

# 透明ポリエチレンフィルムの土壌表面被覆による 太陽熱処理の雑草防除効果

片山勝之<sup>1</sup>・皆川 望<sup>2</sup>・三浦憲蔵<sup>3</sup>

## 目 次

|          |    |         |    |
|----------|----|---------|----|
| I はしがき   | 81 | 2. 圃場試験 | 83 |
| II 材料と方法 | 81 | IV 考察   | 85 |
| 1. 室内試験  | 81 | V 摘要    | 86 |
| 2. 圃場試験  | 82 | 謝辞      | 86 |
| III 結果   | 82 | 引用文献    | 86 |
| 1. 室内試験  | 82 | Summary | 87 |

## I はしがき

野菜生産における土壌病害虫や雑草の防除にあたっては、燻蒸剤や除草剤を中心とした農薬が広く使用されている。近年、化学合成農薬の使用による生産者や消費者の安全の問題や地域あるいは地球規模における環境負荷の懸念から、これに代わる環境保全型の防除技術が求められている。この技術の一つに太陽熱を利用した土壌消毒法がある。

太陽熱土壌消毒法は、ハウスにおけるイチゴ萎黄病防除技術として開発され<sup>(1)</sup>、各種の土壌病害対策として利用されてきた。その後露地においてもイチゴ萎黄病<sup>(2)</sup>やネギ黒腐菌核病<sup>(3)</sup>などに対して、夏期の太陽熱を利用した土壌消毒技術が開発された。

また、近年雑草に対しても太陽熱を利用した制御法が検討されている<sup>(4), (5)</sup>。

農業研究センター（現中央農業総合研究センター）が実施した地域先導技術総合研究の現地圃場のある茨城県谷和原村の先進的な野菜生産農家においても、土壌病害や土壌線虫防除のための燻蒸剤を使用せず、ニンジン播種前の梅雨中期から梅雨明後1週間にかけてのおよそ1ヶ月間、厚さ0.03mmの透明ポリエチレンフィルムの土壌表面被覆による太陽熱処理を実施している。本研究は、地域先導技術総合研究の一部として、太陽熱処理の雑草抑制効果について検討したものである。

## II 材料と方法

### 1. 室内試験

雑草発生に及ぼす地温の影響を調査するため、谷和原畑圃場の表層から深さ約10cmの作土を厚さ0.03mmのポリエチレン袋に袋当たり360g詰め、恒温水槽に浸して発芽調査を行った。水温は55, 50,

45, 40, 35および25℃の6水準、処理時間は3, 6, 12, 24, 48, 72, 120および168時間の8水準とした。処理後、作土を直径10.4cm、高さ9.5cmのポットに詰めてビニルハウス内に置き、適宜水管理を行った。各処理それぞれ3反復とし、4週間後にポット当た

平成14年9月13日受付 平成15年1月8日受理

<sup>1</sup>現 企画調整部研究交流科

<sup>2</sup>現 九州沖縄農業研究センター

<sup>3</sup>現 土壌肥料部土壌診断研究室

りの雑草の発生数を調査した。

## 2. 圃場試験

1997年から2001年にかけて中央農業総合研究センター（旧農業研究センター）谷和原畑圃場で実施した。供試土壌は表層腐植質黒ボク土であった。1997年と1998年は、太陽熱処理区と無処理区の2処理区を設け、1999年から2001年までの3年間は、これらの処理に除草剤処理区を加えて3処理区を設けた。

太陽熱処理区では、降雨およそ1日後に無施肥でロータリーによる耕耘と同時に、トラクターに装着したマルチャーで畝面を透明なポリエチレンフィルム（厚さ0.03mm、商品名“耐候性強化マルチ”住友）で被覆し、畝幅1.1m、高さ約10cmの畝を作った。被覆は1997年は6月26日から8月1日まで、1998年は6月30日から7月26日まで、1999年は6月29日から7月27日まで、2000年は6月30日から7月28日まで、2001年は6月28日から7月26日までのおよそ4週間実施した。マルチを除去した畝は、耕耘せずにそのまま放置した。一方、マルチをしない無処理区と除草剤処理区では、1997年は8月1日、1998年は7月27日、1999年は7月27日、2000年は7月28日、2001年は7月26日に、無施肥でロータリーによる耕耘を

