

### Influences of Microwave Irradiation on Environment (III)

Hiroshi Murakami, Toshiaki Iwata, Yasuyuki Abe  
and Yoshitsugu Toda

(AIST)

1-1-1mezono, Tsukuba, Ibaraki, 305-8568, Japan

E-mail: [murakami-hiroshi@aist.go.jp](mailto:murakami-hiroshi@aist.go.jp), FAX + 81-029-861-5709

Ken-ichi Saito

(Nippon Veterinary and Zootechnical College)

Toshirou Okuda

(Sanwa Norin Co., Ltd)

and

Isao Kudo

(Hokkaido University)

The influence of 2.45GHz microwave toward ecological system must require plenty of studies and more than ten years of work has been carried out at AIST, Tsukuba using a long-duration microwave exposure facility (LDMEF) which was built as an outdoor one. There, both hastening of growth of plants and withering were observed. As far as the hastening of growth, increase of plants body temperature and soil temperature are suspected as the cause. On the other hand, withering resulted in evaporation of moisture. Mechanism of hastening of growth was considered to be especially important for the influence of microwave irradiation toward ecological system. In this meaning, outdoor facility was not adequate for the study, because this facility could not separate above causes of two temperature increase. Therefore, an indoor facility was built for this purpose. Acrylic basic resin containers (1.2mx1.2m and 0.25m height) were used with fresh water supply for the planting. Indoor atmospheric temperature and water temperature were controlled.

*Brassica campestris* (Chinese Cabbage) and white radish were planted. Although cause of temperature increase was discriminated, mechanism of hastening of growth is not found yet. Containers for the plant were improved. Recent progress at LDMEF is described in this meeting..

### 宇宙発電用屋内実験施設 (Ⅲ)

村上 寛、岩田敏彰、阿部宜之 戸田義継 (産総研)

斉藤賢一 (日本獣医畜産大)

奥田俊郎 (三和農林)

工藤 勲 (北大)

#### 1. はじめに

宇宙太陽発電システム (SPS) から地球に向けて放射される 2.45 GHz のマイクロ波が生態系にどのような影響をおよぼすかについては十分な調査研究がなされてはいない。産総研では植物を対象に 1992 年に屋外に設置したマイクロ波長期曝露施設で 10 年以上研究を続けている<sup>1-3)</sup>。マイクロ波電力レベルを変えた植物への照射実験で成長促進と枯れ現象が生じたことにより原因の調査を開始した。その結果、枯れ現象は土壌の水分の蒸発によって生じ、成長促進は 1) 植物自身の温度上昇、2) 土壌の温度上昇が要因であると推察した。後者の成長促進のメカニズムを調べるのがマイクロ波と生体系への影響調査に必要と考えている。しかし屋外施設は自然環境下による照射実験であることから 2 つの要因を分離できない。このため土壌の温度などのパラメーター制御が行える屋内施設を設置して成長促進のメカニズムの調査研究を進めている。これまでに屋内実験施設を整備して小松菜などの植物の成長確認を行った。また、2.45 GHz のマイクロ波を照射した実験で施設の性能を確認した<sup>4)</sup>。今回、カイワレダイコンにマイクロ波の電力密度を変えた照射実験を行ったので、その結果について報告する。

#### 2. 屋内実験施設

図 1 は屋内実験施設を示す。大きさは幅 2.5 m 横 2.5 m 高さ 2.5 m の箱型である。天井部に 38 cm 四方のホーンアンテナを取り付け、下部は植物育成用のアクリル容器 (1.2 m x 1.2 m 高さ 0.25 m) を設置した。アクリル容器は絶えず新鮮な水を供給できるようにしてある。また冷却器を利用して 20 °C 前後に水温を制御できるようにした。カイワレダイコン用の模擬土壌は 5 mm 厚のウレタンを利用した。室温は実験施設内と実験施設外の 2 箇所のクーラーで室温の制御を行った。植物育成用の照明は 40w の蛍光灯 (2 本組み) 20 セットと 20 w (2 本組み) 4 セットを高さ 1.8 m に設置した。中心部 1 m の範囲で 6000 lx の照度が得られている。施設内はこの照明装置から発生する熱を排出させる大型換気扇を用いて実験施設内の温度上昇を抑えるようにした。図 2 は 8 月の水温の変化と室温の日中の変化を示す。育成用照明が動作すると室温が 3 度ほど、水温は 0.5 度程度の上昇があった。

