

## 夏まきゴボウの出芽、苗立ち安定のための種子高温処理法

姫野修一\*・林田達也<sup>1)</sup>・田中良幸

夏まきゴボウにおける高温期の出芽を安定させるため、種子高温処理の温度と時間が出芽率に及ぼす影響を明らかにするとともに、本処理法による7月～8月中旬播種での増収効果について検討した。

12時間吸水したゴボウ‘東北理想’の種子を用い、温度(35, 40)と時間(12, 24, 48時間)を組み合わせ6区の処理をした。播種後10日の出芽率は、温度35よりも40処理の方が高かったが、最適な処理時間は判然としなかった。そこで、温度40で24, 48, 72, 96時間の処理を行って出芽率の推移を調査した。結果、出芽率は40の24～72時間処理が高かった。次に、40, 24時間の高温処理した種子を7月上旬, 7月下旬および8月中旬に播種した。結果、種子高温処理による増収効果は、7月上旬や8月中旬よりも地温が高い7月下旬播種において高いことが認められた。さらに、40で24～96時間処理した種子を30と35に播種した。結果、高温処理の出芽率向上効果は、40, 24時間処理の発芽温度35で認められた。

以上のことから、夏まきゴボウにおいて、吸水後40で24時間の種子処理法は出芽、苗立ちを安定させ、増収技術として有効である。

[キーワード: 夏まき, ゴボウ, 種子高温処理, 出芽率, 東北理想]

Method of Seed Pretreatment with a High Temperature to Stimulate the Emergence and Establishment in the Summer Seeding of Burdocks. HIMENO Shuichi, Tatsuya HAYASHIDA and Yoshiyuki TANAKA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 27: 87- 91(2008)

A study was conducted to find how the temperature and the time of seed pretreatment with a high temperature influence the emergence in the summer seeding of burdocks. The effect of yield increase by this seed pretreatment from July to mid-August seeding was examined. Pretreatment was implemented with six combinations of two temperatures (35, 40); three times (at 12, 24, and 48 hours) on the seeds of burdock ‘TOUHOKURISOU’ after absorption of water of the seeds for twelve hours. After 10 days from seeding, the emergence rate of those pretreated at 40 was higher than those at 35, but the optimum duration of pretreatment was not made clear. Therefore, we gave pretreatment at 40 for 24, 48, 72 and 96 hours to the seeds, and then examined the changes in the emergence rates after seeding. The results were that the emergence rate of the seeds pretreated for 24 to 72 hours was higher than those for 96 hours. Burdock seeds were pretreated at 40 for 24 hours after absorption of water in early July, late July, and mid-August. As a result it was clarified that the yield increases most when seeds are sowed in late July when the soil temperature was higher than in early July and mid-August. Our trial revealed the high temperature treatment at 40 for 24 hours and germination temperature at 35 to be the most effective after having been sowed at 30 and 35 after pretreatment at 40 from 24~96 hours. Our findings show that the pretreatment at 40 for 24 hours after absorption of water of the seeds is effective in emergence, establishment, and yield increase in the summer seeding of burdocks.

[ Key words: Summer seeding, Burdock, Carts, Seed pretreatment with high temperature, Emergence rate,

TOUHOKURISOU ]

### 緒言

福岡県産の若掘りゴボウ用品種として用いられている‘渡辺早生’は、肉質に優れ、特に香りが強いので、消費者の嗜好性が高く、「博多新ごぼう」のブランド名で京浜市場や大阪市場を中心に高い支持を得ている。この若掘りゴボウの作期は、吸水種子低温処理による休眠回避技術の確立によって、これまで端境期であった1月～3月の収穫が可能となり、8月下旬播種の11月下旬収穫から3月播種の6月収穫まで連続出荷が可能となった。しかし、博多新ごぼうの出荷量の7割が4月～5月に集中し、販売単価は他産地の出荷がピークを迎える5月～6月に低迷する。また、ゴボウ生産に不可欠な機械は、ほとんどが高価なゴボウ専用機であり、ゴボウ作以外では利用されない。そのため、販売単価や機械稼働率を高めるための周年生産技術の確立が望まれている。しかし7月～9月収穫をね

