

石英斑岩投入水の超音波処理による水の活性化と

バーナリゼーション効果(第1報)*

—水の活性化と種子の活力—

石川 勝美**・田辺 公子***・岡田 芳一**

永田 雅輝**

Ultrasonic Activation of Water in Presence
of Quartz Porphyry and its Effects on
Vernalization (Part 1)

—Activation of Water and Vigor of Treated Wheat Seeds—

Katsumi ISHIKAWA**, Kimiko TANABE***,
Yoshiichi OKADA**, Masateru NAGATA**[Keyword] quartz porphyry, ¹⁷O-NMR, ultrasonics, wheat, vernalization

I 緒 言

国内産小麦の多くは秋播きであり、普通小麦としての品質的特性から主用途は日本めん用（副次的に菓子用、中華めん用）に使用されている。しかし、最近の小麦事情は、国内産小麦の品質向上が大きな課題となっており、生産コストの低減化とあわせ、消費者および加工メーカ等の要望に応じた良質小麦への転換が強く求められている。

既報¹⁵⁾において筆者らは、比較的乾燥して冷涼な時期、すなわち秋から初冬にかけて成熟させる夏播き栽培技術について検討し、夏播き硬質（パン適性）小麦の栽培については品種の選定と栽培（播種）技術の改善を図ることにより、安定多収

の生産見通しを得るとともに、従来にない小麦（粉）としての付加価値を認めた。

一方、わが国で栽培される従来の奨励品種¹⁰⁾に対しては、低温を必要とするものが多いため、これらを夏播き用として導入するには秋に出穂・開花させるための低温処理技術が重要なポイントとなる。

これまでの研究において、秋播性小麦に対する種子の段階での低温処理は、花芽形成を誘導する上で有効であることが知られている^{1),2),8)}。

しかしバーナリゼーション（春化）のメカニズムについては、ホルモン説、原形質変化説などがあるが、あまり解明されておらず、低温下におくと種子中に含まれるある特殊の蛋白質と、それに作用する特殊な蛋白質分解酵素により代謝物質が生成され、それらが花芽形成情報となり生長点に送られるものと考えられている^{1),19)}。

一方、無機元素は動植物細胞の浸透圧、pH等の調節に密接に関与しており、とくに微量元素は動植物の生物学的に活性化化合物（酵素、ビタミン、ホルモン等）の成分をなし、細胞内の代謝過

* 平成3年4月第50回農業機械学会年次大会にて講演

** 宮崎大学農学部（☎889-21 宮崎市学園木花台西 1-1 ☎0985-58-2811）

Faculty of Agriculture, Miyazaki Univ., Miyazaki, Japan

*** 宮崎大学工学部（☎889-21 宮崎市学園木花台西 1-1 ☎0985-58-2811）

Faculty of Engineering, Miyazaki Univ., Miyazaki, Japan

程にとって重要な意義をもつ⁴⁾。すなわち、これら活性な化合物の合成と作用機構において微量元素は大きな影響を及ぼしており、微量元素の遊離物質や有機分子との化合物の種類は生体機能の性質を特徴づけることになる。

Rosen, C⁵⁾は微量元素で種子を処理した実験結果から、銅、鉄、亜鉛、マンガン等の微量元素は染色体の攪乱を引き起こすことを報告している。またホウ素、銅、モリブデン、亜鉛、りん等の元素はバーナリゼーションの進行促進の効果があるとの報告もある⁴⁾。

そこで筆者らは、わが国で産出される造岩鉱物(花崗岩質ペグマタイト)のうち、石英斑岩中の麦飯石が多孔質かつ多物質(元素や化合物)で構成されていることに注目し、本鉱物資源を利用した新技術の開発に着手した。

本研究では秋播性小麦種子の夏播き栽培(晩夏あるいは初秋播き・冬収穫)への適用を図ることを目的とし、麦飯石を投入した水槽に超音波を一定時間照射した場合のミネラルの溶出効果、およびNMR(核磁気共鳴)スペクトル分析による水の状態変化について調べた。さらに超音波処理水に小麦を浸種し、低温処理と組み合わせた場合のバーナリゼーション効果について検討した。その結果、一定の成果が得られたので報告する。