#### 3. 屋内実験施設

実験に利用した植物は成長がしやすいカイワレダイコンを用いた。カイワレダイコンは発芽率が高く、成長も 1 週間程度で短時間の実験には最適な植物である。育成容器 (発泡スチロール製) は 38 cm x 24 cm の大きさで、7 cm 角の小ポットが 20 個入っている。この育成容器を 120 cm 四方のアクリル容器に # 1 から # 6 まで 6 組設置する。マイクロ波照射実験中、植物の育成環境を維持させるため植物育成用照明装置は朝 6 時半から夕方 6 時半までの 12 時間稼働させた。

今までの屋外実験の結果から気温が高いと植物全体の成長が活発になりマイクロ波による温度の影響が判別しにくいことがわかっているため実験環境温度は 20 °C 程度の状態で生育状態を観測した。電力レベルは校正中であるためマイクロ波電源の電流量をパラメーターとし、50、70、100、120 mA で照射実験を実施した。実験施設内の室温は春、夏の季節によって育成用蛍光灯の動作より、3-6 °C ほど上昇が見られる。水温は絶えず新鮮な地下水を利用しているため 13-20 °C であった。模擬土壌であるウレタンは絶えず水に接しているがカイワレダイコンの根が十分に発育しない状態ではアクリル容器からウレタンに水が供給されにくいいためウレタンの表面が乾いてしまうことがある。これを防止するように一日 1 回カイワレダイコンの上部から水を自動供給でき

るようにした。

#### 4. サンプルの評価法

カイワレダイコンは小さいポットに大量の種を入れ、発芽させるとお互いに競い合うことで茎が短時間で成長する。評価はマイクロ波照射中の成長をビデオに収めその成長度状態と、照射後の重量および丈の長さを計測して行うこととした。重量と丈の長さは1個の小ポットから成長が同じようなカイワレダイコンを10本の抽出して束ねたものを1組とし、1小ポットで5組（カイワレダイコンの総数は多いもので1小ポット300本以上あり、その中から50本を抽出）作り、それぞれの組ごと長さの平均と重量を計測した。成長したカイワレダイコンの丈の長さは1本でも十分に計測可能であるが重量は1グラム以下となり、計測が困難となった。このため重量10本の平均を求めた。図3は一個の育成容器から成長したカイワレダイコンを20ポット取り出した状態と評価する50本のカイワレダイコンを示す。

#### 5. マイクロ波照射実験結果

図4は予備実験でマイクロ波を1週間照射した後の6組の育成容器、120箇所のカイワレダイコンの平均の丈の長さを棒グラフで示したものである。また図5は場所による生育状態をわかりやすくするために分布図にしたものである。この分布からマイクロ波の照射領域での成長が見られている。この場所はホーンアンテナの真下に近い位置で育成容器#4と#5の一部である。成長促進が見られる場所での丈の長さは12-13cmとなって、非照射の領域と比べると3-4cm高い。また、重量は照射領域で7-8g(10本の重量)が計測され、照射が少ない領域と比べると1.5倍ほど重くなった。マイクロ波を照射しない状態では#1と#6の育成容器全体に同じような生育が見られ、丈の長さは100mmから125mmの範囲となっている。丈の長さの分布からは規則性はわからなかった。マイクロ波電力をパラメーターとした照射実験で50, 70, 100mAは予備実験と同様の傾向が示された。図6は100mAでの丈の長さ重量の分布を示す。照射領域では照射されていない領域と比べ2cmほど生育が良くなっている。重量も1.5倍ほど重くなっている。しかし120mAでは中心部の照射領域で部分的に枯れが観察され、照射領域で非照射領域と比較して1cm程度低くなった。重さは明確に比較はできなかった。これら一連の実験からマイクロ波電力密度100mAまででは成長促進が生じ、屋外施設での照射実験と同じ傾向になった。また120mAの時、枯れが生じたことから原因を調べたところ模擬土壌のウレタンがマイクロ波により加熱され温度上昇が生じたことであった。これも屋外での土壌の水分不足となったこと同様の現象である。したがって模擬土壌の温度上昇の生じない新たな育成容器が必要となった。模擬土壌をウレタンからメッシュに変え、成長した根が直接水の中に入るように改良した。図7に試作した育成容器とカイワレダイコンの根の成長の様子を示す。

