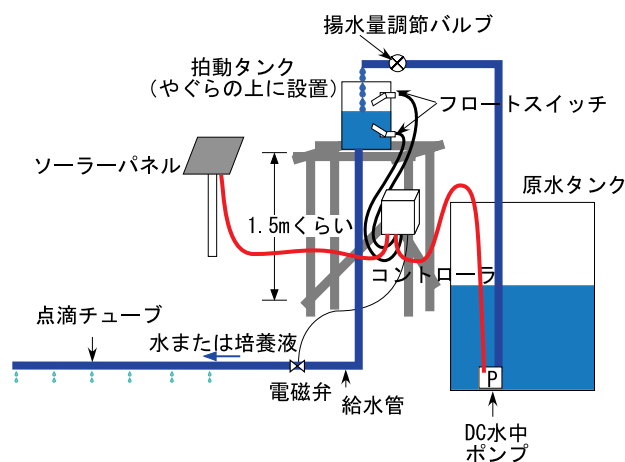
Key words：点滴灌水，露地栽培，アスパラガス，棚田跡地

目 次

I 緒 言	27	3 水位調整タンクの利用	30
II アスパラガス栽培圃場の概要と拍動灌水装置導入時の問題点	28	IV 拍動灌水装置導入の効果とコスト	31
III 既存配管を利用する施工方法	28	V 摘 要	32
1 対象とするアスパラガス圃場の既存灌水装置	28	謝 辞	32
2 拍動灌水装置の導入方法	29	引用文献	32
		Summary	33

I 緒 言

これまでに、太陽電池で駆動するポンプを利用した低コストな点滴灌水装置（日射制御型拍動灌水装置，以下拍動灌水装置）が開発され⁵⁾，露地栽培への導入が進んでいる（第1図）。点滴灌水に関しては，土壤水分を好適に保つことができる，水の節約になる，灌水同時施肥が可能で肥料の節約になる³⁾，細根の発達を促す^{2, 4)}など，散水や畝間灌水など慣行の灌水方法に対する優位性がさまざまに指摘されている。その一方で，広島県内のアスパラガス栽培圃場では散水による灌水設備が広く導入されている現状がある。散水管を用いると単位時間あたりの灌水量が多くなり，水源の水圧と水量が十分でなければ送水能力の大きな動力ポンプと原水タンクが必要となる。大型の動力ポンプは高価格で，補修経費もかさみ，消費電力または使用燃料も多くなることから，アスパラガス圃場の既存の散水管を点滴チューブに置き換え，時間あたり灌水量を少なくすることはコスト削減の点からも意義深い。



第1図 標準的な拍動灌水装置の基本構成

ソーラーパネルに光が当たるとDC水中ポンプが稼働し，原水タンクから拍動タンクへの揚水が始まる。拍動タンク内の水位が上側のフロートスイッチまで上昇すると，コントローラから信号が送られ，電磁弁が開いて点滴灌水が開始される。電磁弁が開いている間も水中ポンプは稼働して揚水は継続するが，灌水量が揚水量を上回れば，拍動タンク内の水位は低下する。水位が下側のフロートスイッチまで低下するとコントローラから信号が送られて電磁弁が閉じ灌水は中断する。日射がある限り揚水は継続するため，拍動タンク内への水の貯留が再開し，水位が上昇する。この動作を繰り返す。

(平成27年5月29日受付，平成28年2月29日受理)

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

われわれは、広島県内のアスパラガス圃場で普及している灌水設備の既存の配管を活かしながら、拍動灌水装置を導入する方法を考案した。さらに棚田跡地など多筆からなり、かつ段差のある圃場に対して点滴灌水の導入を可能とする新たな技術を開発したので報告する。