II 実験材料および方法

1. 超音波処理装置

超音波を応用した技術は多く紹介されている⁶⁾が、本実験では超音波エネルギーを利用した動力的

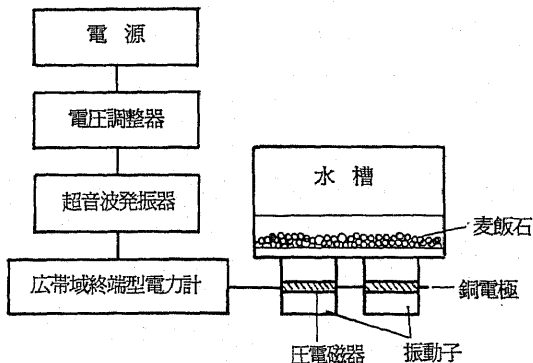


図1 実験装置の概略図

Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

応用とした。実験装置を図1に示す。

麦飯石を入れた水槽中には超音波の照射によりキャビテーションが発生するが、この空洞が消滅する際に生ずる衝撃的圧力により機械的破壊作用を受ける。さらに超音波振動によって物理・化学的な反応作用をも受けるものと推定される。

超音波発生装置の発振方式はトランジスタによる自励発振回路であり、振動子は規格品として入手が容易なボルト締めランジュバン形圧電磁器振動子(全長54mm, 直径50mmφ)を用い、共振周波数はキャビテーション発生強度との関係からここでは42kHzのものとした。また振動子は水槽(長さ240mm, 幅140mm, 高さ100mm)外側の底面に2個設け、水槽はステンレスである。

水槽内には1 dm³の水(水道水)を入れ、水槽の底面から10mmの高さの位置にメッシュのナイロン袋に入れた麦飯石100gを置き、10~60分の一定時間超音波を照射した。実験中は水槽を一定の室温(25°C)に置き、照射時間中の槽内の水温をモニタした。

2. 供試小麦

品種は福岡県内産(1987年産)の農林61号であり、選別し、かつ種子消毒したものを用いた。その物理的性状は長径5.89mm, 短径3.06mm, 厚さ2.76mm, 千粒重36.87g(いずれも平均値)である。

3. 麦飯石

表1 供試材料の主要組成

Table 1 Chemical composition of tested material

| 組 成 | 化学式 | g/100g |
|----------|--------------------------------|--------|
| シリカ | SiO ₂ | 69.76 |
| 酸化アルミニウム | Al ₂ O ₃ | 14.01 |
| 酸化マグネシウム | MgO | 3.55 |
| 酸化カリウム | K ₂ O | 3.19 |
| 酸化ナトリウム | Na ₂ O | 3.16 |
| 酸化カルシウム | CaO | 2.00 |
| 酸化第一鉄 | FeO | 1.40 |
| 酸化第二鉄 | Fe ₂ O ₃ | 1.29 |
| 酸化チタン | TiO ₂ | 0.30 |
| 無水りん酸 | P ₂ O ₅ | 0.26 |
| 酸化マンガ | MnO | 0.02 |
| 化合物 | H ₂ O | 0.90 |
| 付着水 | H ₂ O | 1.10 |

麦飯石は鉱物性の薬物を解説した本草綱目^{8),9)}に記載されている薬石でもあり、外観は淡黄褐色又は淡灰色の石基の中に長石の斑晶と石英の結晶が象がんされたように散りばめられている。主成分はシリカ(無水珪酸)、酸化アルミニウムであるが、希元素や放射能等は検出されていない⁷⁾。

本実験では、大野⁷⁾らによって分析された岐阜県加茂郡白川町黒川で産出されたものを供試し、破碎して10mmの篩を通過させたのち、5mmの篩上のものを水道水で洗浄し、130°Cで乾燥させた。表1に本麦飯石の主要組成を示す。

