

Long-Duration Microwave Exposure Facility (II)

Hiroshi Murakami and Koji, Komiyama
Electrotechnical Laboratory, Agency of Industrial Science and Technology, MITI
1-1-4, Umezono, Tsukuba Science city, Ibaraki, 305-8568 Japan
(E-meil:murakami@etl.go.jp)
Fax:81-0298-61-3336

Yoshihiko Kato
Kikusui Electronics Corporation, 1-1-3, Higashiyamata, Tsuzuki-ku, Yokohama, 224-0023, Japan
Isao Kudo
Hokkaido University, N13, W8, Kita-Ku, Sapporo, 060-8628 Japan

Abstract

Before realizing an operational solar-powered satellite, biological and environmental effects from microwave radiation must be clarified. In fact, the possible biological effects of microwave beams should be correctly defined for a broad range of animal and plant life. This information is especially needed to minimize hazards and can alleviate public concern. We recognize that the consideration of human safety is an important issue. A long-duration microwave exposure facility (LDMEF) was built at AIST Tsukuba Research Center in 1994 for the above purpose. During the period from June 1996 to August 1998, radiation power at the soil was 20mW/cm² which corresponded to the maximum power level expected at the center of a Rectenna. No marked influence of microwave beams was observed. Therefore, the power density was subsequently increased by 30%. This resulted in significant changes. Plants inside the radiation area died and the growth rate of plants outside the radiation area increased. The interaction of thermosensors with microwave power was of little concern. This effect is now under study. The accumulated microwave radiation time so far is over 17,000 hours.

SPS のための長期曝露施設 (II)

村 上 寛、小見山耕司
電子技術総合研究所
(E-meil:murakami@etl.go.jp)
Fax:81-0298-61-3336

加藤吉彦
菊水電子

工藤 勲
北海道大学

1 はじめに

現在、SPS の実用化へ向けてのハード面での研究は進んでいるが宇宙からのマイクロ波伝送における地上での影響については、十分研究されているとは言えない。著者らは 1996 年から電総研の第二研究センターにマイクロ波長期曝露施設を設置 1)してこの影響についての研究調査を開始した。研究項目は施設の長期間稼働実験とマイクロ波が生態系におよぼす影響の調査である。いままでに SPS から地上に放射されると同様の電力密度で屋外の自然発生の植物や双葉植物にマイクロ波の照射実験実施したが、植物への影響は屋外では単純に見いだすことができなかった 2)。したがって現在はマイクロ波が土壌や地温などにどのような影響をおよぼすかを主に調べる方向で研究を進めている。具体的にはマイクロ波電力が土壌の水分や温度にどのような変化をおよぼすかを長期間に渡り計測することである。また、この実験と平行して土壌に蒔いた種におよぼすマイクロ波電力の影響も調べることにした。この研究のために実験施設や計測機器の整備および計測センサーの設置を実験エリアに行った。この整備や設置により短期間ではあるがマイクロ波電力密度を通常の電力密度ではなく 30%増加した実験を実施したところ植物の成長の相違や土壌の温度の上昇などが観測された。今回はその観測された結果について報告する。

2.長期曝露施設

図 1 は屋外に設置した長期曝露施設を示す。長期曝露施設は一辺 8 m で高さ 4 m の立方体で天井は開放されたニッケルメッキフェンスである。またマイクロ波の漏洩を押さえるために細かいメッシュで被った。照射できるマイクロ波出力電力は連続で 500W まで制御が可能である。マイクロ波の漏洩電力を施設の周り、照射軸方向で測定した結果では照射軸方向、100m の地点で -80 dBm 以上のレベルであった 3)。この施設から放射されるマイクロ波の照射方向には樹木が多くあるためマイクロ波の吸収が多く安全と考えている。しかし、この施設から照射方向の反対側 15m の近距離にある脳機能研究棟が 1998 年度に完成したため、その安全性について検討が必要となっている。マイクロ波照射装置の今までの稼働時間は 1 万 7000 時間を超えているが大きな問題は生じていない。

3.長期間データの取得

マイクロ波の土壌に対する物理的な情報を取得するために土壌の水分を測定するセンサーを 3 箇所、温度を計測するサーミスターを 6 箇所設置した。図 2 に測定ポイントを示す。測定ポイントはマイクロ波の照射領域前後で 60cm づつ離れた位置とした。また、気温や紫外線などのデータも合わせて自動取込みを行って連続照射実験中の変化を測定している。図 3 には気温と地温の変化を示す。これらの計測は種を植える前から実施しているがここでは植物の成長に合わせたデータの整理を行った。この期間での気温と地温の温度差はほとんど無かった。地温データを見ると 9 月の終わりから 10 月 10 日までは 20°C 以上と地温の高い日が続いているが 10 月終わりになると 15°C 程度になっている。しかしマイクロ波照射部の土壌での地温はマイクロ波が照射されていないポイントより平均して 10°C 程度高く計測されて

