

研究論文

## ピタヤの開花調節技術の開発

### 第2報. 電照栽培の実態と電照効果

松田 昇・山城 清香<sup>1)</sup>・松村 まさと・伊地 良太郎<sup>2)</sup>

(沖縄県立農業大学校, <sup>1)</sup> 沖縄県八重山農業改良普及課, <sup>2)</sup> 沖縄県農業研究センター宮古島支所)

Noboru MATSUDA, Sayaka YAMASHIRO, Masato MATSUMURA and Ryotarou ICHI:

Regulation of flowering on Pitaya (*Hylocereus* spp.).

#### 2. The actual conditions and effects of the electric lighting.

#### 要 約

沖縄県におけるピタヤの電照栽培の実態を明らかにするため、ピタヤの電照栽培生産者を対象に聞き取り調査を実施するとともに、電照が開花性に及ぼす影響について調査した。実際栽培で行われている電照の方法は、生産者によって、電球設置間隔や高さおよび電照時間に違いがあった。白熱球を用いた電照区の発蕾枝率は、無処理区に比べ有意に高かった。照度は電球直下部で高く中間部で低かった。また、電球間の距離が広いと低くなった。発蕾枝率は照度が強い地点で有意に高かった。9月24日電照開始区の発蕾開始日と開花開始日は、10月1日開始区に比べ早かった。結果なし区の発蕾枝率は、有り区に比較して高い傾向にあった。枝の傾きによる発蕾枝率は、差が認められなかった。以上の結果、生産者によって電照法に違いあるものの、白熱球を使用した電照はピタヤの開花性を向上させる効果があることが明らかになった。

キーワード：電照栽培，照度，電照開始時期，  
結果の有無，枝の傾き

#### 緒 言

沖縄県のピタヤは観光客の増加に伴い、マン

ゴー等の熱帯果樹と組み合わせた贈答用としての需要が増えている。しかし、果実の収穫が夏期に限定されるため、周年を通した観光客等の需要に対応できない状況である。また、出荷量の集中によって販売価格の低下につながっており生産者の所得確保の大きな障害となっている。そこで筆者ら(2011)は、既報においてピタヤ栽培の安定化を図るには、開花調節を行い、収穫期の拡大を図る必要があると報告した。

赤肉系ピタヤは長日条件下で開花が促進される(Zeeら, 2004; 伊波, 2006; Jiangら, 2012)ことから長日性植物として報告され(Changら, 1997; Luders, 1999; Jiangら, 2012), ベトナムや台湾において電照による長日処理で端境期の出荷が可能となっている(Zeeら, 2004; Jiangら, 2012)。沖縄県においても、南風原町の宮城氏によって電照栽培の取り組みが開始され、関心を寄せる生産者が増えているが、実際に電照栽培を開始した生産者は少ない。このことは、電照栽培がピタヤの開花調節技術として期待されながらも、沖縄県における電照栽培に関する知見が少ないことから、生産性を考慮すると初期投資の伴う電照栽培に踏み切れないものと考えられる。

一般に、果樹における整枝法は開花性に影響

を及ぼす。ピタヤは、垂れた枝（王，1999；Luders，1999；太田ら，2007）と結果負担の少ない枝（松田ら，2011）で開花性が良いと報告されている。しかし，実際の栽培では，枝を水平にした棚仕立法において開花性を高めている事例もある。また，前年度の結果の有無に関わらず次年度の結果母枝として使用しているため，開花枝率の低下や開花の不揃いなど開花性の低下がみられることから，その向上技術の確立が重要な課題となっている。

そこで本報では，沖縄県のピタヤ電照栽培の実態を把握し，今後の技術開発の資とすることを目的に，県内で電照栽培に取り組んでいる生産者を対象に電照栽培の実態と電照効果を調査したので報告する。

## 材料及び方法

電照栽培の実態を知るため，栽培の概要に関する聞き取りと実際の電照効果について調査した。聞き取りは2004年に南風原町と名護市の2圃場で実施した。圃場での電照効果については，2004年～2005年の2ヶ年にわたり，名護市の喜納氏のハウス（間口8m×長さ40m：防虫ネッ

トのみ被覆）で行った。2004年は照度が発蕾枝率に及ぼす影響，2005年は電照開始時期と枝の結果の有無，傾きが開花性に及ぼす影響を調査した。調査には自家和合性の赤肉系を使用した。