Ⅱ アスパラガス栽培圃場の概要と拍動灌水装置導入時の問題点

対象とした棚田跡地のアスパラガス栽培圃場には段差があり、圃場全体を一齐に灌水すると次の3つの原因によって、上段に比べ下段の灌水量が多くなる問題があった。1) 上段の圃場よりも下段の圃場の方が給水管内の水圧が高くなり散水量が多くなる。2) 灌水停止後も上段の給水管内の水が下段に移動し、散水管から水だれが起こる。3) バルブを開く、あるいはポンプを稼働して灌水を開始した直後は下段の散水管内が先に水で満たされて散水が始

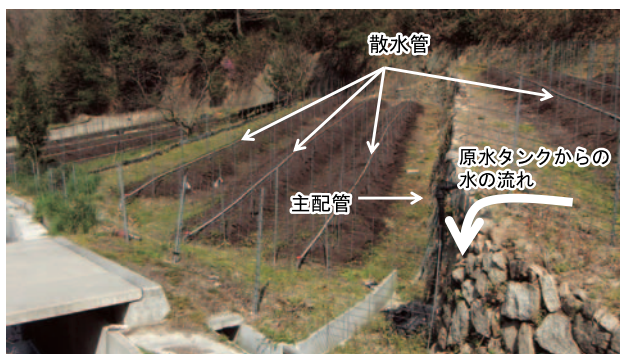


写真1 棚田跡地アスパラガス圃場の散水灌水設備の例

まるため、上段よりも下段の方が散水時間が長くなる。棚田跡地のアスパラガス栽培圃場では、段差に起因する灌水ムラを防ぐためにバルブを手動で順次開閉することで、各段一筆毎に散水灌水を行う必要があった。段差のあるアスパラガス圃場の散水灌水設備の例を写真1に示す。

高低差のある圃場でムラなく点滴灌水を行うには、水だれ防止・圧力補正機能付きの点滴資材を使用する方法が確立している¹⁾。水だれ防止・圧力補正機能付き点滴資材で灌水するには0.1MPa(約10mの水頭圧に相当)以上の水圧が必要であるが、この圃場の水源は最上段に掘られた井戸から給水される原水タンクであり、高低差が10mに満たず、そのような高い水源水圧が得られない(写真2)。送水圧を確保するために動力ポンプを導入する場合、栽培規模に見合った能力の高価なものが必要となる。

また、圃場が細長く、点滴チューブを単純に畝方向(長い方向)に設置した場合、チューブ内に水が流れるときの壁面抵抗が大きくなる。拍動灌水装置のように1.5m程度の水頭圧(約0.015MPa)では、壁面抵抗による水頭損失が無視できないレベルとなり、点滴チューブ末端では水圧不足になり、吐出量が不足して灌水不足になることも起こり得る。

Ⅲ 既存配管を利用する施工方法

1 対象とするアスパラガス圃場の既存灌水設備

対象とした圃場の既存灌水設備は次のように構成

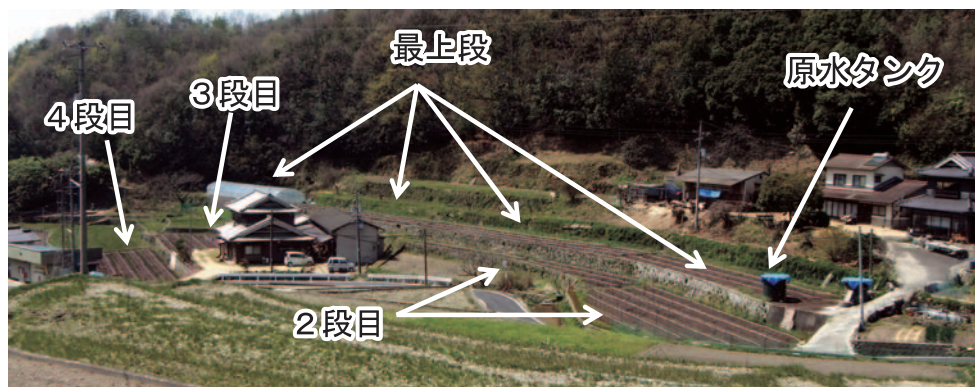


写真2 拍動灌水装置を導入する前の対象圃場の全景

ゲートバルブで区切られている灌水区画は、最上段が4区画(1番西(左)はハウス)、2段目が2区画、3段目と4段目は1区画である。

されている。まず、最上段の圃場にある井戸から地上の原水タンクに井水を汲み上げ貯留する（写真2）。貯留した原水は送水ポンプで地下に埋設した径50mmのポリエチレン管（PE管）を通して圃場全体の各区画に送水される。この配管を主配管と称す