いる。図4は土壌の含水量の変化を示す。10月7日ころと10月15日ころに雨による降水によって含水量に変化が認められた。しかしマイクロ波が照射されている中心部では特にその変化が大きくなっていることからマイクロ波がセンサーに影響をおよぼしていると思われる。マイクロ波照射領域の含水量が高く計測されていることからマイクロ波とセンサーとの相互作用の影響を調査する必要がある。

4.植物への照射

長期的な土壌などの物理的なデータの取得と平行して被子植物の種を4m四方の観察領域にばらまきにした。種まきから4、5日で一齐に発芽（この領域全体で発芽した植物は小松菜である）が生じたことからその成長の様を調べた。10日ほど過ぎたところで植物の成長が数センチになった。しかしこの頃になるとマイクロ波照射部の中心に変化が見受けられこの領域の植物の減少が起きた。その様子の変化を図5に示す。発芽から20日ほどで植物がほとんど無くなった。この植物の少ない中心部の領域は幅50cmの四角に近い円形を示した。またその領域から幅30cmの領域では逆に成長が進んでドーナツの様になった。これはマイクロ波電力密度に原因があると思われたため以前計測した3)電力密度のパターンを調べ直した。図6に計測した電力密度のパターンを示す。このパターンと成長の領域とが同様の形状を示していることから中心部では電力密度が高く土壌の水の蒸発や地温の上昇によって植物の成長に影響があったと推察している。また、成長の少ない中心領域の外側の狭い30cmの範囲では植物の成長にとって最適に近い環境になったと思われる。しかし10月後半からこの領域と他の領域で成長が遅くなりはじめた。ドーナツ領域の成長は定期絶縁試験によるマイクロ波の4日間の停波や11月からの気温の急激な低下によってマイクロ波の照射と気候とのアンバランスが生じ、植物にとって最適な気象条件からずれたため、成長がしにくくなったと思われる。また、その他の領域の植物の成長も環境によって左右され気温や地温の低下と共に成長が遅くなったり、自然消滅が徐々に起きた。

5.まとめ

長期曝露施設の稼働時間は17000時間を超えているが大きな問題の発生は生じていない。この中で、1996年6月から1998年8月まで実施した植物の照射実験では明確な影響が認められなかった4)。このため電力密度を今まで3割上昇させて植物の成長を観察したところマイクロ波照射部中心付近の領域で成長に影響が認められた。また、その外側の周り幅30cmほどの領域では逆に周りと比べてより大きな成長が観察された。これと平行して取得した地温などの物理的なデータからは地温の上昇が示唆され、またマイクロ波の放射パターンと同様な形状が植物に現われたことからマイクロ波が植物の成長段階に何らかの作用を与えたと思われる結果が得られた。今後は植物の成長を連続で記録できる装置の設置とマイクロ波と土壌の物理的なデータの長期的な蓄積を行う予定である。

参考文献

- 1)H. Murakami et.al. Space Energy and Transportation, Vol.1,No.4 308 (1996)
- 2)村上他：第15回宇宙エネルギーシンポジウム (1996)
- 3)村上他：第17回宇宙エネルギーシンポジウム (1998)
- 4)村上他：第1回宇宙太陽発電システムシンポジウム(1998) 56