## 試験1. 電照栽培の実態調査

北部農業改良普及課（旧北部農業改良普及センター）と南部農業改良普及センターの協力により，南風原町（以下A圃場）と名護市（以下B圃場）でピタヤの電照栽培を行っている2圃場について，電球の種類と配置，電照時間，電照期間などを聞き取りにより調査した。

## 試験2. 照度が発蕾枝率に及ぼす影響

調査区および圃場における電球の配置を図1に示した。電球間の距離×畝間で3.3m×3m区（ハウスI）と6.6m×3m区（ハウスII）および対照として無処理区（ハウスIII）を設定した。電球は畝間の高さ170cmに設置した。電照は白熱球の75Wの電球を用い，2004年の10月1日から12月19日まで行った。電照時間は深夜の23時～翌日の6時までの7時間とした。照度，発蕾枝率の調査は，各区中央畦間の電球直

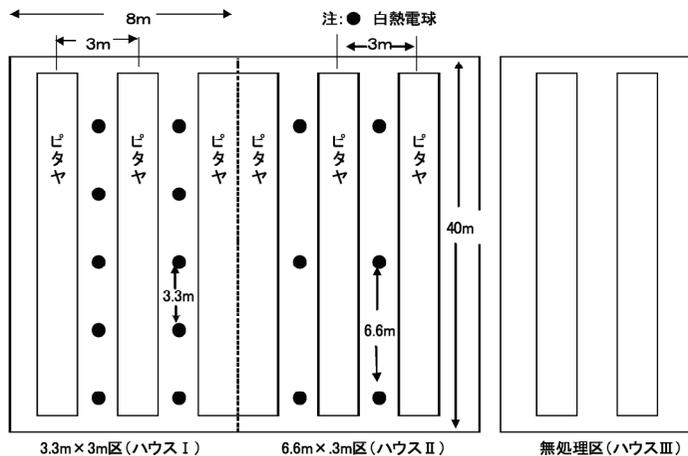


図1. 電球の配置平面図.

下部と電球間の中間部について、それぞれ4地点にて行った。照度はデジタル照度計DX-100を用い、それぞれの調査地点において、枝の分布が多い地上から110cmの枝上の水平照度（以下照度）を、5回測定した。発蕾枝率は、照度を測定した地点において、電照開始時に枝を10本ずつ無作為に抽出し、蕾が確認された時点で各処理区4反復とって調査した。

**試験3. 電照開始時期と枝の結果の有無、傾きが開花性に及ぼす影響**

2004年度の調査結果をふまえ、ハウスⅡの電球間の距離を3.3m×3mに変更した。電照は、電照開始時期を変え、その他はいずれのハウスも同じ方法で実施した。ハウスⅠで2005年9月24日、ハウスⅡで10月1日に開始した。枝の特性として、結果の有無と傾きについて調査した。結果の有無は、結果有り区で8月までに1枝1

個の果実が収穫された枝とし、結果なし区で8月上旬に発芽した枝とした。枝の傾きは、枝が着生している部分について垂直からの角度を測定し、水平区を90°程度、下垂区を45°程度とした。結果なし区の枝は、枝の成熟を促進するため、枝長65cmで枝の先端を摘心し、水平区は水平に、下垂区は摘心と同時に45°程度に誘引した。調査地点は、各ハウス中央畦間の電球直下の両側を対象に4地点設定した。調査は電照開始前に、自然収穫期（松田ら、2011）の結果の有無別と枝の傾き別に、各調査地点から枝を10本ずつ無作為に抽出し、開花性を調査した。調査は各処理区4反復とって調査した。

**結果1. 電照栽培の実態調査**

栽培の状況と電照栽培についての聞き取り調査の結果を表1、2に示した。A圃場は鉄骨ハウスによるビニールを張った保温栽培、B圃場

表1. 栽培施設と耕種概要.

調査圃場	施設	保温の有無 <sup>z</sup>	系統 <sup>y</sup>	栽植距離 (株間×畦間)	樹齢 <sup>x</sup>
A	鉄骨ハウス	有	赤肉・白肉系	1m×3.3m	7年
B	パイプハウス	無し(ネットのみ)	赤肉・白肉系	0.5m×3m	6年

<sup>z</sup>有はビニール、無しはサンサンネット(4mm)のみの被覆

<sup>y</sup>台湾からの導入系統

<sup>x</sup>聞き取り調査時の樹齢

表2. 実際栽培における電照栽培の実態と電照効果.