4. 溶出イオンの定量分析

超音波を照射した水を、次の項目について常法^{11),12)}に従い定量分析を行った。

1) 水素イオン濃度(pH)：ガラス電極法(堀場製N-8F型)、2) ナトリウムイオン(Na⁺)、カリウムイオン(K⁺)：フレイム光度法(偏光ゼーマン原子吸光分光光度計 日立製Z-8000型)、3) カルシウムイオン(Ca²⁺)、マグネシウムイオン(Mg²⁺)：キレート滴定法、4) 硫酸イオン(SO₄²⁻)：クロム酸バリウム-ジフェニルカルバジド法(分光光度計 日立製150-20型)、5) 硝酸イオン(NO₃⁻)：吸光光度法(日立製150-20型)、6) シリカ(SiO₂)：モリブデン青法(日立製150-20型)、7) 全鉄(Ferrozine法)、亜鉛(Zincon法)、りん酸イオン(PO₄³⁻：Ascorbic Acid法)および残留塩素(DPD法)：水質分析計(HACH製DR/1A型)

5. ¹⁷O-NMR スペクトル分析

超音波を照射した水の状態を数量的に評価するため、強力な磁場の中に置かれた原子核が、特定の周波数で共鳴する核磁気共鳴(NMR)の手法を用いて、¹⁷O核を観測した。核磁気共鳴装置は、宮崎大学分析センターのブルカー製AC250P型(¹⁷O共鳴周波数33.909MHz)を使用し、これより得られたスペクトルから、その線幅(半値幅)を求め、比較検討した。

なお、本分析においては、試料は採水後NMR室に一晩置き、測定温度は27°Cで一定とした。

6. 種子処理

低温を必要とする性質(遺伝的性質)は品種によって異なるが、農林61号はわが国の最も広い地域で栽培され、比較的低温に強く、安定した作物

を示すいわば適応性の高い品種である。しかし、秋播性程度はⅡ～Ⅲとなっており¹⁰⁾、ある程度の低温を必要とする。そこで予備実験の結果、9月上旬の播種に対しては4～5°Cで2～3週間程度の低温処理が有効であったことから、本実験では低温処理法は次のようにして行った。

すなわち、超音波処理水(水温25°C)に小麦を浸種して風乾重量の25%程度吸水させた後に水切りし、これを木製箱(枠)(長さ420mm、幅280mm、深さ30mm)に均平に拡げてインキュベータ(容量285dm³、島津製BITEC-400型)内で3週間、4～5°Cの低温処理を行った。

種子は機械播種を前提としているため、催芽程度は芽の長さを1mm以下とし、処理が均一になるよう処理期間中は2～3日に1回の割合で表面が乾燥しないよう霧吹きで軽く湿らし、また手で軽くかき混ぜて管理した。

本報では種子に対するバーナリゼーション効果を比較検討するため、種子処理として次の3試験区を設定した。

すなわち、麦飯石を投入した超音波処理水に浸種した後、低温処理したもの(NO. I)、麦飯石は投入せず、水のみ超音波処理水に浸種した後、低温処理したもの(NO. II)、さらに無処理の水に浸種した後、低温処理したもの(対照区)とした。

なお、試験区の表示は、例えばNO. I、NO. IIの超音波の照射時間10分については、I-10区、II-10区とする。

III 実験結果および考察

1. pH値および溶出イオン

発振出力90W(0.26W/cm²)における超音波処理水の分析結果を表2に示す。これによれば、pH値は無処理区の水道水が7.22に対して、麦飯石を投入せず超音波処理した場合、pH値は0.05～0.22程減少し、7.00(超音波照射時間t=30分)～7.17(t=60分)を示した。これに対し、麦飯石を投入した超音波処理区では逆に0.08～0.18程増加し、7.30(t=60分)～7.40(t=10, 20分)となり、照射時間の短い程pH値は高い傾向が見られた。