図1 屋外に設置した長期曝露施設

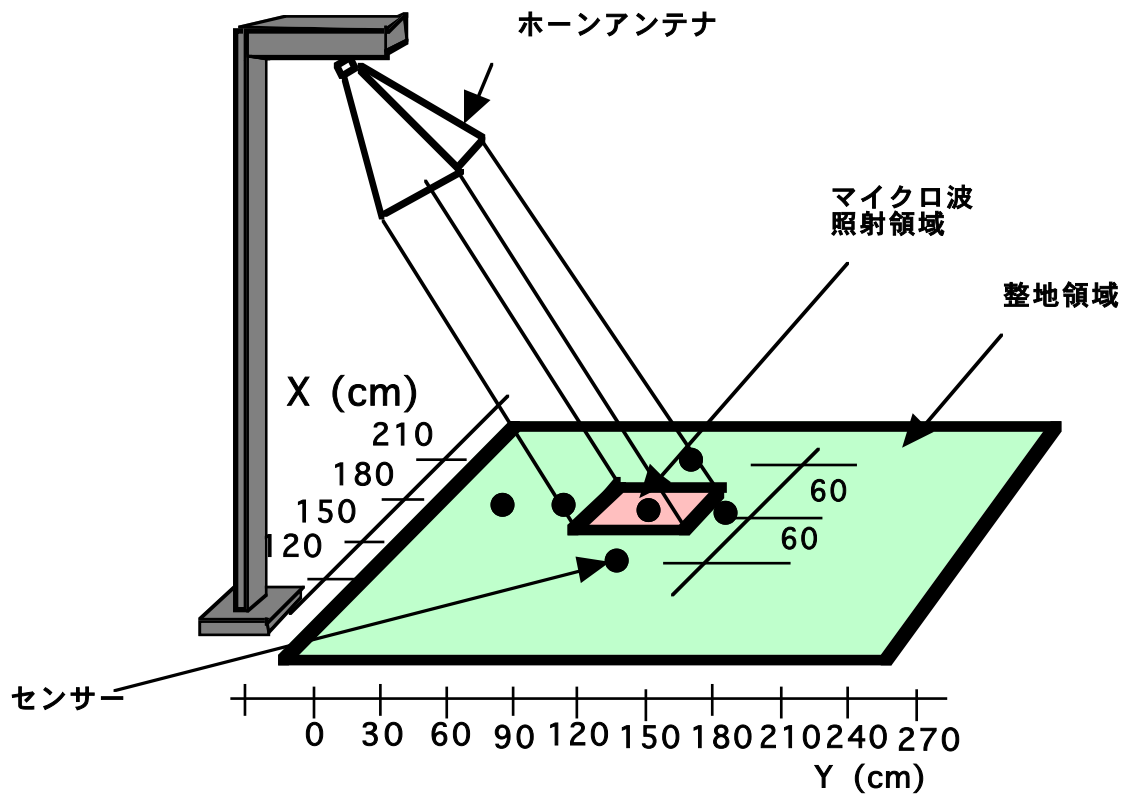


図2 土壌の水分と温度を計測するサーミスターの測定ポイント

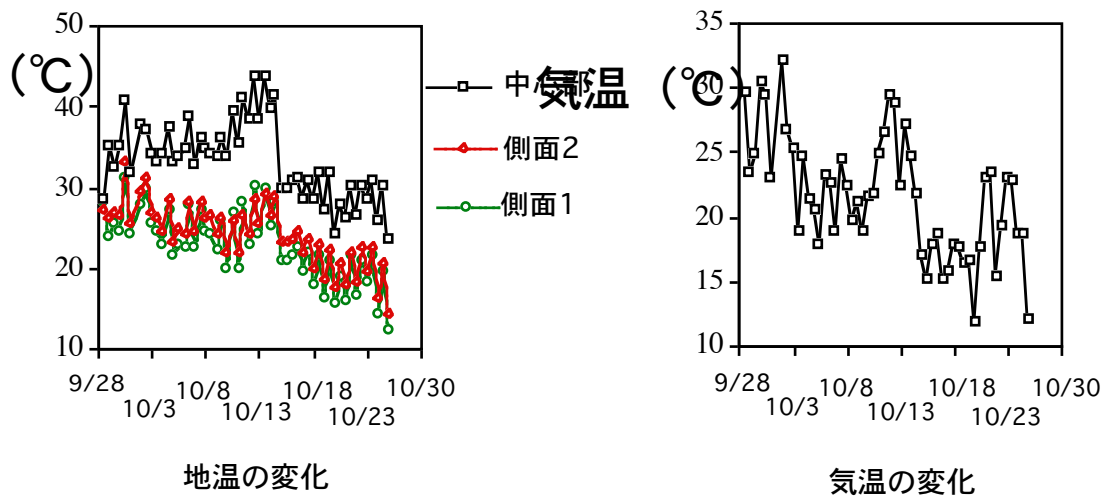


図3 9月28日から10月26日までの気温と地温の変化



図5 植物の成長の様子

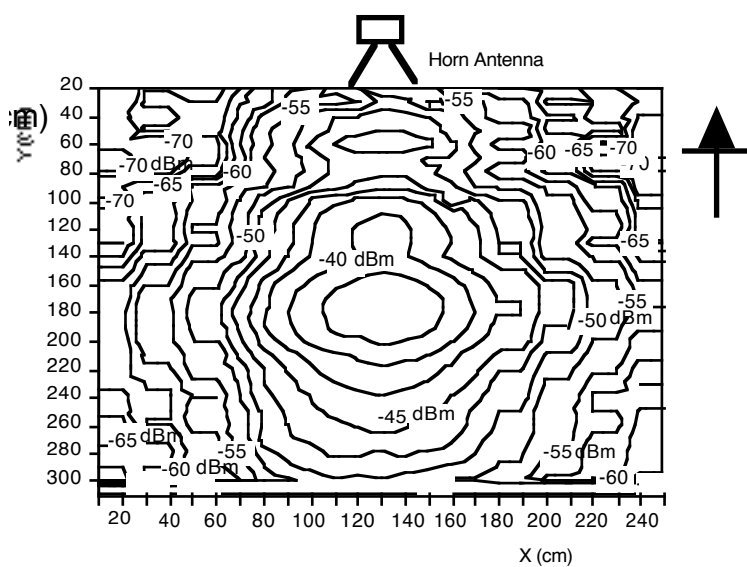


図6 マイクロ波電力密度分布