調査圃場	使用電球	電球間×高さ	電照時間 <sup>z</sup>	電照期間	電照効果 <sup>x</sup>		
					期間	電球間	系統
A	白熱球(75W)	2m×1.8m	12hr	3/月上旬~5下旬	高	低	赤肉系 開花早い
				9/月上旬~11/月上旬	低		
B	白熱球(75W)	3.3m×1.7m	7hr	3/月上旬~4下旬	高	低	赤肉系 開花早い
				9/月上旬~11/月上旬	低		
B	白熱球(75W)	6.6m×1.7m	7hr	3/月上旬~4下旬	高	低	赤肉系 開花早い
				9/月上旬~11/月上旬	低		

<sup>z</sup>12hrは18:00から翌日の6:00まで、7hrは23:00から翌日の6:00まで電照を行った。

<sup>x</sup>生産者の目視によるもので、開花性への効果を示す。

はパイプハウスにサンサンネット (4mm) のみを張った栽培であった。栽培されている系統は、いずれの圃場とも白肉系と赤肉系であった。株間×畝間の栽植距離は、A圃場で1m×3.3m, B圃場で0.5m×3mであった。開き取り調査時の樹齢はA圃場で7年, B圃場で6年であった。電照については、いずれの圃場においても白熱球の75Wを使用していた。電球間距離×電球の高さは、A圃場で2m×1.8m, B圃場で3.3m×1.7m, 6.6m×1.7mであった。電照時間はA圃場で18時～翌日の6時までの12時間, B圃場で23時～翌日の6時までの7時間であった。電照期間はいずれの圃場でも3月上旬～5月下旬, 9月上旬～11月上旬であった。開花性に関する電照効果については、9月上旬～11月上旬の電照に比べ3月上旬～5月下旬の電照で高く、電球間が3.3mと6.6mの中間部で効果が低く、系統別ではいずれの圃場においても赤肉系で開花が早いと回答している。

## 結果 2. 照度が発蕾枝率に及ぼす影響

調査地点の照度と発蕾枝率の関係を表3に示した。照度はいずれの処理区でも電球直下部で

表 3. 電照法の違いによる水平照度と発蕾枝率。

電球間隔×畝間	調査地点	照度 <sup>2</sup> (lx)	発蕾枝率 <sup>3</sup> (%)
3.3m×3m	電球直下部	175.5	51.6 <sup>a</sup>
	電球中間部	11.1	21.0 <sup>b</sup>
6.6m×3m	電球直下部	168.3	45.0 <sup>a</sup>
	電球中間部	4.8	5.3 <sup>c</sup>
無処理区	-	-	0.0 <sup>c</sup>

<sup>2</sup> 枝の分布が多い地上から110cmの枝上の水平照度

<sup>3</sup> 異なるアルファベットは, Tukeyの検定により1%水準で有意差を示す。

中間部に比べ高くなった。区内の平均値でみると、3.3m×3m区の電球直下部で175.5 lx, 中間部で11.1 lx, 6.6m×3m区の電球直下部で168.3 lx, 中間部で4.8 lxであり、電球から遠くなるほど照度が低下した。無処理区は測定できなかった。発蕾枝率は、照度が強い地点で有意に高く、168.3~175.5 lxの範囲で45.0~51.6%, 11.1 lxで21.0%, 4.8 lxで5.3%であった。無処理区では発蕾が認められなかった。

## 結果 3. 電照開始時期と枝の結果の有無、傾きが開花性に及ぼす影響

電照開始時期と開花性の関係を表4, 枝の結

表 4. 電照開始時期と枝の結実の有無、傾きが開花性に及ぼす影響。

電照開始日	結果有無	枝傾き <sup>2</sup>	発蕾日 (月・日)	開花日 (月・日)	電照～発蕾 (日数)	発蕾～開花 (日数)
9/24 <sup>x</sup>	なし	水平	10/25	11/14	31.3±3.4 <sup>y</sup>	20.1±2.5
		下垂	10/23	11/10	26.9±4.1	17.8±3.6
	あり	水平	10/25	11/13	33.4±3.7	20.1±2.1
		下垂	10/23	11/10	30.1±2.5	18.8±2.6
10/1 <sup>w</sup>	なし	水平	10/29	11/17	27.3±3.5	15.3±3.3
		下垂	10/29	11/16	28.5±3.2	17.2±2.9
	あり	水平	10/28	11/18	26.5±2.1	22.8±2.6
		下垂	10/30	11/18	29.1±2.3	17.0±1.5

