

日射制御型拍動自動灌水装置による点滴灌水が 丹波ヤマノイモ (*Dioscorea polystachya Turcz.*) の肥大と形状に及ぼす影響

竹川昌宏*・道下清人**・中村雄也**

要 約

日射制御型拍動自動灌水装置と点滴灌水チューブによる灌水が丹波ヤマノイモの肥大と形状に及ぼす影響について検討した。

- 1 拍動灌水装置を使った点滴灌水は、従来の畝間灌水に比べイモの重量は増加し、凹凸が減少した。またイモ表面のひび割れも減少した。
- 2 増収と秀品率の向上には、イモ周辺の15cm深さで土壤水分張力 (pF) 1.5前後かつ変動が小さいことが望ましかった。そのための灌水量の目安は、1日1株当たり平均して0.5L前後であった。
- 3 ポリマルチ栽培と拍動灌水装置による自動灌水を組み合わせると、追肥は灌水時に液肥を混入する方式で行えば、イモの重量は無マルチ区より増加し形状には差異がなかった。

Effects of Automated Pulsating Drip Irrigation Using a Solar-powered Pump on the Growth and Shape of Chinese Yam (*Dioscorea polystachya Turcz.*) Tubers

Masahiro TAKEGAWA, Kiyohito MICHISHITA and Katsuya NAKAMURA

Summary

We investigated the effects of irrigation using an automated pulsating drip with a solar-powered pump on the growth and shape of Chinese yam tubers.

- (1) The use of the automated pulsating drip irrigation system increased the weight of the tubers and suppressed the development of roughness and cracks on the tuber surface, compared with the ordinary irrigation method.
- (2) To increase the yield and quality of the tubers, it was desirable that the soil moisture tension (pF) at a depth of 15 cm was kept at 1.5 pF. Under these conditions, 0.5 L water/day per plant was considered to be an appropriate level of irrigation.
- (3) When additional fertilizer was applied after planting in combination with irrigation from the automated pulsating drip under plastic mulching, the resultant tubers were heavier than those produced using conventional additional fertilization without plastic mulching. Tuber shape was not affected by the fertilization method.

キーワード：ヤマノイモ, 日射制御, 自動灌水装置, 灌水量, 土壤水分張力

2014年10月31日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター 農業技術センター

** 兵庫県立農林水産技術総合センター 北部農業技術センター

日射制御型拍動自動灌水装置による点滴灌水が丹波ヤマノイモ (*Dioscorea polystachya Turcz.*) の肥大と形状に及ぼす影響

緒 言

兵庫県丹波地方では、特産の丹波ヤマノイモ（以下ヤマノイモ）が栽培されている。ヤマノイモの収量及び品質は、土壤の乾燥や降雨量の影響を受けやすく、安定生産が難しい。そのため、生産者の高齢化も加わって、年々栽培面積が減少しており、良質のイモを継続して収穫できないことが多い。従来、うね間灌水を主体とした土壤水分管理が一般に行われているが、土壤水分を安定させるのは難しい。独立行政法人農研機構近畿中国四国農業研究センターで、日射量に応じて自動的に灌水を行う、日射制御型拍動自動灌水装置（以下、拍動灌水装置）が開発された⁷⁾。拍動灌水装置による灌水について、兵庫県の露地栽培のピーマンでは効果的な利用方法が検討され³⁾、現地への導入が進んでいる。拍動灌水装置は、日射量に応じて自動で灌水できることから、栽培者の勤に頼ることなく、植物の生理に対応した灌水が可能である。

そこで、この拍動灌水装置をヤマノイモ栽培に使用した場合の収量及び品質に及ぼす影響について検討した。さらに、マルチ栽培に使用した場合や、土壤水分の違いによるイモの生育肥大についても検討した。