写真3 圃場を区切るゲートバルブ



写真4 地下配管からの立ち上がり



写真5 ボールバルブによる散水量の調節
バルブの開き具合で散水量を調節していた。

ることとする。区画ごとの配管分岐箇所にはゲートバルブが設置されており、バルブの開閉により区画ごとに、それぞれ独立に灌水できるようになっている（写真2, 3）。各区画に導かれた配管は畝の端で地中から硬質塩化ビニル管（塩ビ管）によって地上に立ち上がりエルボ、ボールバルブを介して外径40mmの散水管に接続されている（写真4）。このボールバルブの開き具合によって、同時に灌水する区画ごとの散水量を調節していた（写真5）。

地下に埋設してある主配管は径50mmであり、内容積は非常に大きい。しかし、原水送水ポンプが地上にあり、かつ、散水管も畝の端から立ち上がっているという構造上、散水を停止している時間も常時水に満たされている。ただし、段の異なる区画を区切るゲートバルブを開放すると、主配管内の水もサイフォンによって下段へ流去する可能性がある。

なお、この形式の灌水設備は広島県内の中山間地のアスパラガス栽培圃場で多数認められる。

2 拍動灌水装置の導入方法

既存の配管を活かすため、散水管の接続部分を異径ソケットで減径し、散水管を点滴チューブに置き換えた（写真6）。スタートコネクタをY字にして1畝に対し2条点滴チューブを設置した。段差のある圃場に点滴灌水を導入する場合には、異なる段を区切るゲートバルブを常時閉じた状態にして、主配管をそのまま利用する（灌水ムラをなくす方法については後述）。拍動タンクには、点滴チューブまでの管内を一気に水で満たすという役割があるが、主



写真6 散水管を点滴チューブへ置き換えたところ
万一、導入した拍動灌水装置が機能しなかった場合に備えて、従来の散水灌水に戻すことができるようにしてある。

配管内は水に満たされているため、点滴チューブ内の総容積より、やや大きめの拍動タンクサイズで十分である（第1表）。

入手しにくいPE管の資材を用いて拍動タンクから主配管へ水を導入する必要はなく、散水管の接続部分から水を導入することで、入手が容易な塩ビ管用配管部材で施工可能である（写真7）。主配管は太く、流速が遅いので、壁面抵抗による水頭損失が小さい。このため、長い距離でも区画の末端まで水圧が伝わる。すなわち、主配管の活用により、細長い形状の圃場であっても、拍動タンクの高さ由来の1.5mの水頭圧で圃場末端まで点滴灌水が可能になる。

第1表 点滴チューブの総延長と拍動タンクに必要な容量

点滴チューブの種類 (商品名)	ハイドロゴル	ストリームライン
内径 (カタログ値)	1.05 cm	1.62 cm
1 m あたりの容積	0.0866 L	0.206 L
点滴チューブの総延長 (面積の目安*)	満水位センサーと空水位センサーの間に最低限必要な容積 (A) ***	
100 m (1.0 a)	8.66 L	20.6 L
200 m (2.0 a)	17.3 L	41.2 L
300 m (3.0 a)	26.0 L	61.8 L
400 m (4.0 a)	34.6 L	82.4 L
500 m (5.0 a)	43.3 L	103.0 L