行い、畝幅1.1m、高さ約10cmの畝を作った。除草剤処理区では散粒機を用いてベンチオカリーブ・プロメトリン粒剤（商品名：サターンバアロ粒剤）を作畝直後に20kg/ha散布した。各処理の1区当たりの畝の長さは4.5mとして3反復で行った。

雑草の発生調査は、太陽熱処理区ではマルチ除去4週間後に、無処理区と除草剤処理区では作畝4週間後に畝肩より上の雑草を対象に実施した。0.5m×0.5mのコドラートを使用して、コドラート内の雑草を採取し、その本数を調査した。2001年のみ、太陽熱処理の効果の持続性について調査するために、処理4週間後の雑草調査後、全ての雑草を土壌を攪乱しないようにていねいに抜き取り、以後発生する雑草についてさらに4週間後に再調査を行った。

太陽熱処理期間中の地温の測定については、太陽熱処理区および除草剤処理区の畝中央部の畝面および畝面下2cm、5cm及び10cmに土中温度計測器（DIK-9420；大起理化、RT-10；タバイエスベック）の土中温度センサを埋設して実施した。日射量および気温は、中央農業総合研究センター（旧農業研究センター）谷和原圃場の気象観測システムで計測されたデータを用いた。

## Ⅲ 結 果

### 1. 室内試験

土壌温度とその積算時間が全種類の雑草発生に及ぼす影響を調べた結果を表1に示した。55℃の恒温処理で雑草発生を完全に抑制するには48時間以上を必要としたが、雑草発生の抑制は処理6時間後で

すでに観察された。同様に50℃では48時間（2日）以上、45℃では168時間（7日）の恒温処理により、25℃の処理区に比べて雑草の発生は有意に抑制された。40℃以下では、25℃の恒温処理区と有意な差はなく、雑草抑制効果は認められなかった。

表1 土壌温度とその積算時間が雑草発生数に及ぼす影響（本数/ポット当り、室内試験）

| 温度処理<br>(℃) | 処理時間               |       |      |       |       |       |       |       |
|-------------|--------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 3                  | 6     | 12   | 24    | 48    | 72    | 120   | 168   |
| 25          | 9.7                | 11.0  | 10.7 | 12.7  | 12.4  | 6.2   | 6.2   | 4.8   |
| 35          | — <sup>a)</sup>    | —     | —    | 11.7  | 12.4  | 6.8   | 5.4   | 4.0   |
| 40          | 11.5               | 11.7  | 10.7 | 12.0  | 11.2  | 6.0   | 6.8   | 4.2   |
| 45          | 10.5               | 12.3  | 10.7 | 10.7  | 13.8  | 7.1   | 4.8   | 2.6   |
| 50          | 11.3               | 11.7  | 11.0 | 8.7   | 4.2   | 1.4   | 1.2   | 0     |
| 55          | 12.0               | 5.0   | 3.7  | 3.3   | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 標準誤差(±)     | 1.2 <sup>NS)</sup> | 1.0** | 1.5* | 0.7** | 1.3** | 1.0** | 0.8** | 0.7** |

<sup>a)</sup>: 無試験, <sup>NS)</sup>: それぞれ5%水準および1%水準で有意差があることを示す。  
NS: 処理間に有意差は認められないことを示す。

## 2. 圃場試験

2000年における6月30日から7月27日までの除草剤処理区および太陽熱処理区の畝面、畝面下2cm、5cm、10cmの日最高地温と日最高気温を図1に示した。太陽熱処理区の処理期間中の平均日最高地温は畝面では53.9℃、深さ2cmでは48.3℃、深さ5cmでは35.1℃、深さ10cmでは33.3℃であった。一方、同時期の除草剤処理区の平均日最高地温は、畝面では39.9℃、深さ2cmでは35.3℃、深さ5cmでは28.1℃、深さ10cmでは26.0℃といずれの箇所でも太陽熱処理区に比べて低く推移した。また処理期間中の7月23日には、太陽熱処理区において畝面で65.0℃、深さ2cmで60.6℃、深さ5cmで42.6℃、深さ10cmで39.9℃の最高地温が得られた。

2000年における梅雨明けの7月22日から7月24日までの太陽熱処理区の畝面(0cm)の日最高地温は12~13時頃、日最低地温は午前3~4時頃に記録

された(図2)。この最高値と最低値の日変化は、深層部ほど表層との間に時間的なズレがみられ、畝面下10cmの日最高地温は19~20時頃に記録された。地温の日較差は地表面では21~37℃であるのに対し、深層部ほど小さく、畝面下10cmでは約5℃であった。