Na⁺はいずれの区とも全く変化が見られなかつ

表2 超音波処理水の分析結果

Table 2 Analysis of water treated in ultrasonics

| 処理区 | 照射時間 (分) | pH (—) | Na ⁺ (ppm) | K ⁺ (ppm) | Ca ²⁺ (ppm) | Mg ²⁺ (ppm) | NO ₃ ⁻ (ppm) | SO ₄ ²⁻ (ppm) | SiO ₂ (ppm) | 全鉄 (ppm) | 亜鉛 (ppm) | PO ₄ ³⁻ (ppm) | 残留塩素 (ppm) | 半値幅 (%) |
|-----|-------------|-----------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------|-------------|-------------|--|---------------|------------|
| 超音波 | 10 | 7.40 | 6.0 | 5.4 | 14.1 | 3.6 | 8.0 | 19.4 | 19.0 | 0.21 | 0.05 | 1.15 | 0.01 | 95 |
| 処理・ | 20 | 7.40 | 6.0 | 5.5 | 13.6 | 3.7 | 8.2 | 19.7 | 19.3 | 0.09 | 0.06 | 1.06 | 0.01 | 88 |
| 麦飯石 | 30 | 7.37 | 6.0 | 5.8 | 13.3 | 3.8 | 9.3 | 20.5 | 18.5 | 0.17 | 0.06 | 1.08 | 0.03 | 84 |
| 使用 | 40 | 7.36 | 6.0 | 5.7 | 13.1 | 4.1 | 7.4 | 18.8 | 16.5 | 0.20 | 0.04 | 0.92 | 0.02 | 89 |
| | 50 | 7.37 | 6.0 | 6.6 | 13.8 | 3.7 | 7.8 | 20.4 | 19.9 | 0.22 | 0.05 | 0.87 | 0.04 | 71 |
| | 60 | 7.30 | 6.0 | 7.0 | 13.1 | 4.2 | 7.7 | 20.5 | 18.8 | 0.36 | 0.03 | 0.72 | 0.04 | 62 |
| 超音波 | 10 | 7.03 | 6.0 | 8.3 | 13.8 | 4.4 | 5.3 | 18.3 | 18.1 | 0.09 | 0.06 | 0.74 | 0.01 | 66 |
| 処理・ | 20 | 7.02 | 6.0 | 5.1 | 13.6 | 4.4 | 9.0 | 19.9 | 17.1 | 0.10 | 0.06 | 0.75 | 0.04 | 79 |
| 麦飯石 | 30 | 7.00 | 6.0 | 5.4 | 13.3 | 4.6 | 6.8 | 20.0 | 16.5 | 0.12 | 0.04 | 0.76 | 0.02 | 83 |
| 未使用 | 40 | 7.05 | 6.0 | 5.6 | 13.1 | 4.2 | 5.4 | 18.1 | 16.1 | 0.08 | 0.06 | 0.80 | 0.03 | 79 |
| | 50 | 7.09 | 6.0 | 5.6 | 13.6 | 4.1 | 7.1 | 21.1 | 17.8 | 0.08 | 0.07 | 0.95 | 0.02 | 68 |
| | 60 | 7.17 | 6.0 | 5.6 | 13.1 | 4.4 | 6.5 | 20.7 | 17.6 | 0.12 | 0.04 | 0.90 | 0.02 | 70 |
| 無処理 | | 7.22 | 6.0 | 4.6 | 13.3 | 4.3 | 8.1 | 18.9 | 17.9 | 0.04 | 0.01 | 0.36 | 0.22 | 100 |

半値幅 (%) は無処理区 (水道水) の大きさを 100 とした

たが、K⁺ および PO₄³⁻ はそれぞれ無処理区の 4.6ppm, 0.36ppm に比べて、各処理区とも増加した。とくに麦飯石投入区では K⁺ は照射時間とともに漸次増加するが、PO₄³⁻ は t=10分 で最大 (1.15ppm) となり、その後は漸次減少した。また、Ca²⁺ および SiO₂ は t=10, 20, 50 分で多く溶出しており、亜鉛は無処理区の 0.01ppm に対し、t=10, 20, 50 分では 0.05ppm 以上を示した。Mg²⁺ は麦飯石投入区で減少したが、全鉄は各処理区とも 2 倍以上増加した。

