

研究紹介

変動磁場の植物生長に及ぼす影響

難波和彦

(農地生産力開発学講座)

Effect of Alternating Magnetic Field
on Plant Growth

Kazuhiko Namba

(Department of Agricultural Technology of Integrated Land Use)

This paper describes the effect of alternating magnetic fields on plant germination. Experiments were conducted utilizing various frequencies and two states of polarity. Electromagnetic coils were used to generate the fields and 'Komatsuna' plants were chosen as subjects. The frequency was varied from 1 to 1000 Hz, at a fixed intensity of 5 Gauss. The magnetic polarity was controlled by reversing the current direction. Measured parameter was the germination rate. The results indicated that magnetic fields do influence plant germination, and that frequency of the field is a more important factor in germination rates than polarity. Maximum germination rates, which were 20% higher than control rates, were obtained at around 10 Hz.

Key words : magnetic stimulation, frequency, germination, alternating magnetic field

I. 緒言

1. はじめに

戦後日本の農業は、農業機械の導入と化学薬品の投入により飛躍的にその生産性を高めてきた。今や、米の単位面積当たりの収量は世界有数であるといえる。しかしながら、多量のエネルギーを圃場に投入し

続けてきたことによるひずみは、農業生産の場のあちこちに現れてきており、環境問題の観点からも早急な対策を講じる必要がある。そこでまず検討すべき点は、現在の収量を維持しつつ、いかにして圃場への投入エネルギー量を低減していくかということである。

そのための数々の手法が研究されているが、著者が注目しているのは微少エネルギーの有効利用である。磁場を含む微少な環境因子の植物の生長に与える影響は、活発な論議がなされている。光、温度、水、栄養や大気環境等の環境因子と植物生長の相関について比べ、研究テーマとしてはそれほど大きく取り上げられてはこなかった。一方、篤農家を始めとする現場においては、例えば植物栽培に音楽を取り入れて生長促進を図るなど、微少環境の効果が決して小さくないことが実証されている。著者の現在までの研究でも、磁場等微少環境が植物の生長に対して何らかの影響を及ぼすことが確かめられており、これを定量化していくことがこれからの課題となっている。

微少エネルギーを植物の栽培に適応していくメリットとしては、安全かつ安価に植物の生長をコントロールできることがあげられる。現在の農業は大量のエネルギーを植物に提供することで、増収や生長促進などの効果をあげてきた。確かに、作れば売れた時代はそれでよかった。しかし、供給が需要を上回り、農家そのものが自由競争の原理の中での生き残りを迫られている今、新たな視点に立った農業生産方法の確立が必要とされている。高すぎる生産コストは市場での競争に不利であるし、化学薬品を大量に投入しての農産物は社会的に敬遠されつつある。ただし、値段が高いにも関わらず有機農法が社会的に支持を受けているのは、安全性を消費者がより重要視していると考えてよいだろう。したがって、微少エネルギーの農業への導入は人に環境に優しいことを目指す、これからの農業大系に不可欠であるといえる。

2. 微少エネルギーについて

ところで、微少エネルギーとは何のことだろうか。この言葉の定義は「熱エネルギーに比べて、非常に小さなエネルギーレベルであっても、大きな効果を期待できるエネルギーソース」となる。具体的には電磁場

他に、音場、風、圧力など、要するに今まではそれほど重要視されてこなかったけれども、生体に対して何らかの影響を及ぼしていると考えられる物理的な場のことである。

この「場」の研究は、最先端の話題でもある。そこにあつて当然であった空間が実はとてつもない可能性を秘めていることが指摘されている。例えば宇宙空間は真空つまり何も無いところであるとされてきたが、ではどうして何も無いところに「もの」が存在できるのかという基本的な疑問から、エーテル論を見直す向きもあり、場のひとつである真空には膨大な量のエネルギーが存在しているらしいというのが宇宙物理学の今1番ホットな研究テーマの1つである。

また、「もの」を突き詰めていくと、原子、すなわち原子核と電子の存在を確認することになる。つまり、電磁場とは「もの」そのものであるともいえよう。

我々は、この話題に対して、農業サイドからのアプローチを行っている。そのメカニズムはさておき、この「場」を農業生産に有効に適用することができないだろうか、という考えている。