※畝間 2 m, 1 畝につき点滴チューブ 2 条を設置した場合。

※※拍動タンクの大きさは (A) の 1.5 ~ 2 倍もあれば十分である。

3 水位調整タンクの利用

小型のタンクとボールタップを水位調整タンクに使用することで、段差のある圃場間の水圧差に起因する灌水ムラを解消できる。構成は第2図のとおりである。水位調整タンクに必要な容量は第1表に示した拍動タンクサイズと同等である。水位調整タンクからの灌水は、標準的な拍動灌水装置に用いるものと同型の電磁弁の開閉で行う（開閉方法は後述）。最上段の圃場は標準的な拍動灌水装置を設置する。上から2段目以降の圃場にはその1段上の圃場に設置した水位調整タンクから灌水する。水位調整タンクは、灌水する段の点滴チューブから1.5mくらいの高さになるように設置する。水位調整タンクから

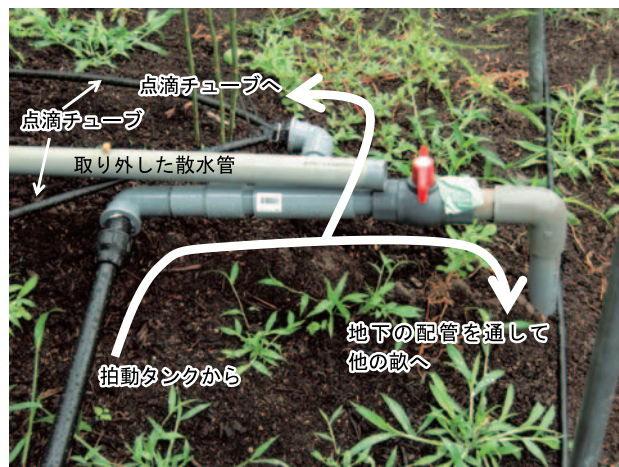
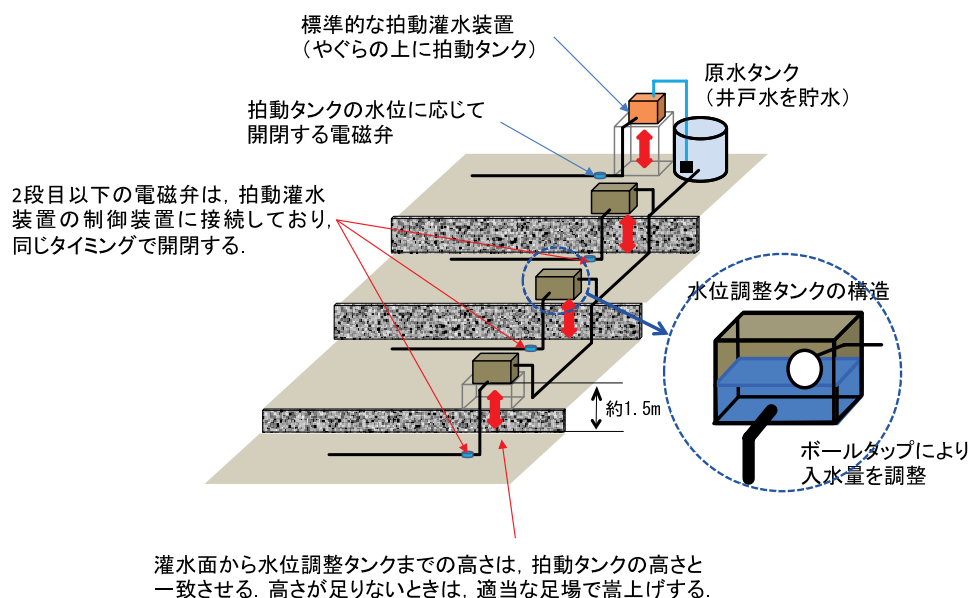


写真7 拍動タンクからの導入部



第2図 棚田に対応した拍動灌水装置の構成

主配管への水の導入は最上段と同様、散水管の接続部分から行う。各段の主配管を区切るゲートバルブは常時閉じた状態にしておき、主配管を通して段をまたいで水が移動しないようにする。