表2に1999年から2001年における太陽熱処理期間中における試験圃場の各深さの一定温度以上を記録した積算時間を示した。いずれの温度範囲や深さにおいても、梅雨明けが平年より10日程度早かった2001年の積算時間が2000年や1999年よりも長かった。

太陽熱処理の雑草抑制効果について5年間の露地試験の結果を表3に示した。太陽熱処理区の雑草発生数は、無処理区より有意に少なかった。一方、除草剤処理区の雑草発生数と太陽熱処理区の雑草発生数との間には有意な差は認められなかった。

日最高地温, 日最高気温 (°C)

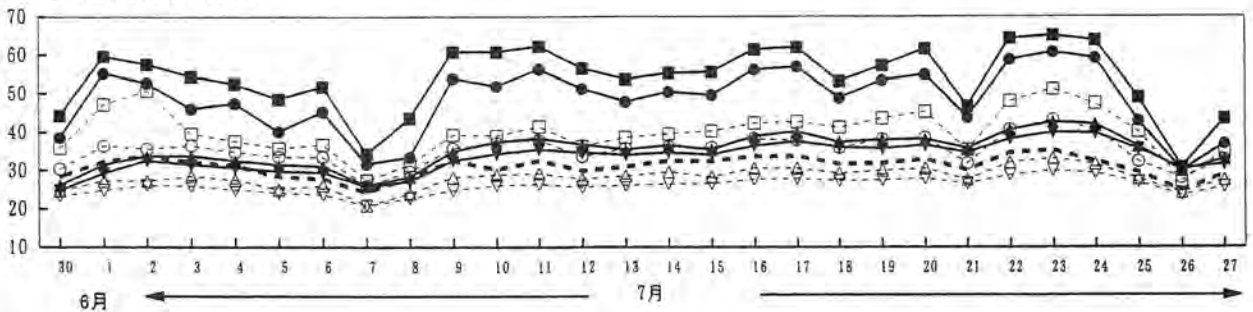


図1 太陽熱処理区(マルチ区)と除草剤処理区(無マルチ区)の畝面下の日最高地温と日最高気温の推移(2000年6月30日~7月27日)

畝面下深度 0cm 2cm 5cm 10cm 日最高気温 -----  
 太陽熱処理 ■ ● ▲ ▼  
 除草剤処理 □ ○ △ ▽

気温, 地温 °C

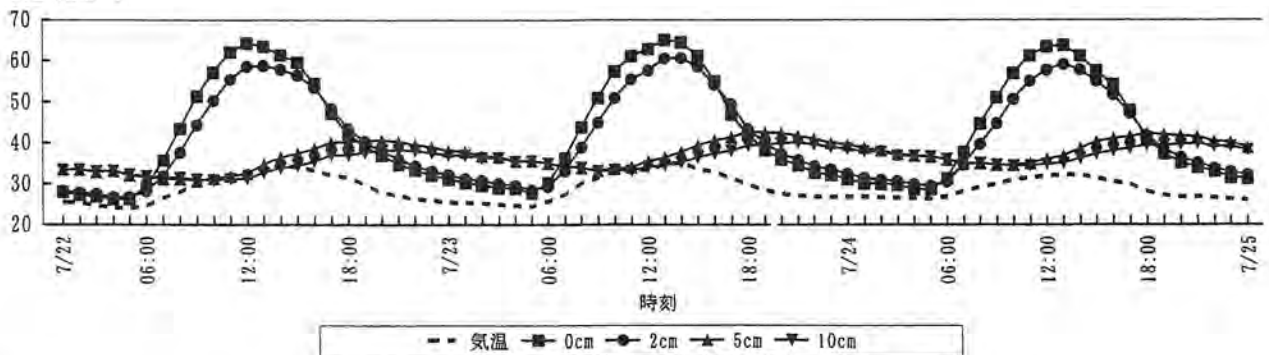


図2 太陽熱処理区の畝面下0, 2, 5および10cmの地温と気温の日推移(2000年7月22日~24日)

