

黒ダイズ‘丹波黒’における種子の 簡便な長期保存方法

大久保 和男・松本 一信*

A Convenient Long-term Preservation Method for the Seed of
Black Soybean Variety ‘Tanbaguro’ on an Individual Scale

Kazuo Okubo and Kazunobu Matsumoto*

緒言

岡山県では、水田の転作作物として、黒ダイズ‘丹波黒’が1970年代に導入され、県北東部の勝英地域を中心に産地化が進み、全国でも屈指の‘丹波黒’産地となっている。岡山県では、より大粒で品質の優れた‘岡山系統1号’を選抜し(松本・平井, 2005)、既存の‘丹波黒’から‘岡山系統1号’への転換を推進している。現在‘岡山系統1号’の種子供給は岡山県農林水産総合センター農業研究所(以下、岡山農研)が原原種を生産し、全国農業協同組合連合会岡山県本部を通じて三つの農業協同組合が原種及び採種圃産種子を生産する体制となっている。しかし、この体制で供給できる採種圃産種子の量は、毎年7.5t程度であり、約300haの作付面積を賄う量にすぎない。岡山県における‘丹波黒’の作付面積は2001年の1,923haをピークとして漸減傾向にあるものの、2012年時点で1,050haの作付がある。したがって、生産者は種子更新後、次の種子更新までの数年間は自家採種を行う必要がある。しかし、自家採種を継続すると他品種との交雑や病虫害の侵害などの危険性が増す。種子購入当年に自家採種した種子を長期間保存できれば、毎年自家採種を行う必要がなくなる。

近藤(1928)は採種後布袋に入れた種子を室温で保存した場合の発芽歩合に基づき、ダイズ種子の寿命は2年程度としており、欧州で発表された寿命に比べて甚だ短く、その原因が主に日本の高温多湿な夏季の気

候にあると述べている。また、室温保存での実用的な保存期間については、伊藤(1988)は収穫後1年、二瓶(1992)は収穫後10か月としている。

一方、二瓶(1992)は温度7℃、相対湿度50%の恒温・恒湿条件の種子貯蔵庫内で種子水分13%のダイズ種子を貯蔵した場合、缶で密封すれば7年、紙袋入りで5年程度が実用的貯蔵期間としており、Matsue et al.(2005)は温度5℃、相対湿度40%の恒温・恒湿条件の種子貯蔵庫内で紙袋に入れて保存したダイズ種子が収穫後7年7か月間は種子として使用可能であると述べている。

しかし、近藤(1928)、伊藤(1988)、二瓶(1992)及びMatsue et al.(2005)の事例は、いずれも黄ダイズ品種での結果であり、極晩生・大粒の黒ダイズ‘岡山系統1号’でも同様か否かは不明である。また、二瓶(1992)やMatsue et al.(2005)の事例は試験研究機関に設置された温度と湿度を調節できる大型の種子貯蔵庫を用いた結果である。一方、新井ら(1996)は家庭用冷蔵庫でダイズ種子の長期保存が可能であることを示唆している。

そこで、本研究は、家庭用冷蔵庫の利用を前提に、生産者が自家採種した‘岡山系統1号’の種子を、出芽率を低下させることなく簡便に長期間保存できる方法の確立を目的として、種子の採種条件、種子の封入素材及び保存場所が保存中の種子の含水率と出芽率に及ぼす影響について検討した。

福岡県農業総合試験場農産部長古庄雅彦博士には、

2013年11月11日受理

*現岡山県農林水産部農産課

Matsue et al. (2005) の詳細な種子の保存条件について情報を提供して頂いた。ここに記して謝意を表します。

材料及び方法

1. 供試品種・系統

2004年に岡山県農業総合センター農業試験場本場（現岡山農研，赤磐市）内で慣行栽培した‘岡山系統1号’から採種した種子を供試した。

2. 供試種子の採種及び保存条件

(1) 種子の採種条件

2004年12月上旬の成熟期に株を抜取り，直ちに手脱穀，手選別した群と，抜取り後屋根のある自然乾燥用網室内で約1か月架干しを行い，十分に乾燥させた後に手脱穀，手選別した群を設けた。2群とも，脱穀・選別後に約8kgの種子を密封していないプラスチック製容器に入れ，作業舎内に置き，保存実験を開始する2005年4月27日まで室温で保存した。