以上のことから、超音波を作用させることにより、照射時間の増加に伴い各物質の溶出濃度は変化するが、NO₃⁻, Ca²⁺, SO₄²⁻, SiO₂ は t=40 分で最小値を示し、t=40 分では多くの物質で溶出量は少ない傾向がある。また無処理の水道水に対し、とくに麦飯石投入区では比較的短時間の超音波照射で pH 値を増加させ、SiO₂, 全鉄, PO₄³⁻, NO₃⁻ 等の溶出効果が認められた。このことから、超音波を照射して麦飯石を溶かし込む時、照射時間の増加とともに溶け込むだけでなく、物質によっては一度溶け込んだものが析出すると考えられることから、超音波の照射時間は 10~20 分が最も効率が良いと思われる。

2. ¹⁷O-NMR スペクトル線幅

水の分子式は H₂O であるが、溶液中では単独で存在しているのではなく、いくつかの分子が水

素結合をして分子集団 (クラスター) を形成しており、その形についても色々なモデルが考えられている¹³⁾。いずれにしても水はクラスターの状態で存在し、その中に物質を溶かし込んでいるといえる。

一方、NMR の緩和理論によれば、スペクトルの線幅はスピン-スピン緩和時間に逆比例する¹⁴⁾。従って、¹⁷O-NMR スペクトルから得られる半値幅はそのクラスターの大きさと運動状態を反映し、半値幅の小さい水は大きい水より動きが活発で、クラスターは小さいことを意味する。

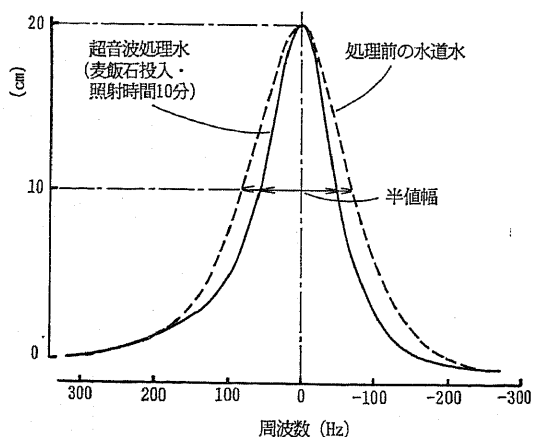


図2 超音波処理水の¹⁷O-NMRスペクトルの一例
Fig. 2 An example of ¹⁷O-NMR spectrum of water treated in ultrasonics

図2に ^{17}O -NMR スペクトル分析結果の一例を示すが、処理前の水道水と超音波処理水とは水の状態は明らかに異なり、超音波処理水はいずれもスペクトル線幅(半値幅)は小さくなるのが判明した。表2によれば、処理前の水道水の半値幅を100%とすると、水道水のみを超音波処理した場合は17~33%程小さくなり、照射時間 $t=10$ 分で半値幅は66%の最小値を示し、 $t=30$ 分でピーク(83%)になる。

これに対し、麦飯石を投入した処理水では、 $t=40$ 分を除いて照射時間と共に半値幅は漸次減少し、95% ($t=10$ 分)~62% ($t=60$ 分)を示した。このことから、本処理区では超音波照射により水素結合が切れて、クラスターは次第に小さくなり、水はより活発に動き回りながら麦飯石の成分を溶かし込んでいくと考えられる。一方、 $t=40$ 分の所で半値幅が少し大きくなり、水の動きが不活発になるが、それ以上超音波を照射し続けると再び水の動きが活発になり、半値幅は小さくなる。

3. 発芽勢と初期生育

種子バーナリゼーションの効果を明らかにする上で、低温処理した種子の生理的活性、すなわち種子の Vigor (活力) の大きさを把握することは重要である。そこで、現在採用されている Vigor の測定法¹⁷⁾を参考にし、低温処理した種子の発芽勢と初期生育(苗長と根長)を調べた。試験は蒸留水を用い、シャーレ(90mm ϕ)を室温25°Cのインキュベータ内に置き、置床後8日間にわたり発芽試験を行った。シャーレ内にはろ紙上に種子20粒を均等に配置し、1回の試験につき80粒の種子を供試した。