材料および方法

拍動灌水装置（有限会社プティオ製）のしくみを図1に示す。畝上1.5m～2.5mの高さに設置した灌水用タンク

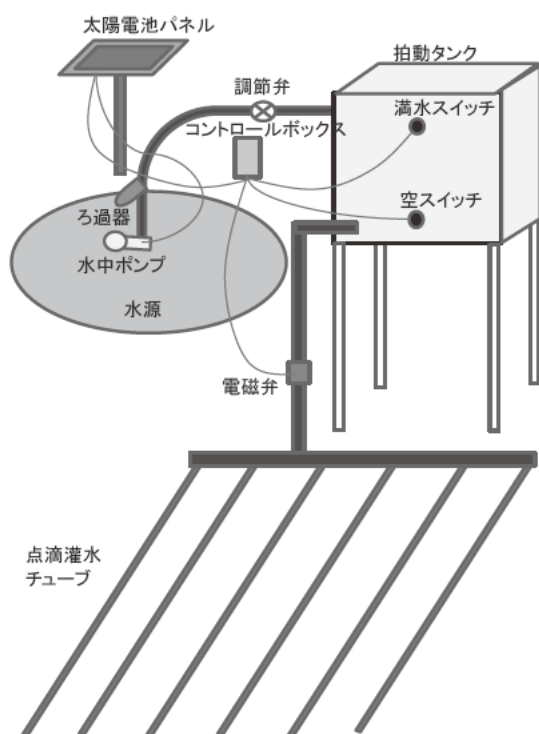


図1 拍動灌水装置の模式図

ク（拍動タンク）に、ソーラーパネルで発電した電力により水源から小型水中ポンプを動かして揚水する。拍動タンクには、満水と空になった信号を送るセンサーが付いており、それにより満水になれば電磁弁が開いて水が流れ出て、空になれば電磁弁が閉まるしくみになっている。灌水は拍動タンクから流れる水の圧力で、畝の中央部に1畝1本設置した点滴灌水チューブにて行う。灌水量の調節は水中ポンプから拍動タンクに揚水する途中で調節弁により揚水量を適宜調節して行う。

試験1 灌水、マルチの有無と収量及び品質

2013年4月16日、北部農業技術センター圃場に定植したヤマノイモ系統「青波」に拍動灌水装置で灌水を行った。種イモは頂芽を除き約50gに切り分けたものを使用し、うね幅150cm、株間33cm、2条植とした。

試験区はポリマルチと拍動灌水装置による灌水を併用したマルチ+灌水区、ポリマルチせず、拍動灌水装置による灌水だけを行った灌水区、マルチも灌水も行わなかった対照区の3区とした。試験規模は1区75㎡、反復なしで行った。

ポリマルチ（シルバー、0.03mm厚）は定植前に行い、灌水は8月1日～9月13日の間行った。基肥は有機入り化成ハイクラス（12-8-10）を240kg/10a、塩化加里（0-0-60）を20kg/10aとした。また追肥は、対照区は高度化成肥料（14-14-14）を50kg/10a施用したが、拍動灌水装置を使用した試験区では住友液肥1号（15-6-6）を48kg/10a施用し、総施肥量は、対照区N、P₂O₅、K₂Oそれぞれ35.8、38.2、43.0（kg/10a）に対して拍動灌水装置で灌水した区では、N、P₂O₅、K₂Oそれぞれ36.0、34.1、38.9（kg/10a）となった。また基肥の施用時期は、マルチ+灌水区のみポリマルチを行う前に天場中央部に溝を切って施用し、それ以外の区は定植後に同様に天場中央部に溝を切って施用した。追肥はマルチ+灌水区と灌水区は7月下旬と8月上旬に半量ずつ2回に分けて拍動タンクに液肥を約100倍に薄めて灌水と同時に施用。対照区は7月下旬に畝の天場中央部にヤマノイモの茎葉をよけて施用した。拍動タンクは2.5mの高さに設置し、点滴灌水チューブは吐出口20cm間隔のハイドロゴル（プラストロ製）を使用した。

灌水量の測定は、拍動タンクから点滴灌水チューブに流れ落ちる塩ビパイプの途中に量水器を取り付けて行った。また、各区1か所ずつ点滴灌水チューブとイモの定植位置との中間点にテンションメータ（竹村電機DM-8）で地表から15cm深さでの土壤水分張力を測定した。ヤマノイモの収量及び品質は、12月上旬に茎葉が枯れて

表1 拍動灌水装置による灌水とポリマルチが土壌水分張力及び芋の重量と品質に及ぼす影響

試験区	平均灌水量 (L/株/日)	平均土壌水分張力		ひび割れ 発生率 (%)	イモ1個重 (g)	収量 (kg/10a)	秀品率 (%)
		7月以前 (pF±s.d)	8月以降 (pF±s.d)				
マルチ+灌水	0.64	1.67 ±0.32	1.53 ±0.12	14.1	317 a ² (128)	1360 (146)	46.8
灌水	0.64	1.81 ±0.38	1.57 ±0.20	18.8	281 ab (113)	1220 (131)	47.4
対照 (無灌水)	-	1.82 ±0.33	1.66 ±0.29	26.0	248 b (100)	930 (100)	34.6