水位調整タンクへは径25mmのPE管を接続し、原水を導く。水が流入してタンク内の水位が上昇するとボールタップにより流入が停止する。

各段の複数の電磁弁は1つのコントローラーで同時に開閉することができる。最上段の標準的な拍動灌水装置の電磁弁と、2段目以降の電磁弁は並列にコントローラーに接続することで連動し、日射対応の一斉灌水が可能である。最上段の拍動タンクが満水となり、最上段の電磁弁が開くとそれに連動して、2段目以降の電磁弁も開く。最上段で灌水が始まるのと同時に、2段目以降でも水位調整タンクから点滴チューブに水が流れ出して灌水を開始する。水位調整タンク内の水位が低下し、ボールタップが開いて水源からタンクへの水の流入が開始する。タンク内の水位に応じてボールタップからタンクへの流入量が変わり、点滴チューブへの水の流出量と釣り合ったところでタンク内水位は一定になる。なお、点滴チューブの総吐出量よりも、ボールタップから水位調整タンクへの最大流入量が多いことをあらかじめ確認しておく必要がある。

最上段は標準的な拍動灌水装置であり、拍動タンク内にある2つのフロートスイッチのうち、下側のフロートスイッチまで拍動タンク内の水位が低下すると電磁弁が閉じ、それに連動して2段目以降の電磁弁も閉じることで灌 waters が停止する。

以上により、圃場間の段差に由来する水圧を利用し、既存散水設備を活用して、すべての圃場を同時に点滴灌水できる。

Ⅳ 拍動灌水装置導入の効果とコスト

拍動灌水装置導入年の、アスパラガスの夏芽収量は10a換算で655kgであった。これは当該地域の普及機関関係者によれば、問題ない収量・品質水準とのものである。ただし、収量データを得るには複数年を要し、条件を厳密に揃えることのできない栽培現場においては従来の散水灌水との比較が困難である。このため現時点で収量・品質など生産物も含め

た経済的効果を示すことは難しい。そこで、装置導入の判断の参考として対象圃場における明白な効果について述べる。

灌水作業の労力軽減効果は次のとおりである。散水灌水作業の所要時間は実測していないため、次のように見積もる。圃場の栽培面積は約18aであり、原水タンクの容量は約8m³である。揚水可能量の制約により原水タンクを満水にするためには1日を要する。散水管の灌水量は1分あたり0.7～0.9mmであることから、仮に全圃場に同時に散水灌水を行うと毎分1.3～1.6m³の灌水量、すなわち5～6分の灌水時間で原水タンクが空になる。したがって1回の灌水時間は6分が上限である。対象圃場では、動力ポンプの性能上の制約と、灌水ムラ防止のため灌水を8つの区画に分けて順次灌水を行っていた。各区画ごとに順次灌水を行っても6分ずつの灌水時間で原水タンクはほぼ空になる。灌水時間6分に区画数の8を乗じて48分、区画を区切るバルブの開閉作業のために、各バルブへの移動時間を含めて8分を要する(写真2参照)。よって、1回の灌水作業に56分、およそ1時間を要していたと見積もることができる。灌水作業に必要な日数を年間50日だとすると約50時間の労働時間である。この値について、当該地域担当の普及関係者からもおおむね妥当との意見が得られている。拍動灌水装置の導入によってこの時間が不要となる。さらに、散水中の区画は収穫、除草、病害株の除去などの作業ができないのに対して、点滴灌水中はこれらが可能であり、作業効率の改善が期待できる。

続いて、前述した効果を得るために必要なコストについて述べる。対象圃場への拍動灌水導入資材費は、約60万円である。償却期間を7年とすると年あたり9万円弱、作業者の労賃が時給1,800円を超えるのであれば、労力軽減効果は装置導入コストに見合うと判断できる。また、散水施設にタイマ、電磁弁などを追加することで自動で散水灌水を行えるようにした場合には、資材費を25～40万円程度(資材の選択による)に抑えることも可能である。ただし、散水灌水用の大型ポンプを更新する場合には、10～15万円程度要するのに対して、拍動灌水装置に用いるDC水中ポンプは1.3万円程度であり、加えて故障時に備え、予備機を用意しておく経済的