3. 共振について

波の現象の中に、振動系の中で一般に知られている共振というものがある。物質はある周期を持って存在しているが、その周期は物質によって様々であるため、物質の固有振動数と考えることができる。この周波数に対し同調する波を外部から加えてやると、入力した以上の出力が現象の中に現れる。

また、分子レベルにまで至る細胞の構成成分は各々固有の双極子モーメントをもった振動子であるので、共振効果が期待できる。多くの場合、固有振動数は各部の重さやスピン速度に依存するので、理論的には $10^9 \sim 10^{12}$ Hz と、容易に製作できるレベルにはない。

さらに、この領域では周波数印加が熱効果を引き起こすので、上記微小エネルギーの定義からはずれてしまう。

そこで、もっと低い周波数での、植物の生長に対してポジティブな影響を与える波というものも存在するのではないか、という考えのもとに低周波での波状磁場の印加の影響を調べることにした。植物の持つリズム、例えば呼吸や光合成、細胞分化、水分

吸収などの強弱に対しシンクロするような波が存在しそうである。特に物質の移動に関して影響を与える可能性が高いと考えられる。

また、変動刺激ということを重視するために、地場強度は地磁気の10倍程度のものを用いた。

II. 実験方法

育成環境はバイオフィトチャンバを用い、温度を 30°C の一定に保ち、光は常に消した暗所とした。

湿度管理はバットに水を張って置いてただけで行ったが、80%程度のかかなり安定した値が得られた。

種子の配置はろ紙上に行うのが普通だが、その方法であるときれいな配置や種子の固定に難点がある。そこで、Fig. 1に示すように厚さ1mmのプラスチック製の板を加工して、直径1.5mmの穴に種子を固定する支持台を製作した。

種子はあらかじめ直径1.5mm以上のものを選別して用いているので、シャーレに充分の水を張ることで、種子表面積の20~40%が水と常時触れていることになる。

種子のピックアップはランダムに行い、配置は胚の部分か常に上向きになるように行った。これは、観測の簡便性と印加磁場の方向を統一するためである。

発芽勢の記録は、ビデオカメラとVTRを用い自動化して、実験中の人的外乱を無くした(Fig. 2)。

また、撮影用に1時間に1分間蛍光灯が点灯するようにバイオフィトチャンバにプログラムし、これにVTRのタイマを同調させた。

記録は、播種後8時間後からスタートして以後1時間おきに8回行った。

磁場の印加は、3つのシャーレを用い、地平面に

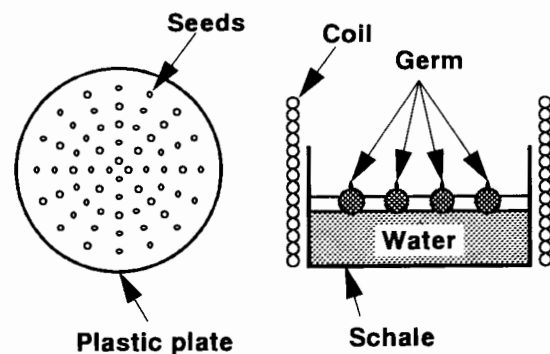


Fig. 1 Placement of test seeds.

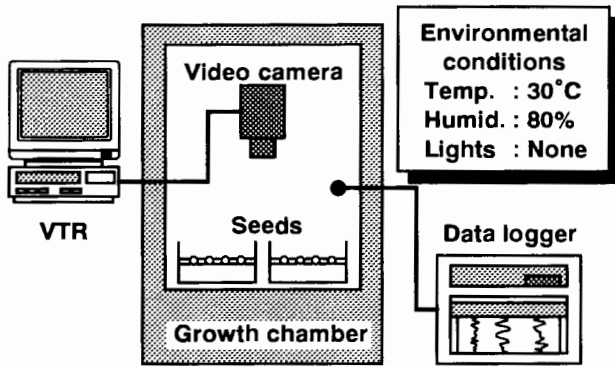


Fig. 2 System for measuring germination rate.