(2) 種子の封入条件

2005年4月27日に，上述の各群の種子を約2kgずつ（1,000㎡当たり播種量相当）に4分したサンプルを，それぞれ2サンプルずつマチ付き紙封筒とジッパー付きポリエチレン袋（商品名：ジップロック，27.3cm×26.8cm）に封入した。ポリエチレン袋はジッパーにより密封した。

(3) 種子の保存場所

2005年4月27日に，採種条件と封入条件の異なるサンプルを家庭用冷蔵庫の冷蔵室及び作業舎内（室温）で保存を開始した。

3. 種子の含水率及び出芽率調査

2005年4月27日の種子の封入前に100粒を抽出し，種子の含水率を乾熱法により調査した。2005年5月18日，10月4日，12月19日，2006年4月21日，6月18日，12月25日，2008年1月23日に保存中のそれぞれのサンプルから100粒を抽出して種子の含水率を乾熱法により調査するとともに，別に128粒を抽出して育苗用培土（商品名：ヤンマーナブラ養土Sタイプ）を充填した128穴セルトレイ（商品名：ヤンマートレイ）に播種し，出芽率の調査に供した。

2006年12月25日までの出芽試験は，播種前の床土に十分灌水した後に播種，覆土し，さらに灌水を行った。2008年1月23日の出芽試験では，播種前の床土への灌水はせず，播種24時間後に十分な灌水を行う方法（大久保ら，2012）とした。いずれの出芽試験においても，播種後は無加温のビニルハウス内で管理した。

4. 統計処理

種子の含水率と出芽率について，いずれも1反復の調査のため，採種条件，種子の封入条件，保存場所を要因とする分散分析を行い，主効果のみを検定した。出芽率については，百分率の角度変換値を用いた。

結果

1. 保存種子の含水率の変化

保存中の種子の含水率の推移を表1に示した。2005年4月27日における保存実験開始時の種子の含水率は，収穫後直ちに脱穀した場合が16.2%であった（以下，高水分種子）。これに対し，収穫後網室内で自然乾燥させた後脱穀した場合は12.4%と低かった（以下，低水分種子）。

保存実験開始後の保存期間が長いほど種子の含水率は低下する傾向にあった。種子の封入条件の違いが種子の含水率の低下の程度に及ぼす影響を，保存実験開始時と2005年12月19日の含水率の差で比較すると，紙封筒に封入した種子は含水率の低下が高水分種子では4.2～5.9ポイント，低水分種子では1.1～1.9ポイントであり，ポリエチレン袋に密封した種子は高水分種子では0.3～2.5ポイント，低水分種子では0.6～1.1ポイントであった。すなわち，紙封筒に封入した種子は含水率の低下がポリエチレン袋に密封した種子よりも大きかった。

次に，保存場所の違いによる影響を同様に比較すると，作業舎内で保存した種子は，高水分種子では2.5～5.9ポイント，低水分種子では1.1～1.9ポイントであり，冷蔵庫で保存した種子は高水分種子では0.3～4.2ポイント，低水分種子では0.6～1.1ポイントと，作業舎内での保存は冷蔵庫保存よりも含水率の低下程度がやや大きかった。

種子の含水率の低下に対するこれら保存条件の効果は1反復の試験のため，統計的には有意でなかったが，おおむね次のような傾向がみられた。

保存期間中に種子の含水率が最も低下しやすい保存条件は紙封筒に封入して作業舎で保存する方法であり，最も含水率の低下が小さい条件はポリエチレン袋に密封して冷蔵庫で保存する方法であった。また，高水分種子は低水分種子よりも種子の含水率の低下程度が大きかった。