--- 気温 ■ 0cm ● 2cm ▲ 5cm ▼ 10cm

表2 太陽熱処理区における一定温度以上を示した積算時間 (谷和原畑圃場)

| 深さ  | 測定年<br>以上 | 55°C<br>以上 | 50°C<br>以上 | 45°C |
|-----|-----------|------------|------------|------|
| 0cm | 1999      | 27         | 51         | 94   |
|     | 2000      | 62         | 99         | 143  |
|     | 2001      | 113        | 170        | 210  |
| 2cm | 1999      | 7          | 26         | 50   |
|     | 2000      | 23         | 58         | 102  |
|     | 2001      | 24         | 105        | 176  |
| 5cm | 1999      | 0          | 0          | 0    |
|     | 2000      | 0          | 0          | 0    |
|     | 2001      | 0          | 1          | 90   |

単位：時間

太陽熱処理の雑草抑制持続期間について2001年に試験した結果を表4に示した。太陽熱処理終了後4週間目から8週間目までに発生した除草剤処理区と太陽熱処理区の発生雑草数は、無処理区に比べて有意に少なかったが、両者の処理区間には有意な差は認められなかった。

太陽熱処理の雑草抑制効果を草種別に調べた結果を表5に示した。1997年はスベリヒユ以外のシロザ、カヤツリグサ、メヒシバ、ノミノフスマの発生が、1998年ではスベリヒユも含めたほとんどの草種の発生が有意に抑制された。

表3 太陽熱処理終了4週間後における雑草発生数

| 処理                  | 1997                 | 1998              | 1999              | 2000              | 2001               |
|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                     | (本数/m <sup>2</sup> ) |                   |                   |                   |                    |
| 無処理                 | 50.7                 | 80.0              | 132.0             | 38.5              | 84.3               |
| 除草剤処理               | — <sup>a)</sup>      | —                 | 2.8               | 6.0               | 1.3                |
| 太陽熱処理 <sup>b)</sup> | 8.7                  | 5.3               | 0.9               | 2.5               | 1.7                |
| 標準誤差(±)             | 1.9 <sup>c)</sup>    | 6.4 <sup>**</sup> | 8.9 <sup>**</sup> | 8.9 <sup>**</sup> | 11.5 <sup>**</sup> |

a): 無試験。

b): 6/26～8/1(1997), 6/30～7/26(1998), 6/29～7/27(1999), 6/30～7/28(2000), 6/28～7/26(2001),

c): 1%水準で有意差があることを示す。

表4 太陽熱処理終了8週間後における雑草発生本数 (2001年)

| 処理                  | 発生本数 (m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------------------|
| 無処理                 | 122.0                  |
| 除草剤処理               | 71.3                   |
| 太陽熱処理 <sup>a)</sup> | 86.0                   |
| 標準誤差(±)             | 6.2 <sup>b)</sup>      |

a): 6/28～7/26(2001),

b): 5%水準で有意差があることを示す。

表5 太陽熱処理<sup>a)</sup>が雑草発生草種に及ぼす影響 (太陽熱処理終了4週間後に調査)

| 年    | 処理      | シロザ <sup>a)</sup>    | カヤツリグサ            | メヒシバ <sup>a)</sup> | スベリヒユ              | ノミノフスマ            |
|------|---------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|      |         | (本数/m <sup>2</sup> ) |                   |                    |                    |                   |
| 1997 | 無処理     | 13.7                 | 15.0              | 2.7                | 7.0                | 12.0              |
|      | 太陽熱処理   | 0                    | 0                 | 0                  | 8.0                | 0                 |
|      | 標準誤差(±) | 0.95 <sup>a)</sup>   | 0.94 <sup>*</sup> | 0.24 <sup>*</sup>  | 1.03 <sup>NS</sup> | 1.6 <sup>*</sup>  |
| 1998 | 無処理     | 4.3                  | 2.7               | 3.4                | 13.3               | 1.0               |
|      | 太陽熱処理   | 0                    | 0                 | 0                  | 0.9                | 0                 |
|      | 標準誤差(±) | 0.24 <sup>**</sup>   | 0.24 <sup>*</sup> | 0.16 <sup>**</sup> | 0.70 <sup>*</sup>  | 0.10 <sup>*</sup> |