らった4月～6月播種では、生育中に梅雨の長雨による湿害で根の腐敗が生じやすい。一方、10月～11月中旬収穫をねらった7月～8月中旬播種では、高温による出芽や苗立ちの不良と土壌乾燥による岐根の発生によって生産が不安定である。

境田ら<sup>4)</sup>は、1株当たり2粒播種して、出芽後に間引いて1本立ちとするゴボウの夏まき栽培において、マルチ資材のペパロンや白黒ダブルマルチの利用は発芽、苗立ちが安定して収量が高くなるが、高温少雨の7月下旬播種での出芽率は69～76%、欠株率は4～17%であったと報告している。現在、県内産若掘りゴボウの播種作業では、シーダーテープが用いられ、播種間隔は8cm程度で一粒播きとなっており、間引きは行われない。そのため、出芽率の低下は欠株率の上昇や収量の低下に直結し、高温期における出芽率の向上が最大の課題となっている。高温期の出芽率を高める方法としては、イネやオオムギでは過酸化水素水処理で向上するとの報告があるが<sup>6)</sup>、ゴボウに対しては農薬登録がないため使用できない。その他、

1) 現北九州地域農業改良普及センター

オオムギでは熱ストレスによって環境ストレス耐性遺伝子が誘導されるとの報告がある<sup>6)</sup>。

そこで筆者らは、7月～8月中旬に播種し、10月～11月中旬に収穫する若掘りゴボウの夏まき秋どりの栽培法を確立するため、昇温抑制効果の高い白黒ダブルマルチの利用に加え、夏まき秋どり用品種として‘渡辺早生’よりも多収の‘東北理想’を選定した。さらに、岐根の発生を抑制するかん水処理法と高温でも出芽、苗立ちが安定する種子処理法を開発した。

本研究では、高温期の出芽を安定させるため、種子高温処理の温度と時間が出芽率に及ぼす影響を明らかにし、併せて本処理法の7月～8月中旬播種での増収効果について幾つかの知見が得られたので報告する。

## 材料および方法

### 供試品種

品種は、夏季の高温乾燥条件下において、‘渡辺早生’よりも収量性に優れ、す入りや裂皮が少なく先端までの肉付きも良い‘東北理想’を用いた。

### 試験 1 高温処理の温度と時間が出芽率に及ぼす影響

種子の高温処理は、温度25℃の水道水の掛け流しで12時間吸水した種子を、2枚のろ紙を敷いて十分な量の水を加えた直径10cmのガラス製シャーレに置床し、蓋をして全体をアルミホイルで包み、35℃と40℃のインキュベーター（日本医化器械製作所社製LPH-200-RDCT、三洋電機社製MIR-260）内に置いた。処理時間は12時間、24時間および48時間とした。処理温度2水準と処理時間3水準を組み合わせて6区の処理をした種子を、園芸培土（清新産業社製）を詰めた9cmポリポットに7粒を等間隔、深さ2cmで2005年5月18日に播種した。播種後はガラス温室に設置した小型プラスチックハウス（800mm×320mm×H1,450mm）内に置き、無換気とした。地温は温度データロガー（ティアンドデイ社製TR-71S）を用いてポット内の深さ2cmの培地温を測定した。試験規模は1区 7粒 2反復とした。出芽率は播種後10日目に調査した。

### 試験 2 最適高温処理時間の解明

試験 1と同様に吸水してシャーレに置床した種子を、試験 1と同じインキュベーターを用いて25℃（対照）では24時間、40℃では24時間、48時間、72時間および96時間処理した。処理後は試験 1と同じ培養土を詰めた9cmポリポットに9粒を等間隔、深さ2cmで2005年 6月15日に播種し、試験1と同じ場所で同じ管理を行った。地温は試験 1と同様に測定した。試験規模は 1区 9粒 4反復とした。播種後4日目から8日目まで毎日出芽率を調査した。

### 試験 3 吸水種子高温処理法の増収効果

試験1と同様にして12時間吸水後、40℃、24時間処理と無処理の種子を、場内圃場の白黒ダブルマルチの白色を表にして被覆した幅140cm、高さ25cmの畝に、株間10cm、条間15cmの4条で2005年7月6日、7月29日、8月17日に播種した。播種後は、収穫までかん水開始点をpF2.0として畝