2. 保存種子の出芽率の変化

採種条件及び種子の保存条件と保存中の‘岡山系統1号’の出芽率を表2に示した。2005年5月18日（収穫後5か月）時点での出芽率は，収穫後直ちに脱穀を行っ

表1 採種条件, 種子の封入条件及び保存場所と保存中の「岡山系統1号」種子の含水率の推移

採種条件	種子の封入条件	保存場所・温度	種子の含水率(%)								
			2005年				2006年			2008年	
			4月27日	5月18日	10月4日	12月19日	低下 ³⁾ 程度	4月21日	6月18日	12月25日	1月23日
			4 ²⁾	5 ²⁾	10 ²⁾	12 ²⁾		16 ²⁾	18 ²⁾	24 ²⁾	37 ²⁾
収穫後直ちに 手脱穀・手選別	紙封筒	作業舎・室温	16.2	12.7	12.4	10.3	5.9	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	16.2	15.8	11.2	12.0	4.2	11.5	11.3	11.1	—
	ポリエチレン 袋密封	作業舎・室温	16.2	16.4	14.4	13.7	2.5	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	16.2	15.4	15.2	15.9	0.3	15.3	16.0	14.7	—
収穫後約1か月 架干し後 手脱穀・手選別	紙封筒	作業舎・室温	12.4	12.0	12.4	10.5	1.9	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	12.4	11.6	11.2	11.3	1.1	11.0	10.7	10.3	—
	ポリエチレン 袋密封	作業舎・室温	12.4	12.0	11.7	11.3	1.1	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	12.4	12.5	12.3	11.8	0.6	12.2	12.5	12.6	12.0
分散分析											
		採種条件		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		種子の封入条件		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		保存場所・温度		ns	ns	ns	ns	—	—	—	—

2005年4月27日は保存実験開始時の種子を調査

—は試験中止

²⁾収穫後経過月数

³⁾保存実験開始時の含水率と2005年12月19日時点の含水率の差

*:5%水準で有意

表2 採種条件, 種子の封入条件及び保存場所と保存中の「岡山系統1号」の出芽率の推移

採種条件	種子の封入条件	保存場所・温度	出芽率(%)						
			2005年			2006年			2008年
			5月18日	10月4日	12月19日	4月21日	6月18日	12月25日	1月23日
			5 ²⁾	10 ²⁾	12 ²⁾	16 ²⁾	18 ²⁾	24 ²⁾	37 ²⁾
収穫後直ちに 手脱穀・手選別	紙封筒	作業舎・室温	85.9	0.0	3.1	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	87.5	87.5	60.9	62.5	59.4	62.5	—
	ポリエチレン 袋密封	作業舎・室温	85.9	3.1	0.0	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	90.6	75.0	75.0	68.8	60.9	59.4	—
収穫後約1か月 架干し後 手脱穀・手選別	紙封筒	作業舎・室温	92.2	3.1	0.0	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	92.2	82.8	89.1	85.9	67.2	59.4	—
	ポリエチレン 袋密封	作業舎・室温	87.5	4.7	7.8	—	—	—	—
		冷蔵庫・約5℃	93.8	85.9	92.2	87.5	85.9	87.5	97.0
分散分析									
		採種条件	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		種子の封入条件	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		保存場所・温度	ns	***	***	—	—	—	—

2005年4月27日に各条件での保存実験を開始した

—は試験中止

²⁾収穫後経過月数

分散分析は出芽率(%)の角度変換値を用いて行った

***:0.1%水準で有意

た高水分種子が85.9%~90.6%, 平均で87.5%であり, 収穫後網室内で自然乾燥させた後脱穀した低水分種子の87.5%~93.8%, 平均91.4%よりもやや低かった。

次に, 保存場所別にみると, 作業舎内の保存では, 種子の封入条件に関わらず2005年12月19日(収穫後12か月)までの保存で出芽率は0%~7.8%と顕著に低下した。このため, 作業舎内で保存したサンプルについ

ては, 以降の試験を中止した。一方, 冷蔵庫で保存した場合, 2005年12月19日まで保存した種子の出芽率は高水分種子で60.9%~75.0%, 低水分種子で89.1%~92.2%であり, 2006年12月25日(収穫後24か月)まで保存すると出芽率は高水分種子で59.4%~62.5%, 低水分種子で59.4%~87.5%であった。この時点で最も高い出芽率87.5%を示した保存条件は, 低水分種子を