a): 6/26～8/1(1997), 6/30～7/26(1998), b): それぞれ5%水準および1%水準で有意差があることを示す。

NS: 処理間に有意差は認められないことを示す。

## IV 考 察

透明フィルムマルチによる太陽熱処理は、地温が高まりやすい盛夏に行うことが一般的であり、その雑草抑制効果も研究されている。イスラエルのハイファでは、夏季に2~3週間の太陽熱処理を行なうことによって、ホソアオゲイトウ、スベリヒユ、ホトケノザの発生が抑制され<sup>(2)</sup>、ロサンゼルスでは7月中旬から40日間の太陽熱処理を行なうことによって、スズメノカタビラ、イヌビエ、カヤツリグサ、ツユクサ、オヒシバの発生が抑制された<sup>(3)</sup>。日本においても、奈良県では7月25日から8月9日迄の15日間あるいは8月24日迄の30日間の太陽熱処理を行なうことによって雑草の発生を抑制できた<sup>(7)</sup>。本報の圃場試験の太陽熱処理の結果からも透明ポリエチレンフィルム除去後およそ1ヶ月間、すなわち被覆開始後約2ヶ月間は雑草の発生を抑制できた。これは、除草剤散布と同等の雑草抑制効果であり、カヤツリグサ、シロザ、メヒシバなどの発生が抑制できた。しかし、透明ポリエチレンフィルム除去後2ヶ月後の雑草の発生本数およびその間の観察から、本太陽熱処理による雑草発生の抑制効果の持続期間は、透明ポリエチレンフィルム除去後およそ1ヶ月間と考えられる。

1997年のスベリヒユの結果は、Horowitzら<sup>(3)</sup>の結果および1998年の結果と異なり、太陽熱処理の有無に関係なく発生したが、マルチ除去4週間後の調査において、太陽熱処理区のスベリヒユの大きさが無処理区に比べて小さかったことおよび観察結果から後発生したものと推定した。

桑田ら<sup>(5)</sup>は、千葉県において本報と同じ頃に30日間、透明ポリエチレンフィルムで太陽熱処理を行い、地表面から0~2cm、2~4cm、4~6cm、9~11cm、14~16cmの深さ別に採土して、30cm×30cm、深さ3cmの箱に詰め、ガラス温室に置いて雑草の発生調査を行った。その結果、種子深度が表層2cmまでの雑草の発生がほとんど抑制された。しかし、それより深いところから発生する雑草の発生は抑制されなかった。この時の深さ1cmの50℃以上の積算時間は49時間であった<sup>(5)</sup>。表2から地温が50℃以上で積算時間が49時間以上あったのは、2000年と2001年の場合深さ2cmまでにおいて、1999年の場合畝表面において観測された。しかし、55℃以上の積算時

間が最も短かった1999年のような条件下でも、大部分の雑草が発生する深さ2cmまでの積算時間が6時間以上であったこと、および室内試験の結果から雑草の発生はフィルム被覆による表面地温の上昇により抑制されたものと推定された。

本報の室内試験においては、恒温条件下で雑草発生の抑制できる積算時間を求めた。Egley<sup>(1)</sup>の試験結果によると、積算時間が同じ場合、恒温処理の方が変温処理に比べて雑草発生の抑制効果は同程度かやや強い程度であった。このことから、圃場における太陽熱処理区において、雑草発生を抑制できる積算時間については、室内試験の結果でほぼ説明できるといえる。また、Egley<sup>(1)</sup>の結果と同様に本試験でも高温程短い積算時間で雑草発生を抑制できた。

以上のように太陽熱処理による雑草抑制効果はおおよそ深さ2cm程度の表層に限られるため、被覆除去後に耕耘したり、手直し等により深さ2cmよりも深い土壌が表層の土壌に混入すると、処理効果が劣ることが推察された。信岡・細田<sup>(7)</sup>は、太陽熱処理による雑草抑制効果は耕起条件（深さ5cm）よりも不耕起条件で優れていたことを報告している。従って、太陽熱処理後の作物の播種は、処理後土壌を攪乱しない条件で実施することが肝要である。

次に、太陽熱処理により雑草の抑制効果が認められた深さ2cmにおける日最高地温の変動に影響を与える要因を明らかにするために、3年間の太陽熱処理区の深さ2cmの日最高地温（ $y$ ）と気象要因（日最高気温 $x_1$ と日射量 $x_2$ ）とで重回帰分析を行ったところ、 $y = 1.63x_1 + 0.63x_2 - 14.08$  ( $r^2 = 0.922$ )の重回帰式が得られた。標準偏回帰係数の大きさを比較した結果から、深さ2cmの日最高地温の決定には日射量よりも日最高気温が重要であることが明らかになった。すなわち、太陽熱処理は期間中の日射量よりも日最高気温の高低が雑草抑制効果を決定すると結論される。