負担への抵抗感も少ない。なお、ソーラーパネルの寿命はDC水中ポンプに比べて十分に長いと考えられている。これらのことを考慮すると、労力軽減のためには、ポンプのメンテナンスや更新費用まで含めた場合、散水灌水へのタイマ制御導入と、拍動灌水装置導入とにコスト的な差はほとんど無くなる。従って、散水灌水に比べてどの程度の増収、増益が見込めるかで、拍動灌水装置を導入するかどうか判断することになる。

最後に、拍動灌水装置の導入コストを、既存設備を利用しなかった場合と比較する。散水灌水では、前述したように灌水できる面積は井水の揚水可能量だけでなく、原水タンクの容量にも制約される。このため大容量のタンクが必要で、対象圃場では約8 m³のタンクが用いられている。拍動灌水装置を導入する場合には、時間あたり灌水量が散水よりも少ないため、既存の原水タンクをそのまま利用しても同時に灌水できる面積が現状より下回ることはない。論拠は次のとおりである。仮に、丸1日かけて少量ずつ灌水を行えば、原水タンクは不要であるが、時間あたり灌水量が揚水量を上回る場合、灌水を休止している間の揚水を原水タンクに貯留する必要がある。拍動灌水の場合、日中のおよそ6時間かけて灌水することになるので、残りの18時間分の揚水を貯留することになる。必要な原水タンク容量は1日あたり揚水可能量の18/24、すなわち約6 m³と概算できる。必要な原水タンクの容量が6,000 Lだとすれば価格は50万円程度である。さらに既存地下配管を利用せず、圃場末端まで灌水するために水頭損失の少ない40mmのPE管を用いてあらたに配管を行った場合には、少なくとも5万円程度の追加の資材費が必要である。対象圃場では既存散水設備の活用により、拍動灌水装置の導入コストを約55万円節約したことになる。

V 摘 要

水位調整タンクを使用し、水頭圧を調節すること

で、段差がある多筆圃場でも日射に対応した点滴灌水を行うことができる手法を開発した。広島県で広く普及している散水設備のあるアスパラガス栽培圃場において、既存の配管の活用により資材コストを抑制しながら拍動灌水装置を導入できる。

謝 辞

ここで紹介した技術の一部は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「高齢・障がい者など多様な主体の農業参入支援技術の開発」において開発されたものである。本技術の検証にあたり、広島県東部農業技術指導所の原敬和氏、檜垣慶史氏、農事組合法人「あすら」にご協力いただいた。装置の設置作業には近畿中国四国農業研究センターの山崎孝昭氏の協力を得た。感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 東出忠桐 2010. わが国の中山間傾斜地における施設園芸作物の安定多収生産に向けての養液栽培技術の開発 近中四農研報 9: 37-98
- 2) 笠原賢明・渡邊修一・吉川弘恭・柴田昇平 2013. 夏秋トマト栽培への循環式・かけ流し式ハイブリッド養液栽培装置の適用 近中四農研資料 10: 1-12
- 3) 六本木和夫・加藤俊博 2000. 野菜・花卉の養液土耕. 農文協, 東京. 野菜の養液土耕の実際 23-30
- 4) 渡邊修一・笠原賢明・松森堅治・吉川弘恭 2014. 根の簡易調査法の提案と露地ナス圃場における調査事例 土肥誌 85: 519-524
- 5) 吉川弘恭・中尾誠司 2010. ソーラーポンプを利用した拍動自動灌水装置の組み立て方法 近中四農研資料 7: 21-31

Development of A Procedure to Introduce Drip-Irrigation to Terraced Fields of Asparagus

Yoshiaki KASAHARA, Shuichi WATANABE and Kenji MATSUMORI

Summary

We developed a procedure that enable solar-radiation-dependent drip-irrigation system to use on terraced fields of asparagus by using water level adjustment tanks to control the hydraulic pressure in drip tube. The system can be introduced to asparagus fields while restraining the material cost by utilization of the existing pipes for sprinkler that are widespread facilities in Hiroshima prefecture.