ポリエチレン袋に密封し、冷蔵庫で保存する方法であった。以降、この条件のみ保存を継続し、収穫37か月後の2008年1月23日に種子の出芽率を調査したところ、97.0%であった。

考 察

自家採種した黒ダイズ‘岡山系統1号’の種子を、家庭用冷蔵庫の利用を前提に長期間保存できる方法を確認するため、種子の採種条件、種子の封入素材及び保存場所が保存中の種子の含水率と出芽率に及ぼす影響について検討した。

その結果、収穫後十分に乾燥させてから脱穀した種子をポリエチレン袋に密封し、家庭用冷蔵庫で保存する条件で、収穫から37か経過した種子でも高い出芽率を維持できることが明らかになった。

採種条件、種子の封入条件及び保存場所のうち、保存種子の出芽率に対する影響が最も大きかったのは、保存場所であった。作業舎（室温）保存では、種子の封入素材の気密性に関わらず収穫後10か月で、実用的な種子としての使用が不可能になった。このことは、常温・常湿（室温）条件におけるダイズ種子の実用的貯蔵期間が10か月程度であるとする、二瓶（1992）の主張と一致しており、‘岡山系統1号’もまた、黄ダイズ品種と同様、室温での長期保存は避けるべきである。一方、冷蔵庫で保存した種子は収穫後24か月を経過しても、6割から9割の出芽率を示した。さらにその中で、含水率が約12%の低水分種子をポリエチレン袋に密封した場合、収穫から37か月経過しても高い出芽率を維持した。この原因は、気密性の高い封入素材を用いて種子を密封し低温貯蔵することで、CA貯蔵と同様の効果が生じ、種子の呼吸活性が低下したためと推察される。また、この保存条件で2006年12月25日（収穫後24か月）までの出芽率は94%から86%の値を示したが、その13か月後（収穫後37か月）の出芽率が97%と最も高かった原因については、試験方法で述べたとおり灌水方法の違いに起因すると推察される。すなわち、大久保ら（2012）の出芽率を向上させる灌水方法が長期間保存した種子でも有効であることを示唆している。

保存種子の出芽率に対する採種条件すなわち保存実験開始時の種子含水率、並びに種子の封入条件の効果は、統計的に有意ではなかった（表2）。図1に保存実験開始時の種子の含水率と保存実験開始8か月後（2005年12月19日）の出芽率の関係を示した。この図をみる限り、平均値では低水分種子の方が高水分種子よりも出芽率が高く、ま