注) ²イモ1個重のみ全個数の重量から多重検定を行い, 異なる文字間に5%水準で有意差あり, n=77~81 (Tukey-Kramerの方法). ³対照区を100とした比率. 灌水期間 8月1日~9月13日,

表2 拍動灌水による灌水の有無が収量, 秀品率等に及ぼす影響

場所	試験区	平均灌水量 (L/株/日)	ひび割れ 発生率(%)	イモ1個重 (g)	収量 (kg/10a)	秀品率 (%)	粗収益 (千円/10a)
圃場A	拍動灌水	0.29	14.3	404.0** ² (129) ³	1680 (132)	28.6	406
	対照	-	26.9	313.8 (100)	1270 (100)	20.6	234
圃場B	拍動灌水	0.57	3.8	363.9 (106)	1580 (106)	35.9	567
	対照	-	50.0	344.9 (100)	1490 (100)	14.1	246

注) 試験場所: 兵庫県篠山市, 対照区は栽培期間中3回うね間灌水を行った(2010年).

²イモ1個重のみ全個数の重量から対照区と検定をおこない, **は対照区に対して1%水準で有意差あり(n=68~78).

³対照区を100とした比率. 灌水期間は圃場A: 8月6日~9月30日, 圃場B: 8月26日~9月30日

から, 各区より2か所から畝長6m分のイモを掘り上げて, 形の凹凸により秀品, 優品及び外品の等級に分け, 1個ずつ重量を測定し, またイモの表面のひび割れの有無を調査した. 等級判別はイモの凹凸の状況から達観で判定した.

試験2 自動灌水によるイモの肥大経過

2011年4月14日, 北部農業技術センター圃場に約50gに分割したヤマノイモ系統「青波」を定植した. うね幅140cm, 株間33cm, 2条植とし, 灌水は7月1日~9月30日の期間, 拍動灌水装置にて試験1に準じて行った. 基肥施用日は5月19日, 追肥施用日は7月29日とし, 施肥は基肥として, CDU複合燐加安S682(16-8-12)140kg/10aと園芸化成S555(15-15-15)30kg/10aを畝の天場の中央に溝を切って施用した. 追肥はほう素入りジシアン燐硝安加里S602号(16-10-12)を60kg/10a茎葉をよけて施用した. 合計施肥量は, N, P₂O₅, K₂Oそれぞれ34.9, 40.7, 27.3(kg/10a)であった. 拍動灌水区と無灌水の対照区を設置し, 試験規模は1区65m², 反復なしで行った.

降水量の測定は北部農業技術センター内の気象観測装置で行い, 灌水量と土壌水分張力は試験1に準じて測定した. 生育期間中, 8月1日, 8月18日, 9月26日, 10月18日の4回, 各区5株ずつ, イモと根を傷つけないようにイモの上面まで土壌を掘り, イモの直径を経時的に測定した.

試験3 拍動灌水装置による灌水と収量及び品質

2010年篠山市内のヤマノイモ生産農家A, Bの2軒の圃場(以下圃場A, 圃場Bとする)にて, 栽培中のヤマノイモに拍動灌水装置で灌水を行った. 灌水チューブは吐出口20cm間隔のストリームライン(ネタフィム製)を使用した. ヤマノイモは両圃場とも在来系統を供試し, 施肥は現地の慣行量で行った. 灌水区は約3aの面積とし, 同量以上の対照区を設けた. 対照区は, 灌水試験途中, 畝間灌水を3回行った.

圃場Aでは, 畝幅140cm, 株間33cmの2条で定植した. 用水路に流れる水を1kLのタンクに貯め水源とした. 灌水は8月6日から9月30日まで行ったが, 9月になると, 水利の関係で用水路に水が流れなくなったため, タンクに手で水を補給しながら行った.

圃場Bでは, 畝幅150cm, 株間30cmの2条で定植した. 水稲の排水路に流れる水に堰をつくり水源とした. 灌水は8月26日から9月30日まで行った.