<sup>2</sup> 水平は90°C, 下垂は45°C程度とした。

<sup>y</sup> 平均値±標準偏差

<sup>x</sup> ハウス I

<sup>w</sup> ハウス II

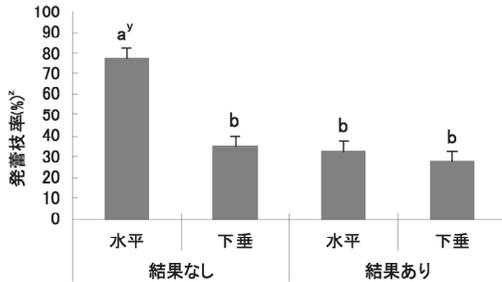


図2 枝の結果の有無、傾きが発蕾枝率に及ぼす影響。

<sup>a</sup>発蕾枝率の平均値±標準誤差、図中の棒は標準誤差を示す  
<sup>y</sup>異なる英小文字は、Tukey法で1%の有意差があることを示す

果の有無、傾きが発蕾枝率に及ぼす影響を図2に示した。電照開始後の発蕾日は、電照開始の早いハウスⅠで10月23日から10月25日、ハウスⅡで10月28日から10月30日と3日から8日の差が認められた。開花日はハウスⅠで11月10日から11月14日、ハウスⅡで11月16日から11月18日と4日から6日の差が認められた。結実の有無および枝の傾き別に一定の傾向が認められなかった。結果と発蕾枝率の関係は、結果なし区の枝は、結果有り区の枝に比べ発蕾率が高い傾向にあった。結果なし区において、水平区で下垂区に比べ有意に高くなった。一方、結果有り区の枝においては、枝の傾きに差が認められなかった。

## 考察

実際の栽培において、長日処理によって開花調節を行い、冬春期出しの取り組みが行われているが、その効果が明らかでない。本研究の目的は、沖縄県において、ピタヤの電照栽培の課題を明らかにすることにある。

ピタヤの適正な電照法について明らかにされていない。本調査の電球の設置法は、それぞれの圃場で異なり、いずれの圃場でも電球直下部

で発蕾枝率が高く、中間部で低いと回答している。これは、光源からの距離が照度に影響し(山本, 1992)、開花性に影響を及ぼしているものと考えられる。

電照時間について、Zeeら(2004)、Jiangら(2012)は、台湾の南部において4時間から6時間の電照で開花促進効果があると報告している。本調査では、いずれの圃場でも幾つかの電照時間を試し、その結果、A圃場で7時間、B圃場で12時間の電照時間で効果が高いと回答しており、本調査圃場の電照時間は台湾より長い。これは、台湾南部の緯度が26度13分、那覇が23度03分に位置しており、その違いが10月から3月までの平均気温で1℃から3℃の違いとなり、電照時間の長さに影響しているものと考えられる。

電照時期については、いずれの圃場でも3月上旬～5月下旬、9月上旬～11月上旬の電照で開花が認められるが、前者の電照が後者に比べ電照効果が高いと回答している。このことは、3月上旬から平均気温が20℃以上に上昇(松田ら, 2011)していること、9月以降の電照がピタヤの自然収穫期後に実施されることから、収穫後の樹勢が影響しているものと推察される。

系統については、いずれの圃場においても赤肉系で開花が早いと回答している。これは系統により、発蕾・開花の早晩に差がある(松田ら, 2011)ためと考えられる。

以上の聞き取り調査の結果から、ピタヤの電照栽培は、開花性に良い影響を与えているものの、適正な電照照度、電照時間、電照時期、電照期間および栽培に適する系統が明らかでないという現状が示された。また、秋の電照は、自然収穫期の結果負担が関係していることが示唆される。