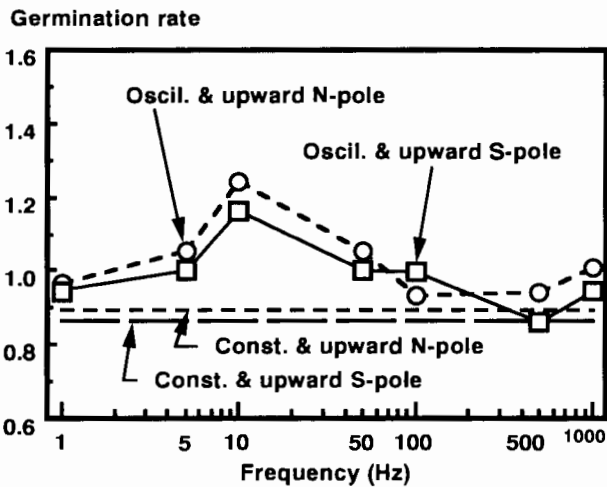


Fig. 3 Effect of frequency and polarity on germination rate.

対して磁力線が上向き、下向きと、対照区を設定して行った。

印加磁場は、5 Gaussの強度で定磁場と1 Hz ~ 1000 Hz の範囲でパルス状磁場を与えて、その発芽勢を調査した。

III. 実験結果及び考察

発芽勢の周波数特性を Fig. 3 に示す。この図は横軸に周波数を縦軸に对照区の発芽数を処理区の発芽数で割ったものを取り、周波数に対する発芽勢の応答を表している。この数値は、播種後13時間経過より1時間ごとに16時間後まで4回の計測値を平均したものである。

従って、数値が1より大きいときには生長の促進、小さいときには生長の抑制が起きたことになる。

定磁場を与えたときをみると、処理区の発芽は对照区の発芽よりも少なくなり発芽抑制が生じていることが観察された。

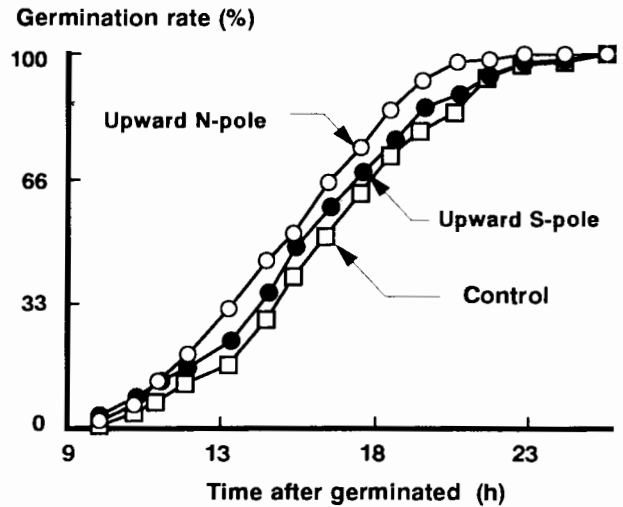


Fig. 4 Effect of 10 Hz impulse magnetic field on germination rate.

パルス状磁場を与えた場合は5 Hz から50 Hz の間で処理区の発芽数が对照区のそれを上回り、特に10 Hz の場合にピークが現れ、20%前後の発芽促進が認められた。すなわち、10 Hz 付近の低周波域で磁場に反応するピークがあるものと考えられる。

地球の磁場環境には、定磁場と考えて良い0.5 Gaussの地磁気他に、強度は小さいが10 Hz 付近にピークを持つ1~30 Hz の周波数成分がある。これはシューマン共振とよばれ、植物の反応がこれと近い周波数特性を持つことは興味深い。

10 Hz 印加時の発芽状況の経時変化をプロットしたのが Fig. 4 である。縦軸に最終的な発芽数を100とした発芽数を、横軸に播種後の経過時間をとってある。これより、処理区对照区間の発芽数の差は播種後14時間程度までに大きく開き、その後はこの差を維持していることが分かる。すなわち、磁場の効果は早い段階に発芽した種子に対して顕著で、これは磁場の反応にも個体差のあることを示唆していると考えた。

いかなる理由によって各周波数印加の差異が出現したのかは究明中であるが、磁場の印加方法によって植物の生長、この場合は発芽であるが、に対して有為な影響を与えることが分かった。今後、より詳しい個体情報を調べることによって、磁場印加という入力に対する植物の反応という出力の間の因果関係を定量化することにより、植物の生長制御という応用も可能であろう。