両圃場とも灌水量の測定は, 拍動タンクから点滴灌水チューブに流れ落ちる塩ビパイプの途中に量水器を取り付けて行った. ヤマノイモの収量及び品質は, 12月上旬に茎葉が枯死してから, 各区より2か所から畝長4m分のイモを掘り上げて形の凹凸により, 秀品, 優品及び外品に分け, 重量を測定し, またイモの表面のひび割れの有無を調査した.

日射制御型拍動自動灌水装置による点滴灌水が丹波ヤマノイモ (*Dioscorea polystachya Turcz.*) の肥大と形状に及ぼす影響

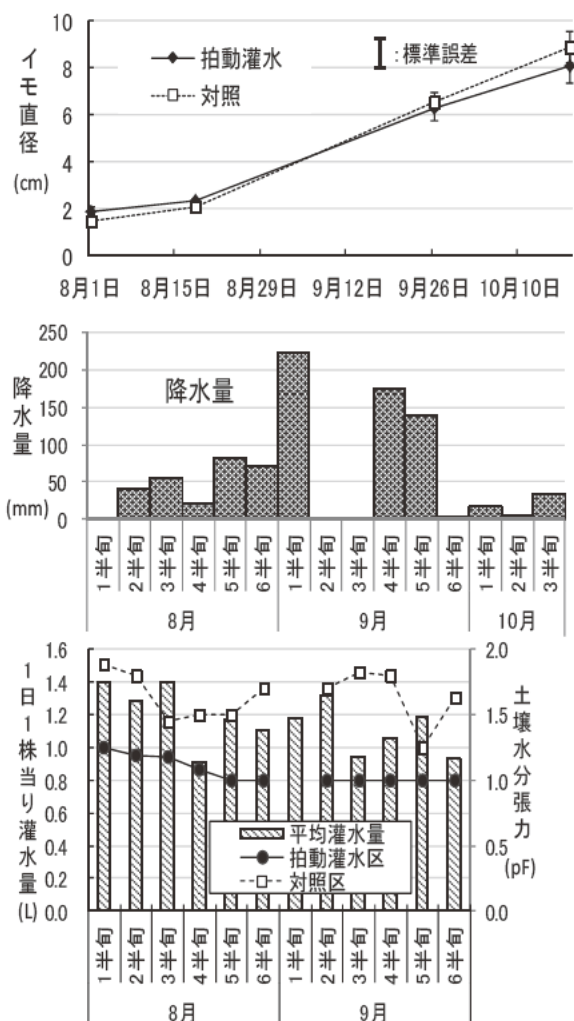


図 2 降水量、灌水量と土壌の水分張力並びにヤマノイモの肥大(2011)

上段：ヤマノイモ肥大。各区 5 株ずつ時期を追ってイモの直径を測定。中段：北部農技センターでの降水量。下段：平均灌水量と土壌水分張力。土壌水分張力はテンションメータ(竹村電機製)で地下 15cm、灌水用点滴チューブとヤマノイモの株との中間地点で測定(2 地点の平均)、9 月第 1 半旬はメータの不具合で測定できず。

結 果

試験 1 灌水、マルチの有無と収量及び品質

約 1 か月半の平均灌水量は、0.64L/株/日であった(表 1)。15cm 深さでの平均土壌水分張力は、灌水が始まる前の 5～7 月でマルチ+灌水区が pF1.67、灌水区と対照区が pF1.81～1.82 で、マルチ+灌水区は pF 値が小さかった。8 月に灌水を始めてからは、マルチ+灌水区が pF1.53、灌水区が pF1.57 であるのに対し、対照区は pF1.66 と灌水により pF 値が小さくなったが、このうちマルチ+灌水区は pF の標準偏差が 0.12 で、灌水区 0.20、

対照区 0.29 に比べて変動が少ない傾向であった。

ひび割れ発生率は対照区の約 26% に対し、マルチ+灌水区が 14%、灌水区で 19% で、灌水を行った区でひび割れが少なかった。イモ 1 個重はマルチ+灌水区で 317g と大きく、次いで灌水区の 281g、対照区の 248g となった。秀品率はマルチ+灌水区と灌水区が 47% 前後で、対照区の 35% に比べて高い傾向であり、マルチの有無での差は認められなかった。