次に、聞き取り調査の結果を踏まえ、実際栽

培において、照度が発蕾に及ぼす影響を調査した。Zee (2004), 伊波 (2006) は、ピタヤの実際栽培の調査から、白熱球による長日処理が開花の促進に有効であると報告している。本調査においても、無処理区で発蕾がなく、白熱球による電照区において発蕾枝率が高くなった。この結果は既報告と一致しており、電照による長日処理が発蕾に影響を及ぼしたものと推察され、ピタヤは長日性植物 (Changら, 1997; Luders, 1999) であることが示された。

電照の方法について、Zee (2004) は、白熱球を1.2~1.5m間隔で地上1.8mに吊すのが良いと報告している。本調査では、いずれの圃場も電球間が3.3m以上、高さ1.7mで配置され、既報告より電球間隔が広い。電球間隔と発蕾枝率の関係をみると、電球直下部と電球中間部、また、それぞれの電球中間部においても発蕾枝率に明らかな差が認められる。電球間の広い区

において、約4.8lxの低い照度より電球直下部の168.3~175.5lxで高い発蕾枝率が認められることから、照度が強くなるほど発蕾に良い影響を及ぼしているものと推察され、聞き取り調査を裏付ける結果となった。今後は、電球中間部においても高い発蕾が得られる適正な照度を検討する必要がある。

筆者ら (2011) は、沖縄県のピタヤが平均気温20℃以上、日長が12時間以上で推移する5~9月に発蕾・開花していることから、平均気温が20℃前後で推移する3~4月および10~11月に長日処理によって発蕾・開花の促進が示唆されると報告した。本調査では、9月24日の電照開始で10月23~25日、10月1日の開始で10月28~30日に発蕾が認められている。電照開始から発蕾開始までの平均気温は20℃以上で推移しており (図3)、既報を裏付ける結果となった。また、電照開始時期をずらすことによって、発

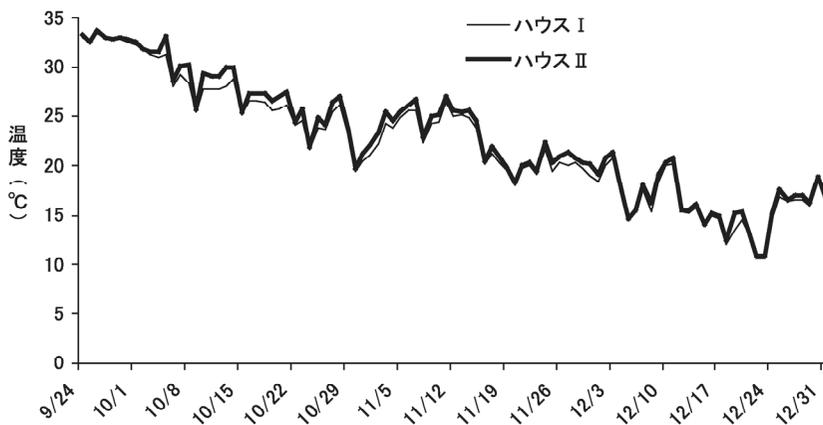


図3. 平均気温の推移.

蕾・開花期に違いが認められることから、電照による開花調節が可能と考えられ、平均気温が20℃以上で推移する3~4月、10~11月に電照の開始時期を変えた検討が必要である。

ピタヤの枝の特性と開花性についての報告は

少ない。太田ら (2007) は、ピタヤは伸長中の枝に花芽を形成せず成熟した枝に形成すると報告し、筆者ら (2011) は、結果負担の少ない枝は、収穫2週間後、高温長日を経過させることによって、再開花すると報告した。本調査では、

自然収穫期間中の8月上旬に発芽し、成熟した枝は、結果のあった枝に比べ、発蕾枝率が高く、既報と一致した。このことは、沖縄県の自然収穫期後の9月下旬から10月上旬の電照において、8月上旬に発生した枝の過半数に発蕾が認められることから、秋の電照栽培は、8月上旬までに発生した枝を伸長の途中で摘心し、早期に充実させ、次年度の結果母枝として育成することにより、発蕾・開花を促進することが期待できると考えられる。一方、結果のあった枝は、果実を収穫し、2ヶ月程度を経過しているにもかかわらず、発蕾枝率が30%程度と低い。収穫した果実重を調査してないが、1枝当たりの結果負担が大きかったものと推察され、再開花に影響したものと考えられる(松田ら, 2011)。