間に敷設した多孔チューブ（MKVプラテック社製エバフロ-A型）で散水かん水した。なお、テンションメーター（竹村電機製作所社製DM-8）は畝中央部に設置し、挿入の深さは根の伸長に合わせて播種後1ヶ月間は深さ10cm、その後収穫までは深さ20cmとした。1回当たりのかん水量は播種後1ヶ月間は8mm/m<sup>2</sup>、その後収穫までは16mm/m<sup>2</sup>とした。地温は試験1と同じ機種を用いて、畝中央の深さ5cmを測定した。試験規模は1区 100株 3反復とし、苗立率は全株、岐根率と根重は1区当たり任意の6株を掘り取り、3反復で調査した。

### 試験 4 発芽時の温度の違いが発芽率に及ぼす影響

試験2と同様に処理した種子を、2枚のろ紙を敷いた直径6cmのプラスチック製シャーレに、十分な量の水を加えてから50粒播種し、蓋をして全体をアルミホイルで包み、暗黒条件下で30℃と35℃の試験1と同じインキュベーター内に置いた。発芽調査は播種後1～6日まで毎日行った。試験規模は1区 50粒 3反復とした。

## 結果

### 試験 1 高温処理の温度と時間が出芽率に及ぼす影響

種子の高温処理の温度と時間が播種後10日の出芽率に及ぼす影響を第 1表に示した。出芽率に対し、処理温度と処理時間には交互作用はなかった。処理温度別の出芽率は35℃処理が36%、40℃処理が63%で、35℃よりも40℃処理の方が高かった。処理時間別では、12時間よりも24時間以上で出芽率が高くなる傾向が見られたが、24時間と48時間には差がなかった。

### 試験 2 最適高温処理時間の解明

高温期でも出芽が安定する最適な処理時間を明らかにするため、40℃の高温処理時間を96時間まで延長し、平均地温29.3℃の条件下で、播種後4～8日の出芽率の推移を第 1図に示した。播種後5～7日の出芽率は、40℃の24～72時間処理が25℃の24時間処理よりも高くなったが、40℃の96時間処理では25℃、24時間処理より低かった。播種後8日目の出芽率は、40℃、96時間処理では75%であったのに対し、これ以外の処理では90%以上に達した。

### 試験 3 吸水種子高温処理法の増収効果

吸水種子を40℃、24時間処理した夏まきゴボウの播種後8日間の地温の推移を第2図に、苗立率、岐根率、根重および収量を第2表に示した。播種後 8日間の平均地温は、夜間の地温が高い7月29日播種が7月6日や8月17日より高かった。7月6日播種や8月17日播種では苗立率や収量に差は見られなかったが、7月29日播種では、高温処理区の苗立率は86%で無処理の76%より10ポイント高かった。また、高温処理区の収量は110.3kg/aで、無処理より約60%向上した。

### 試験 4 発芽時の温度の違いが発芽率に及ぼす影響

吸水高温処理種子を30℃と35℃のインキュベーター内に置いて、播種後1～6日までの発芽率の推移を調査した。

第 1表 吸水種子高温処理の温度と時間  
が出芽率に及ぼす影響(2005年)

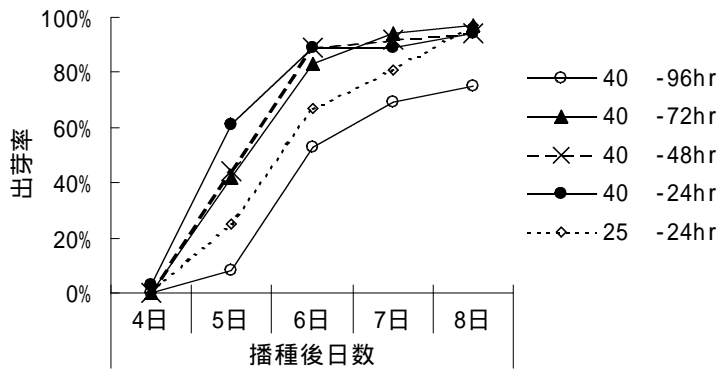
		出芽率 (%)	
処理温度(A)	35	36	
	40	63	
		有意差 **	
処理時間(B)	12時間	34	
	24時間	59	
	48時間	55	
	有意差	†	
交互作用(A) × (B)		N.S.	