以上のように、透明ポリエチレンフィルムを用いた太陽熱処理は、環境保全型雑草管理として有効な技術といえよう。

## V 摘 要

雑草防除のために化学的に合成された除草剤の使用を減らす目的で、畑地において透明ポリエチレンフィルムを用いた太陽熱処理について検討した。室内試験において、55℃で雑草発生を完全に抑制するには48時間以上の恒温処理を必要としたが、雑草発生の抑制は処理6時間後ですでに観察された(表1)。同様に、50℃では雑草発生の抑制には48時間以上、45℃では168時間の恒温処理で25℃に比べて有意に抑制された。

1997年から2001年の夏に中央農業総合センター谷和原畑圃場で太陽熱処理試験を実施した。試験期間

を通じて、4週間の太陽熱処理によって、スベリヒユの雑草発生の抑制効果は年によって異なったが(表5)、除草剤(ベンチオカーブ・プロメトリン粒剤, 20kg/ha) 散布と同様の雑草抑制効果が得られた(表3)。これらの結果は、大部分の雑草が発生する深さ2cm(表2)までの55℃以上の積算温度によって説明することが可能である。

以上から、作物の播種あるいは移植前に不耕起にする必要があるものの、畑地において透明ポリエチレンフィルムによる太陽熱処理は効果的な雑草管理技術と結論される。

## 謝 辞

本研究において雑草の同定にあたり耕地環境部の高柳繁上席研究官に指導していただいた。ここに記

して感謝申し上げる。

## 引 用 文 献

1. Egley, G. H. (1990) High temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. *Weed Sci.*, 38, 429-435.
2. Horowitz, M., Y. Regev and G. Herzlinger (1983) Solarization for weed control. *Weed Sci.*, 31, 170-179.
3. 小玉孝司・福井俊男 (1979) 太陽熱とハウス密閉処理による土壌消毒法について. I. 土壌伝染性病原菌の死滅条件の設定とハウス密閉処理による土壌温度の変化. *奈良農試研報*, 10, 71-82.
4. 小玉孝司・福井俊男 (1982) イチゴ萎黄病に対する露地型太陽熱土壌消毒法の適用. *日植病報*, 48, 699-701.
5. 桑田主税・成川 昇・粕谷洋一 (2000) 太陽熱を利用した畑雑草の防除. *千葉農試研報*, 41, 35-44.
6. 村田明夫 (1986) ネギ黒腐菌核病に対する太陽熱利用の土壌消毒. *今月の農業*, 30(5), 42-45.
7. 信岡 尚・細田陽子 (1992) 露地太陽熱処理による雑草抑制. *奈良農試研報*, 23, 50-51.
8. Standifer, L. C., P. W. Wilson and R. Porche-Sorbet (1984) Effects of solarization on soil weed seed populations. *Weed Sci.*, 32, 569-573.

## Effect of Solarization by Using Clear Polyethylene Film Mulch on Weed Control in Upland Field

Katsuyuki Katayama<sup>\*1</sup>, Nozomu Minagawa<sup>\*2</sup> and Kenzo Miura<sup>\*3</sup>

### Summary

Solarization by using clear polyethylene film was investigated in upland field in order to control weeds, targeting reduction of chemical herbicide. The laboratory experiment showed that 6 hours or more were needed to suppress the weed emergence at 55 °C, although 48 hours or more were needed to suppress the weeds for complete suppression (Table 1). And 48 hours and more were needed at 50 °C, while at least 168 hours were needed at 45 °C. Field experiment was conducted at Yawara Experimental Field of National Agricultural Research Center in summer 1997 to 2001. Sufficient weed suppression was obtained by film mulching for 4 weeks in the same level as herbicide benthocarb(s-p-chlorobenzyl-N, N-diethylthiolcarbamate) + prometryne(20kg/ha) at preemergence (Table 3), although the control of common purslane (*Portulaca oleracea* L.) was fluctuated between years (Table 5). These results could be explained by the cumulative hour of 55 °C or more at the soil surface ( $\leq 2$ cm, Table 2), where the most of weeds emerged. It is concluded that the solarization by clear polyethylene film is effective weed management technique in upland field, although after the solarization none-tillage will be required before crop sowing/transplanting.

---

Received: 8 January, 2003

<sup>\*1</sup> Dept. of Research Planning and Coordination, National Agricultural Research Center

<sup>\*2</sup> National Agricultural Research Center for kyusyu Okinawa Region

<sup>\*3</sup> Dept. of Soils and Fertilizers, National Agricultural Research Center