試験 2 自動灌水によるイモの肥大経過

2011 年は 8 月の第 2 半旬以降各半旬に 20mm を超える降雨があり、9 月第 1 半旬には 200mm を超える降雨があった。第 2、第 3 半旬は降雨がなかったが、第 4 半旬と第 5 半旬には 150mm 前後の降雨があった(図 2 中段)。多雨の条件下でも、拍動灌水区では常時平均で 1L/株/日程度の灌水が続き、土壌水分張力が pF1.0 付近で推移した(図 2 下段)。また、無灌水の対照区は土壌水分張力が pF1.5 前後で推移した。イモの直径は、8 月中旬まで拍動灌水区の方が、対照区より大きかったが、8 月中旬から 9 月下旬までのイモの肥大速度は対照区が拍動灌水区を上回り、最終的に対照区の方が直径が大きくなった(図 2 上段)。

試験 3 拍動灌水装置による灌水と収量及び品質

試験場所の違う圃場 A と圃場 B では拍動灌水区の平均灌水量は水源の水の量の違いから、1 日 1 株当たり 0.29L と 0.57L と約 2 倍の差があった(表 1)。イモの表面にひび割れが入るとイモの等級に影響するが、このひび割れの発生率は灌水量が多い圃場 B では対照区の 50% に対し、拍動灌水区では 3.8%、灌水量の少ない圃場 A では対照区の 26.9% に対し、拍動灌水区で 14.3% と、ともにひび割れは減少したが、灌水量の多い圃場 B の方が発生率の低下は大きかった。イモの凹凸による秀品率も圃場 A では対照区 21% に対し、拍動灌水区で 29%、圃場 B では対照区 14% に対し、拍動灌水区 36% と拍動灌水区は対照区よりも高かったが、灌水量の多い圃場 B で秀品率の向上効果が大きかった。収量も拍動灌水区が対照区より上回ったが、収量の増加割合は灌水量の少ない圃場 A が対照区の 1,270kg/10a から 1,680kg/10a、圃場 B では対照区の 1,490kg/10a から 1,580kg/10a と圃場 A の方が増収効果は大きかった。イモ 1 個重も同様に圃場 A が対照区の 314g に対し拍動灌水区で 404g、圃場 B では対照区の 345g に対し拍動灌水区の 364g と A 圃場で拍動灌水区の効果が大きかった。現地農協での等級区分によりイモの凹凸だけでなく、ひび割れも加味して等級分けをして、

篠山市でのイモの買い取り価格で計算した粗収益は、拍動灌水装置による灌水の結果、圃場Aでは23万4千円から40万6千円に、圃場Bでは24万6千円から56万7千円に増加し、秀品率の向上やひび割れの抑制効果が大きかった圃場Bが粗収益増加の効果が大きかった。

考 察

拍動灌水装置による収量への影響について、試験1、試験3では拍動灌水装置による灌水区は対照区よりも、収量が増加した。試験2では、常にpFが1.0付近で推移した場合、イモの肥大は対照区よりも小さかった。西田ら⁵⁾は、地下水位が高すぎると、イモは扁平になり、肥大が悪いことを報告している。また、遠山ら⁶⁾は砂丘地におけるナガイモ栽培において、灌水量が2～5L/株/日で灌水量が多いほど直線的に収量が低下し、根が通気性を要求すると述べている。ヤマノイモは浅根性であり⁴⁾、土壌が過湿の場合、肥大が悪くなる特性があると考えられる。試験1の土壌水分張力でpF1.0以下である場合、圃場容水量を下回る数値¹⁾で、土壌の気相が少ない状態であることから、過湿状態であったと推察され、イモの肥大が抑制されたと考えられる。試験1のマルチ+灌水区では、マルチ栽培をすることにより、土壌水分の変動が小さくなり、圃場容水量に近いpF1.5前後で維持されたことから、水分と通気性が維持された結果、収量が増加したと考えられる。また、試験3では平均灌水量が少ないA圃場の方が灌水による増収効果は高かった。少ない水量でも土壌の水分が安定していれば、イモの肥大はよいのではないかと考えられる。

これらのことから、高収量を得るには、過湿にならない程度に、安定した土壌水分を維持することが重要であると結論づけられ、拍動灌水装置を使う場合においても、土壌水分の変動を抑えつつ、圃場容水量が維持できる程度の灌水量にすることが必要であると考えられる。本試験での拍動灌水装置による灌水量は試験1、試験3では0.3～0.65L/株/日で行い、好成績を収めたが、試験2では1L/株/日前後の灌水を行い、イモの肥大が劣った。一方、土壌水分張力は、深さ15cmの位置でpF1.5(圃場容水量)前後で推移させるとよい結果が得られた。圃場容水量は圃場ごとに異なるため、このような水管理法の実現のためには、前もって作付け予定地の圃場容水量を把握しておく必要があるが、試験結果から、目安として0.5L/株/日前後の灌水量がよいと考えられる。