表3~5に5回の反復試行の結果を示す。

従来、種子に対する超音波処理は、発芽促進に有効に作用する場合もあることが報告されている^{16), 17), 18)}が、表3によれば、超音波処理区の発芽勢(置床後2日目)は対照区に比べ向上していることがわかる。また一元配列分散分析によるF検定の結果、I-10, 20, 50区およびII-20区の平均発芽勢はそれぞれ91.9%、88.5%、89.9%、89.6%であるが、対照区の82.0%に比べ危険率5%以下で有意差が認められた。

また、置床後8日間の苗長について調べたところ、

表3 発芽勢の比較

Table 3 Comparison of germination rate on 2nd day

| 試験区 | 発芽勢(%) |
|-------|----------------|
| I-10 | 91.9 (3.57) ** |
| 20 | 88.5 (4.60) * |
| 30 | 86.6 (5.02) |
| 40 | 81.4 (4.36) |
| 50 | 89.9 (4.54) * |
| 60 | 80.4 (3.75) |
| II-10 | 79.7 (6.26) |
| 20 | 89.6 (4.93) * |
| 30 | 84.9 (6.33) |
| 40 | 80.2 (4.60) |
| 50 | 86.3 (6.96) |
| 60 | 81.1 (4.71) |
| 対照区 | 82.0 (8.25) |

数値は置床後2日目の平均値(標準偏差)を示す

** : 対照区に対し危険率1%で有意

* : 対照区に対し危険率5%で有意

表4 生長曲線の回帰式

Table 4 Regression equation of seedling growth curve

| 試験区 | 回帰式 | A | B | 相関係数 |
|-------|----------------------|--------|------|-----------|
| I-10 | $L=A \cdot e^{-B/t}$ | 396.27 | 8.38 | 0.9989*** |
| 20 | | 387.25 | 8.34 | 0.9991*** |
| 30 | | 329.61 | 8.27 | 0.9968*** |
| 40 | | 301.99 | 8.29 | 0.9923*** |
| 50 | | 349.14 | 8.27 | 0.9983*** |
| 60 | | 308.31 | 8.25 | 0.9951*** |
| II-10 | $L=A \cdot e^{-B/t}$ | 247.74 | 7.97 | 0.9966*** |
| 20 | | 358.92 | 8.29 | 0.9987*** |
| 30 | | 338.06 | 8.28 | 0.9973*** |
| 40 | | 305.49 | 8.21 | 0.9959*** |
| 50 | | 367.28 | 8.29 | 0.9991*** |
| 60 | | 289.73 | 8.24 | 0.9928*** |
| 対照区 | $L=A \cdot e^{-B/t}$ | 236.59 | 8.03 | 0.9919*** |

*** : 0.1%有意水準

る、各試験区の生長曲線はLを苗長(mm)、tを置床後の経過日数(日)として

$$L=A \cdot e^{-B/t} \quad (1)$$

式(1)の曲線で代表され(表4)、I-10, 20, 50区およびII-20, 30, 50区における苗の生長は、対照区に対し危険率5%で有意差が認められた。

置床後8日目の生育を比較(表5)すると、苗長{平均mm(標準偏差mm)}が対照区の103.7

表5 置床後8日目の生育比較
Table 5 Seedling growth after 8 days from placing in germination bed