#### 6. まとめ

屋内施設でマイクロ波電力を変化させた植物の成長実験の結果、屋外施設で得られた成長促進の傾向が観察された。しかし用いた模擬土壌に問題があったことで成長促進のメカニズムを十分に調査することができなかった。問題を解決するために育成容器の改良を行い、カイワレダイコンの根がマイクロ波の影響を受けない状態で直接水の中で成長するようにした。この容器でカイワレダイコンの成長を確認した。

##### 参考文献

- [1]村上、小見山、加藤、工藤：第3回SPSシンポジウム、pp.90-95, 2000.
- [2]村上、小見山、加藤、工藤：第21回宇宙エネルギーシンポジウム、pp.60-64, 2002.
- [3]村上、小見山、加藤、工藤：第22回宇宙エネルギーシンポジウム、pp.46-50, 2003.
- [4]村上、岩田、阿部、斎藤、奥田、工藤：第7回SPSシンポジウム、pp.95-98, 2004



ホーンアンテナ

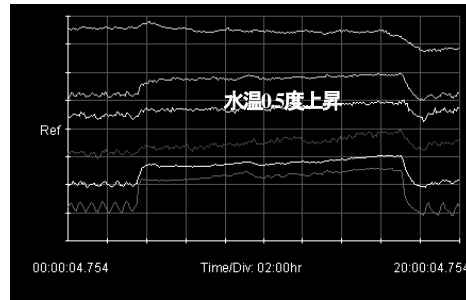


図2 水温と気温の日中の変化

育成用容器

冷却機

図1 屋内実験施設

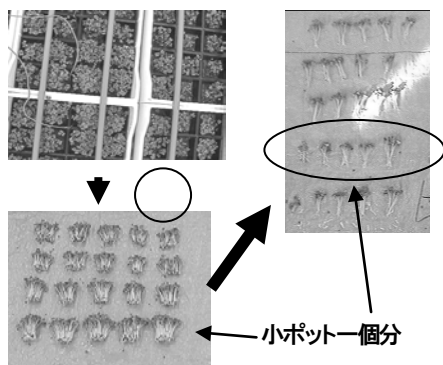


図3 評価するカイワレダイコン

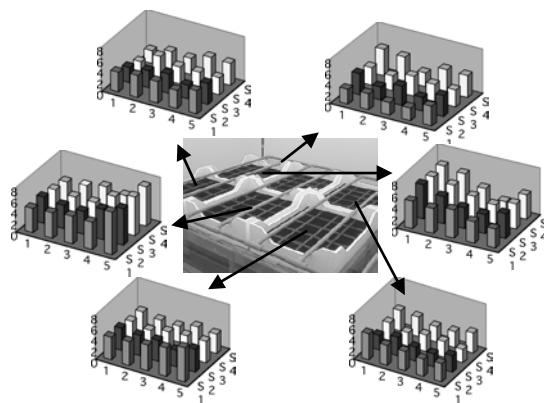


図4 場所の違いによる成長の評価の一例

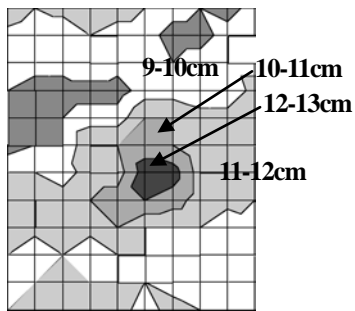


図5 丈の長さの分布

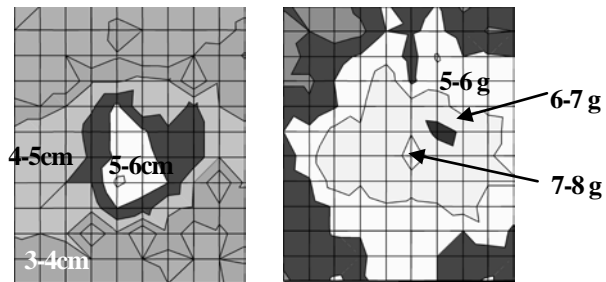


図6 100mAでの丈の長さ重量の分布



図7 改良した育成容器と成長した根の状態