注) 1) 出芽率は播種後10日目に調査した。  
 2) 分散分析は出芽率を逆正弦変換後に行った。  
 3) 平均地温 25.8 , 最高地温 44.4  
 4) †は10%水準, \*\*は1%水準で有意差あり。  
 N.S.は有意差なし。

結果を第3図に示した。発芽時の温度が30 では、播種後1日目の発芽率は、40 , 24時間処理区が93%で、25 , 24時間処理より20ポイント高かったが、播種後2日目には差はなくなり、播種後4日目にはすべての処理区で90%以上となった。一方、発芽時の温度が35 では、40 , 24時間処理区は播種後2日目に90%発芽したが、それ以外の区では発芽が遅れ、25 , 24時間処理は播種後5日目で90%以上となった。40 , 96時間処理は他の処理区に比べて明らかに劣り、播種後6日目の発芽率が37%であった。

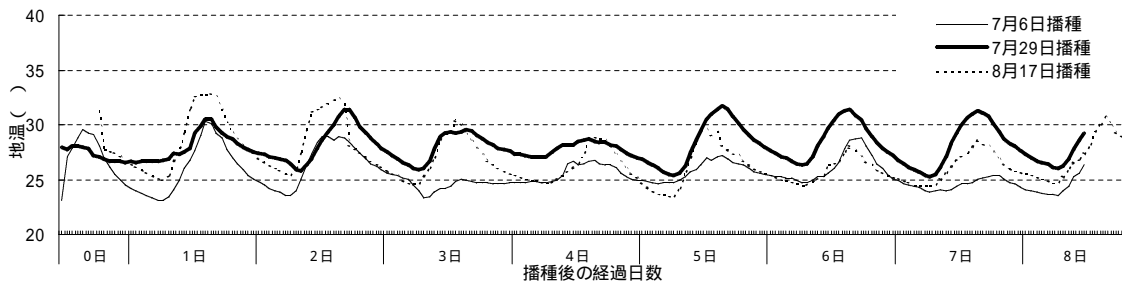
考 察

試験1では、出芽率に対し、吸水種子の高温処理の温度と時間には交互作用がなく、出芽率は35 よりも40 率を高める何らかの生理的变化が生じたと考えられる。処理の方が高かったことから、40 処理の種子には出芽ゴボウ種子は、乾燥状態では 130 の温度にも耐えることができるが<sup>1)</sup>、水分を含み、活発に生長している組織は、



第 1 図 吸水種子高温処理の温度および時間が出芽率の推移に及ぼす影響 (2005年)