| 試験区 | 苗長L (mm) 平均(標準偏差) | 発根数 (本/個体) 平均(標準偏差) | 最大根長 (mm) 平均(標準偏差) | 総根長R (mm) (根数×平均根長) 平均(標準偏差) | LとRとの関係式 |
|-------|----------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------|
| I-10 | 128.1 (14.51) ** | 4.7 (0.68) | 146.5 (23.52) | 429.1 (53.50) | $L = 84.41 + 0.10R$ |
| 20 | 127.5 (15.54) ** | 4.7 (0.88) | 140.6 (24.26) | 399.7 (47.45) | $L = 96.46 + 0.07R$ |
| 30 | 117.6 (21.39) | 5.0 (0.72) | 119.7 (27.39) | 366.3 (78.06) | $L = 49.48 + 0.18R$ |
| 40 | 117.6 (16.29) | 4.4 (0.82) | 128.6 (25.30) | 381.1 (65.66) | $L = 53.31 + 0.16R$ |
| 50 | 120.5 (25.86) * | 4.8 (0.52) | 122.8 (36.85) | 392.9 (95.09) | $L = 60.31 + 0.17R$ |
| 60 | 119.5 (23.50) | 4.8 (0.67) | 126.3 (34.08) | 387.2(105.03) | $L = 55.12 + 0.16R$ |
| II-10 | 98.5 (43.21) | 4.5 (0.85) | 117.7 (41.40) | 397.3(112.69) | $L = 45.41 + 0.18R$ |
| 20 | 123.5 (17.19) * | 5.0 (0.69) | 128.1 (20.38) | 381.0 (87.36) | $L = 75.40 + 0.12R$ |
| 30 | 120.2 (15.91) * | 4.6 (0.76) | 130.1 (32.58) | 355.6 (70.54) | $L = 68.21 + 0.14R$ |
| 40 | 117.2 (26.15) | 4.8 (0.84) | 138.2 (32.45) | 402.2 (63.86) | $L = 49.44 + 0.17R$ |
| 50 | 122.1 (23.03) * | 4.8 (0.66) | 128.8 (25.17) | 383.6(101.18) | $L = 62.07 + 0.15R$ |
| 60 | 117.3 (19.68) | 4.9 (0.63) | 128.2 (25.05) | 374.7 (64.01) | $L = 81.16 + 0.10R$ |
| 対照区 | 103.7 (32.37) | 4.6 (0.77) | 132.8 (29.53) | 385.0 (88.19) | $L = 55.60 + 0.12R$ |

** : 対照区に対し危険率1%で有意

* : 対照区に対し危険率5%で有意

(32.37) に対し、有意差の認められたI-10, 20, 50区ではそれぞれ128.1 (14.51), 127.5 (15.54), 120.5 (25.86) であり、またII-20, 30, 50区ではそれぞれ123.5 (17.19), 120.2 (15.91) 122.1 (23.03) となる。一方、根長においては、各試験区の苗長と総根長(根数×平均根長)との関係は一回帰曲線で表され、いずれも0.1%有意水準で高い相関にあるが、対照区との明らかな生育差(有意差)は認められなかった。しかし、I-10, 20区では最大根長(mm)は対照区の平均132.8(標準偏差29.53)に対し、146.5(23.52), 140.6(24.26) であり、また総根長(mm)も対照区の平均385.0(標準偏差88.19)に対して、それぞれ429.1(53.50), 399.7(47.45) で大きく、しかもばらつきは小さいことがわかる。

これらのことから、超音波処理により水は活性化され、種子のVigorにも影響を及ぼすが、とくに各物質の溶出効果の大きい処理水に浸種したI-10, 20区では、発芽勢および苗の伸長力の向上が図られるとともに、生育のばらつきは小さくなり、発根能の向上にも寄与した。このことは次報で述べる出穂・開花とも大きく関係する。

以上のことから、低温処理と組み合わせた本バーナリゼーション法は秋・冬播き栽培に比べて栄養生長期間の短い夏播き栽培において、初期生育

の促進を図る上できわめて有利といえる。

IV 摘 要

秋播性小麦種子の夏播き栽培への可能性を探るため、麦飯石に超音波照射した水を用い、これと低温処理とを組み合わせた場合の、種子バーナリゼーション効果について検討した結果は次のように要約される。

1. 水道水1 dm³ に対し、麦飯石100gを投入して超音波を発振出力90W(0.26W/cm²)で照射した結果、多くの物質で溶出量が多く、最も効率のよい照射時間は10~20分であった。

2. ¹⁷O-NMR スペクトル分析の結果、超音波処理水は水の運動の活性化が図られ、無処理水に比べ半値幅は小さくなった。

3. 麦飯石を投入した超音波処理水に浸種後、低温処理(4~5°Cで3週間)を行った結果、発芽勢および初期生育は大きく向上した。

本研究にあたり、宮崎大学工学部志摩健介教授、同伊藤庸夫助教授には定量分析にあたりご助言を賜った。ここに記して深甚の謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 古谷雅樹: 植物の成長と分化, 学会出版センター, 1986.
- 2) 千葉浩三: 作物栽培の基礎知識, 農文協, 1986.