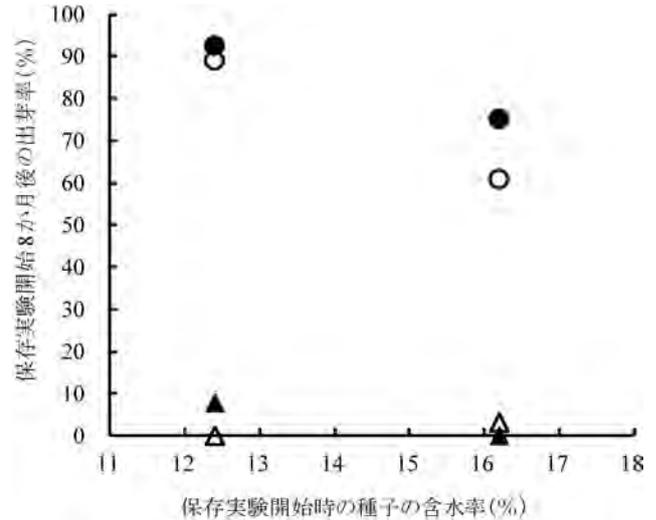


図1 保存実験開始時の‘岡山系統1号’種子の含水率と保存実験開始8か月後（2005年12月19日）の出芽率

○：紙封筒に封入・冷蔵庫で保存
△：紙封筒に封入・作業舎で保存
●：ポリエチレン袋に密封・冷蔵庫で保存
▲：ポリエチレン袋に密封・作業舎で保存

た、封入素材では気密性の高いポリエチレン袋の方が紙封筒よりも出芽率が高いことがわかる。二瓶（1992）は種子水分が9, 11, 13%のダイズ種子をそれぞれ缶に密封し、温度7℃、相対湿度50%の恒温・恒湿条件の種子貯蔵庫で貯蔵した場合、種子の寿命は種子水分9%で11年、11%で10年、13%で9年程度と、種子水分が少ないほど寿命が長いことを示している。貯蔵期間中の種子劣化は、種子の呼吸による自己酸化、またはリポキシゲナーゼの様な種子内に存在する酸化酵素によって発生するフリーラジカルによって酸化反応の連鎖が生じ、細胞膜、タンパク質、脂質、DNAなどあらゆる分子が損傷・破壊されるため起こると考えられている。常温保存した種子が低温保存した種子よりも寿命が短いのは種子の呼吸活性が高くなることが一因であり、含水率が高い状態で貯蔵された種子が低い状態で貯蔵された種子よりも短命なのは、酸化反応が生じ易くなるためと考えられている（篠原, 2009）。これらのことから、種子の長期保存に際しては、保存開始時の種子を十分に乾燥させてから密封・低温保存すべきであると考えられる。

以上のことから、‘岡山系統1号’の簡便な種子保存方法として、収穫後十分に乾燥させた種子をポリエチレン袋に密封し、冷蔵庫で保存する方法が有効であり、この方法で保存すれば、少なくとも収穫後37か月間実用的に種子としての使用が可能であることが明らかになった。この方法を用いることで、生産者が自家採種した種子を次年度以降3作は種子として問題なく使用

できると考えられる。

摘 要

生産者が自家採種した「岡山系統1号」の種子を、出芽率を保ちながら長期間保存できる方法の確立を目的として、種子の採種条件、種子の封入素材及び保存場所が保存中の種子の出芽率に及ぼす影響について検討した。その結果、収穫後に株を架干して十分に乾燥させてから脱穀した種子をポリエチレン袋に密封し、家庭用冷蔵庫の冷蔵室で保存する条件が有効であり、収穫から37か月経過した種子でも実用的に種子としての使用が可能であることが明らかになった。

引用文献

新井登・畑克利・渡邊耕造・野村卓・上野敏昭・大塚一雄（1996）大豆種子の長期貯蔵法 第1報 大豆種子の長期貯蔵が発芽率及び出芽率に及ぼす影響。日作紀, 65（別1）: 140-141。
伊藤順之輔（1988）貯蔵大豆種子の生理活性について

－吸水特性, Peroxidase, Amylase活性, 発芽力と貯蔵期間との関係。鳥取県農業試験場研究報告, 24: 45-52。

近藤萬太郎（1928）種子の種類と寿命, 日本農林種子学。養賢堂, 東京, pp.185-194。

Matsue, Y., O. Uchikawa, H. Sato and K. Tanaka (2005) Productivity of the Soybean Seeds Stored for Various Periods. *Plant Prod. Sci.*, 8: 393-396。

松本一信・平井幸（2005）黒大豆優良系統の選抜とその特性。日本作物学会中国支部研究集録, 46: 22-23。
二瓶信男（1992）水稲・大豆・麦類種子の貯蔵方法と寿命。農業および園芸, 67: 779-784。

大久保和男・中島映信・前田周平（2012）黒ダイズ品種「丹波黒」の優良系統「岡山系統1号」のセルトレイ育苗において健全苗を多数得るための管理方法。近畿中国四国農業研究, 20: 15-20。

篠原卓（2009）種子の新しい品質指標としての種子活力とその有用性。農業生産技術管理学会誌, 16: 1-9。

Summary

This study was aimed at establishing a convenient long-term preservation method for the seed of black soybean variety 'Tanbaguro' on an individual scale. A condition of gathering the seeds from plants, a storage location and the materials of the bag that contains the seeds were examined in order to investigate the effects on the emergence rate during storage for various periods. Our data demonstrated that it is possible to maintain a high emergence rate in the seeds of 37 months after harvest under the condition with sealing the seeds being dried substantially in a polyethylene bag and preserving in the refrigerator. This method is useful to preserve the seed of 'Tanbaguro' on a long-term in a home seed-raising.