注) 1) 平均地温29.3 , 最高地温40.4

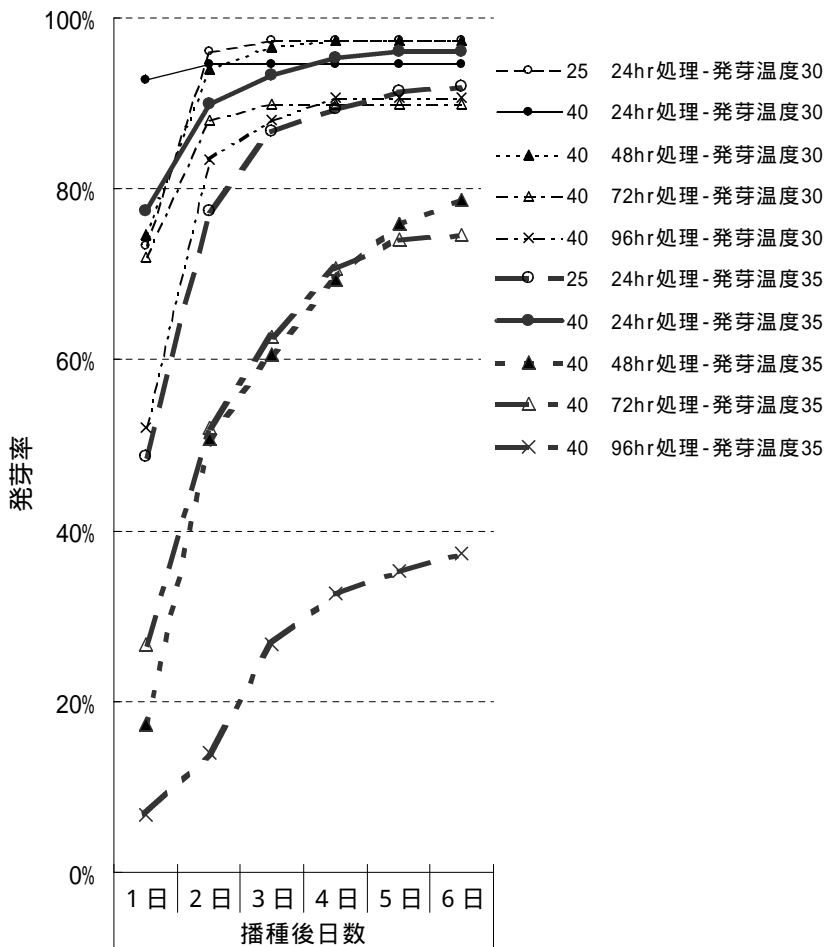


第 2 図 播種後 8 日間の地温の推移(2005年)

第 2表 吸水種子を高温処理した夏まきゴボウの苗立率、岐根率、根重および収量 (2005年)

	7月6日播種・10月4日収穫 (平均地温25.6 )				7月29日播種・10月27日収穫 (平均地温28.0 )				8月17日播種・11月15日収穫 (平均地温26.9 )			
	苗立率 (%)	岐根率 (%)	根重 (g)	収量 (kg/a)	苗立率 (%)	岐根率 (%)	根重 (g)	収量 (kg/a)	苗立率 (%)	岐根率 (%)	根重 (g)	収量 (kg/a)
高温処理	98	11	55.8	116.1	86	19	72.6	110.3	99	26	54.6	90.5
無処理	98	22	55.7	96.6	76	37	62.6	69.1	97	26	51.2	87.2
有意差	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	†	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

注) 1) 地温は深さ5cmで播種後8日間、苗立率は播種後14日目に調査した。  
 2) 収量は根重30g以上で岐根でないものを算出した。  
 3) %データは逆正弦変換後に検定を行った。†は10% , \*は5%水準で有意差あり。N.S.は有意差なし。



第3図 発芽時の温度の違いが吸水高温処理種子の発芽率に及ぼす影響 (2005年)

45 以上の温度では生存することができない<sup>2)</sup>。西田<sup>3)</sup>は、ゴボウの種子は、発芽率が33 から急激に低下し、37 以上ではまったく発芽しなかったと報告している。つまり、吸水後、温度条件さえ整えば発芽に至るが、40 で処理中のゴボウ種子は、生存することはできるが発芽が抑制される温度域にあると考えられる。種子が吸水後、発芽するには、発芽始動期における高分子物質、とくにタンパク質合成が不可欠である<sup>5)</sup>。一般に植物が37 ~ 40 の比較的高温に置かれると、2~3時間で熱ストレス耐性を獲得し、例えば、ダイズ、トウモロコシ、トマトなどの植物は52~54 の高熱にも耐えるようになる<sup>7)</sup>。この熱ストレス耐性の獲得に伴い、それまで合成されていたタンパク質の合成は停止するが、替わって新たな熱ショックタンパク質が合成される<sup>7)</sup>。この熱ショックタンパク質は、急な温度上昇に反応して、細胞が熱にうちかつ手助けをする<sup>2)</sup>。これらのことから、ゴボウの吸水種子を40 で処理すると、高温処理中に熱ストレス耐性を獲得し、熱ショックタンパク質を合成して、合成ができなかった、あるいは不十分であった35 処理よりも発芽率が高くなったと考えられる。一方、処理時間が12時間では、24~48時間に比べて発芽率が低い傾向が見られ

た。これは、高温処理による熱ショックタンパク質の合成が、常温に戻すと2~3時間で停止する<sup>7)</sup>ことから、12時間処理は24時間処理よりも熱ショックタンパク質の蓄積が少なかったためではないかと考えられる。ただし、最適な処理時間や処理をいつまで延長できるのかについては明らかにできなかった。また、試験1での平均地温25.8 は、夏まき栽培での利用が見込まれる白黒ダブルマルチを被覆した夏季晴天時の1日の平均地温29 に比べると3 以上低いことから、さらなる高温条件下での検討も必要である。