イモの秀品率について、西田ら⁵⁾によれば、イモに凹凸ができるのは、土壌が乾燥気味の場合に多い。土壌水分が少ない場合、通常新根の伸長停止時期とされる9

月に入っても伸長が続く結果、イモが肥大を続けるためである。また、福嶋ら²⁾は種イモの萌芽促進処理をして、早く芽を出させたものは秀品率が低く、その原因として、イモが大型になったことと、萌芽が早まった結果として施肥時期が遅くなったためではないかと述べている。本試験では、拍動灌水によってイモの重量は重く、秀品率も向上したことから、大きいイモの秀品率が必ずしも低いとは言えない。また、慣行栽培では、降雨や畝間灌水により、土壌の乾湿が大きく変動しやすいために、イモが肥大と生長停止を繰り返す結果、凹凸の多いイモができるのではないかと考えられる。試験3では灌水量が多めのB圃場では灌水による秀品率の増加効果がA圃場よりも多かったことから、乾燥する機会が少なければ、イモの形は乱れにくいと考えられる。本試験のとおり大きいイモでも秀品率が対照区に比べ向上したのは、拍動灌水装置を使った点滴灌水により土壌水分の変動が少なくなり、イモの肥大がスムーズとなった結果と推察される。本試験では検討しなかったが、秀品率に影響を与える要因としては、さらに肥効の状態も考えられ、検討が必要である。

イモの表面のひび割れについては、試験3の拍動灌水区では対照区よりも少なく、試験1のマルチ+灌水区や灌水区では対照区よりも少なかった。これらのことから、ひび割れについても、イモの凹凸と同様に、拍動灌水による土壌水分変動の抑制により、発生が抑えられると考えられる。マルチ+灌水区を灌水区と比較すると、マルチ+灌水区の方がpF値が高い。その標準偏差値(s.d.)も小さく、乾湿の差も小さい傾向がみられ、ひび割れ率も小さい傾向にあったことから、土壌水分がpF1.5の圃場容水量に近いことと変動の小ささが、ひび割れの抑制に影響していることがうかがえる。したがって、ひび割れの発生についても、イモの凹凸の発生と同様に、9月にいったん生長停止したイモが再び肥大することにより、発生すると考えられる。

以上、拍動灌水装置による灌水がイモの肥大、イモの形及びひび割れに及ぼす影響について検討した。拍動灌水装置を使った点滴灌水で、土壌水分は変動が少なくなり、イモの形状は良好となる。灌水量が少ないと形状に乱れが生じやすく、逆に多すぎる場合には過湿となり肥大が劣るため、前述したように灌水量は0.5L/株/日前後に調節することを推奨する。

引用文献

- (1) 土壌物理性測定法委員会(1975):土壌物理性測定法(養賢堂)116-118

日射制御型拍動自動灌水装置による点滴灌水が丹波ヤマノイモ (*Dioscorea polystachya Turcz.*) の肥大と形状に及ぼす影響

- (2) 福嶋昭・岩本政美 (1994) : ヤマノイモ (*Dioscorea opposita* Thunb.) の萌芽促進によるいもの肥大 : 兵庫農技研報 (農業) 42, 63-66
- (3) 福嶋昭・吉川 (山西) 弘恭 (2011) : 日射制御型拍動自動灌水と減肥栽培が夏秋ピーマンの収量並びに品質に及ぼす影響 : 農及園 86 (5), 507-513
- (4) 池内康雄・柴田進・高見武夫 (1968) : 丹波ヤマノイモの地上部の生育といもの肥大に関する研究 : 兵庫農試研報 16, 89-90
- (5) 西田典行・池内康雄 (1958) : やまのいもの栽培に関する研究 第1報 地下水位が形状及び品質に及ぼす影響 : 兵庫農試研報 6, 35-38
- (6) 遠山枉雄・竹内芳親・大下真吾 (1987) : 点滴かんがい法による砂丘地のナガイモ栽培 (第1報) 点滴ホースの種類と散水法の比較 : 鳥取大砂丘研報 26, 67-72
- (7) 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 : 近中四農研研究資料 7, 21-31