- 3) 農文協：農業技術体系・畑作基本編，67，1976.
 4) 藤原彰夫：植物の生命と微量元素，農文協，1982.
 5) Rosen, C. : Mutations induced by the action of metal ions in pisum. II., Heredity 51(1), 84, 1964.
 6) 実吉純一，菊池喜充，能本乙彦：超音波技術便覧，日刊工業新聞社，1989.
 7) 大野武男，山崎信子，大岩幸一郎，田中功男，島田敦子，浅野充子：麦飯石の研究，岐阜薬科大学薬品分析化学教室，1961.
 8) 益富寿之助：国訳本草綱目，春陽堂，1974.
 9) 李 時珍：本草綱目，1590.
 10) 農林水産省農蚕園芸局：麦類奨励品種特性表，農業技術協会，1987.
 11) 日本規格協会：JIS 工業用水試験方法，1979.
 12) 中村誠佑：水質と岩石風化，宮大工紀18, 95-150, 1988.
 13) 松下和広：遠赤外線とNMR法，人間と歴史社，1989.
 14) 上平 恒，逢坂昭：生体系の水，講談社，1989.
 15) 岡田芳一，石川勝美，永田雅輝：夏播き硬質小麦の密条播多収栽培技術，農機誌53(2)，99-104，1991.
 16) Weinberger, P., C. Burton : The effect of sonication on the growth of some tree seeds, Can. J. For. Res., 11, 840-844, 1981.
 17) 中村俊一郎：農林種子学総論，養賢堂，1985.
 18) Halstead, E. H., B. T. Vicario. : Effect of ultrasonics on the germination of wild rice, Can. J. Bot., 47, 1638-1640, 1969.
 19) 菅 洋：作物の発育生理，養賢堂，1979.

(原稿受理平成3年1月21日・質問期限平成4年5月31日)

＜新しい出版物＞

シンポジウム 農業機械の知能化をめざして(第2回)

“自動化から知能化へ”

編集・発行 農業機械学会・平成3年7月16日

造 本 B5版 99頁

定 価 3,000円(送料込)

農業機械学会は、21世紀における未来型農業をめざす研究課題が「農業機械の知能化」であることを確信し、平成2年11月に第1回のシンポジウムを開催し、知能化を進めるための基本的な条件となる「農業機械のセンシング技術」に焦点を当て、圃場環境情報、作物生育情報から農業機械にかかわる情報まで幅広く取り上げ、研究開発と今後の方向について論議した。

今回はその第2回として、前回の論議をふまえ、農業機械の自動制御技術における知能化の問題から、農業機械における知能化の意義付け、知能化の可能性と将来展望をさぐるため、基礎技術としての知能化の問題と農業機械分野の研究事例を取り上げた。

内 容

I 基調報告及び特別講演

1. 基調報告：農業機械化技術と知能化の課題 大阪府立大学農学部 穂波信雄……3
2. 特別講演：機械システムのインテリジェンス 大阪大学基礎工学部 宮崎文夫……13

II 農業機械分野での研究事例

1. トラクタ作業機のインテリジェントコントロール
大阪府立大学農学部 江 毅……29
2. ファジィを用いたカーネーション苗の自動選別
日本たばこ産業(株) 生産技術研究所 藤原英幸……49
3. ダイコン間引き作業における苗識別の知能化 神戸大学農学部 川村恒夫……61
4. 味覚の機器分析一

予測システムへのニューラルネットワークとファジィ理論の応用

三重大学生物資源学部 亀岡孝治……79

(株)佐竹製作所開発課 松田真典