そこで、試験2では処理時間を最長96時間まで延長し、播種後の地温をさらに高温にした結果、播種後5~7日の出芽率は、40 の24~72時間処理が25 の24時間処理よりも高く、40 の96時間処理では25 , 24時間処理より低く、40 の高温処理時間は24~72時間が適当であると推察された。40 の高温処理が96時間に及ぶと25 , 24時間処理よりも発芽率が低下する原因として、代謝系の不均衡が考えられる。多くの植物の種子では、胚乳に貯えられているデンプン顆粒は、吸水後、グルコース等に分解され、胚組織で発芽や出芽に利用される。しかし、発芽や出芽に必要なグルコースは呼吸でも使われ、乳酸

やエタノールに変換される。長期間発芽が抑制されると発芽や出芽に必要なグルコースが呼吸によって消費されて不足したり、乳酸やエタノールが蓄積される<sup>5)</sup>。このように、ゴボウ種子においても40℃の高温処理により、72時間と96時間を境にグルコースの代謝に不均衡が生じ、出芽率が低下したのではないかと考えられる。

試験3において、高温処理したゴボウの苗立率は、7月29日播種が86%で、7月6日播種や8月17日播種に比べて12～13ポイント低かったが、無処理と比べると10ポイント高く、収量は約60%増加し、増収効果は最も高かった。この原因としては、7月6日播種や8月17日播種では、播種後8日間の平均地温が7月29日播種よりも低く、無処理でも高温処理と同等の高い苗立率が得られ、一方で7月29日播種では、無処理に高温によると思われる出芽不良や立ち枯れが生じ、苗立率が高温処理に比べて10ポイント低下したことが考えられる。これらのことから、種子高温処理による増収効果は、7月下旬播種の、出芽期の地温が高いほど発揮される傾向が見られた。なお、高温処理した8月17日播種は、苗立率が99%で高いにもかかわらず、収量が7月6日播種や7月29日播種よりも低かった。ゴボウの生育適温は20～25℃とされているが、白黒ダブルマルチをした場合の地温は、10月16日以降に20℃以下となり、収穫時には14℃にまで低下している。このことから、11月15日に収穫した8月17日播種では、7月6日や7月29日播種よりも生育後半の地温が低いために低収になったと考えられる。

試験4では、発芽時の温度の違いが吸水高温処理種子の発芽率に及ぼす影響を調査した。その結果、40℃、24時間処理の25℃、24時間処理に対する発芽率向上効果は、

発芽時の温度が30℃では見られず35℃において見られた。これは、試験3において、高温処理と無処理の出芽率や収量が、地温の高い7月29日で差が見られたのと同じ効果と推察される。また、試験2では、40℃、96時間処理だけが25℃、24時間処理よりも出芽率が低かったが、試験4の発芽温度35℃では、40℃、48～72時間処理でも発芽率の低下が見られた。これらのことから、吸水種子高温処理の温度と時間は40℃、24時間が最も適しており、発芽や出芽、苗立ちは、発芽や出芽時の地温が高くても安定することが明らかとなった。

## 引用文献

- 1) 長谷川亮 (1994) ゴボウ種子の発芽改良方法。特許公報：特開平7 - 289020。
- 2) L.Taiz・E.Zeiger (2004) ストレス生理学。テイツノザイガー植物生理学第3版：培風館 601-634。
- 3) 西田忠志 (1998) ゴボウの発芽及び生育特性。北海道立農試集報74：43 - 51。
- 4) 境田耕作・坂元政寛・梅木佳良 (2002) ゴボウの夏まき栽培法。九州農業研究64：176。
- 5) 鈴木善弘 (2003) 休眠と発芽の生理・生態。種子生物学：東北大学出版会 132-273。
- 6) 高倍鉄子・三屋史朗・内田明男・高倍知子 (2005) 植物の環境ストレス耐性機構とそのシグナル分子過酸化水素の農業への応用。農林水産技術研究ジャーナル28(5)：5-9。
- 7) 吉田静夫 (1991) 高温障害と適応。現代植物生理学 4 環境応答 新免輝男編集：朝倉書店154-156。