ピタヤの枝の傾きと開花性について詳細な調査にもとづく報告は少ない。一般に、直立枝を誘引することによって、花芽に良い影響を及ぼすことが知られ、王(1999)、Ludersら(1999)、太田ら(2007)は、垂れた枝に花が着きやすいと報告している。本調査では、8月上旬に発生し結果がなかった水平区は、下垂区に比べ発蕾枝率が高い。また、結果した枝は水平区と下垂区に差がみられず既報告と異なる結果となった。これは、結果なしの下垂区は、発芽後、水平に伸長中の枝を摘心し45°程度に誘引しているため、水平区に比べ枝の充実差が生じ発蕾に影響したものと考えられる。一方、結果のあった区において水平区と下垂区に差が認められないことから、枝の傾きがピタヤの開花性に影響しない可能性が考えられる。本調査結果を考慮すると、ピタヤの整枝法において、枝を下垂させる方法は、枝の開花性を考慮したものでなく、栽培管理のし易さや収益性によるものであると考えられる。

以上のことから、白熱球を使用したピタヤの

電照栽培は、開花性の向上に大きく貢献していることが明らかとなった。しかし、本調査で明らかかなように沖縄県における効果的な電照法が確立されてないことから生産者自ら試行錯誤を繰り返している。今後は、本調査結果を考慮し、適正な光強度、処理時間、処理期間、処理時期および処理効果の高い結果母枝の育成法を明らかにする必要である。

## 謝辞

本調査の実施にあたり快く調査圃場を提供して頂いた、南風原町の宮城氏、名護市の喜納氏に深く感謝の意を表します。

## Abstract

We interviewed light culture growers and researched the effects on anthesis under the lights, in order to clarify the actual use of lights for culturing Pitaya (*Hylocereus* spp.) in Okinawa. Those growers use different methods. Intervals, heights and illumination time of electric bulbs vary depending on growers. Under incandescent light bulbs, the frequency of budding branch was significantly higher compared to traditional culture. Illuminance was high at right under the bulbs but became low in between bulbs. In addition, the wider the interval of bulbs, the illuminance became lower. The frequency became significantly high at the high illuminance points. Starting date of budding and flowering on the field where light culture was started on September 24 arrived sooner than those on the field where light culture was started on October 1. The frequency tended to be

higher at non-result area comparing to it at areas where some results were found. The frequency was still same for leaning branches. With the above results, we conclude that the light culture with incandescent light bulbs has the positive effect to improve anthesis of Pitaya although methods of light culture vary depending on growers.

#### 引用文献

- Chang, F.R. and C.R. Yen 1997. Forcing pitaya (*Hylocerius undatus* Britt. & Ross) by chemicals and controlled day length and temperature. In: Proceeding of the symposium on enhancing competitiveness of fruit Industry, Taipei, Taiwan. pp. 163-190 (伊藝安正翻訳).
- Zee, F., C.R. Yen and M. Nishina 2004. Pitaya. *Fruiti and Nuts*:1-3.
- Bellec, F.L., F. Vaillant and E. Imbert 2006. Pitaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruiti*. vol. 61(4): 237-250.
- 伊波重則 2006. ピタヤの電照栽培生態調査. 沖縄県専門技術調査研究活動報告書.
- Jiang, Y.L., Y.Y. Liao, T. Lin, C. Lee, C.R. Yen and W.J. Yang 2012. The Photoperiod-regulated bud formation of red pitaya (*Hylocereus* spp.). *HortScience* 47:1063-1067.
- Luders, L. 1999. The pitaya or dragon fruit. *Agnote* No. 778 D42. Australian Department of Primary Industry and Fisheries.
- 松田昇・島袋清香・松村まさと・伊地良太郎 2011. ピタヤの開花調節技術の開発 第1報. 開花習性と結果習性. *沖縄農業* 45(1): 3-15.
- 王群光 1999. 仙密果的魅力. 楷博出版 (伊藝安正翻訳).
- 太田麻希子・福澤康典・川満芳信 2007. ピタヤの CAM 型光合成特性について. *沖縄農業* 41(1): 27-53.
- 山本孝司 1992. 加温栽培における電照栽培と補光栽培. *農業技術. 果樹編*ブドウ. 農文協. 東京.