

## ミシマサイコ種子の発芽に関する研究 第3報

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	桃木, 芳枝 太田, 保夫 長谷川, 忠男 田辺, 猛 川谷, 豊彦 鈴木, 隆雄 金木, 良三
巻/号	47巻1号
掲載ページ	p. 25-30
発行年月	1978年3月

## ミシマサイコ種子の発芽に関する研究

### 第3報 ミシマサイコ種子の休眠特性\*

桃木 芳枝・太田 保夫\*・長谷川忠男・田辺 猛

川谷 豊彦・鈴木 隆雄・金木 良三

(東京農業大学農学部・\*農業技術研究所)

昭和52年5月28日受理

ミシマサイコ (*Buleurum falcatum* L.) の種子が未熟に基づく後熟性種子であることはすでに報告した<sup>3)</sup> 4)。

本報ではミシマサイコ休眠種子の吸水特性, 呼吸および水中溶存酸素吸収特性ならびに過酸化水素処理による発芽促進効果を非休眠種子と比較検討し, 生理的な面からミシマサイコ種子の休眠特性を明らかにした。

#### 実験材料および方法

##### 1. 実験材料

東京農業大学作物学研究室付設圃場において栽培採種した1975年度産2年生株のミシマサイコ種子(1975年11月15日採種, 1g 粒数 598.4±20.5 粒)を用いた。本試験では前報<sup>3)4)</sup>の結果に基づき採種後-23°Cのディープ・フリーザに貯蔵したものを休眠種子とし, 採種後デンケータ中に貯蔵して5°Cの低温室に保管し6カ月以上経過したものを発芽歩合によって確かめた後, 非休眠種子とした。実験時にはそれぞれの貯蔵条件から室温に移し, 7日間自然乾燥後実験材料とした。

##### 2. 実験方法

###### (1) 吸水特性

15°Cと30°Cの定温器を用い1gの休眠および非休眠種子の吸水量を経時的に測定した。

###### (2) 呼吸特性

ワールブルグ検圧計を用い主室に供試種子, 副室に20%水酸化カリウム水溶液を入れ, 酸素吸収量と二酸化炭素排出量を経時的に72時間測定し, 呼吸商を求めた<sup>9)15)</sup>。種子のガス代謝は乾燥状態の休眠および非休眠種子各2gの酸素吸収量と二酸化炭素排出量を測定した。発芽種子の呼吸量はミシマサイコ非休眠種子を直径19cmのペトリ皿に濾紙を2枚しいて500粒

置床し, 置床後18日目に発芽種子と不発芽種子に分け, それぞれ70粒の呼吸量を測定した。また過酸化水素処理を行なった種子の呼吸量は, 0.3%過酸化水素水溶液に種子2gを24時間浸漬後, 対照区(蒸留水処理)と比較して酸素呼吸量と二酸化炭素排出量を測定した。

###### (3) 異なる酸素分圧下におけるエチルアルコール生成量の定量

###### 1) 酸化法<sup>10)14)</sup>

脱気して無酸素状態にした蒸留水を用い, トールビーカーの水深を1, 3, 5および7cmとして酸素分圧を変え, その中に休眠および非休眠種子2gをそれぞれ48時間浸漬し, 生成されるエチルアルコール量を測定した。蒸留法は国税庁所定分析法<sup>1)</sup>に基づいて蒸留し過マンガン酸カリウム滴定により定量した。

###### 2) ガスクロマトグラフィー

脱気して無酸素状態にした蒸留水と3時間酸素通気した蒸留水でトールビーカーの水深を5cmとしそれぞれ種子2gを48時間浸漬した。エチルアルコールの定量条件としてカラムはステンレススチール, 充填剤は10% Dinonyl phthalate, キャリアガスはN<sub>2</sub>, サンプルングはHead space法<sup>16)</sup>によった。対照区には1%エチルアルコールを用いた。

###### (4) 水中溶存酸素吸収特性

3時間酸素通気した蒸留水50ml中に休眠および非休眠種子それぞれ2gを浸漬し, 種子が水中溶存酸素を吸収する状態を20分ごとに2時間経時的にベックマン溶存酸素分析計で測定した<sup>7)8)</sup>。

###### (5) 過酸化水素処理による発芽促進効果

濃度0.1, 0.3, 0.5, 0.7および1.0%の過酸化水素水溶液をそれぞれ発芽床の濾紙(東洋濾紙 No. 1)2枚に吸収させ, 内径3.5cmのペトリ皿にミシマサイコ休眠種子50粒を置床した。発芽試験は本種子の発芽適温<sup>9)11)</sup>が15~25°Cの範囲とされているので定温器を25±2°Cに設定し暗条件で行なった。対照

\* 昭和52年4月2日 日本作物学会(第163回)において発表

区は蒸留水で処理した。また発芽締切り日は40日とし発芽歩合は逆正弦変換し統計処理を行なった。

### 実験結果

#### 1. 吸水特性

種子の吸水速度は第1図に示すように30°C下では15°C下より速い傾向が認められた。また15°Cにおいては非休眠種子が緩慢な吸水速度を示すのに対し休眠種子はむしろその速度が速く、両者に差異が認められた。

#### 2. 呼吸特性

休眠および非休眠種子(乾燥状態)のガス代謝を第1表に示した。その結果、休眠種子は酸素吸収が非休眠種子に比べて著しく大きく、呼吸商は非休眠種子より低い特性を示すことが明らかとなった。発芽種子の呼吸量は第2図および第2表に示した。発芽種子の呼吸量は休眠種子に比べて著しく低いが、呼吸商は前述の乾燥状態の休眠種子の呼吸商と同様に発芽種子に比べ低かった。

Table 1. Gaseous metabolism in dormant and non-dormant *Bupleurum falcatum* seeds.

Seed*	incubation at 25°C for		
	24 hr	48 hr	72 hr
N-D	90/100 (0.90)**	260/260 (1.00)	470/450 (1.04)
D	230/260 (0.88)	460/530 (0.87)	670/750 (0.89)

\* N-D: non-dormant seeds, D: dormant seeds.

\*\* CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> (RQ): μl/hr/2 g dry seeds.

Table 2. Respiratory quotient of germinated and non-germinated *Bupleurum falcatum* seeds.

Seed*	incubation at 25°C for		
	24 hr	48 hr	72 hr
G	2430/2550 (0.95)**	4780/4990 (0.96)	5800/6040 (0.96)
N-G	1220/1430 (0.85)	2290/2890 (0.79)	3420/4130 (0.83)

\* G: germinated seeds, N-G: non-germinated seeds.

\*\* CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> (RQ): μl/hr/70 seeds.

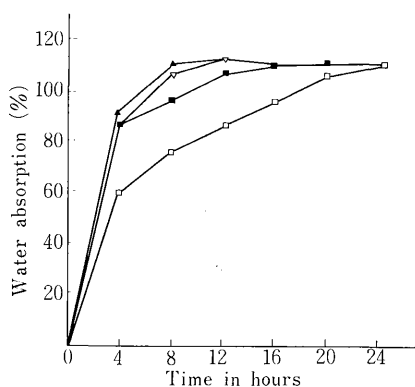


Fig. 1. Water absorption pattern in dormant and non-dormant *Bupleurum falcatum* seeds.

□—□: non-dormant seeds at 15°C,  
 ■—■: dormant seeds at 15°C,  
 △—△: non-dormant seeds at 30°C,  
 ▲—▲: dormant seeds at 30°C.

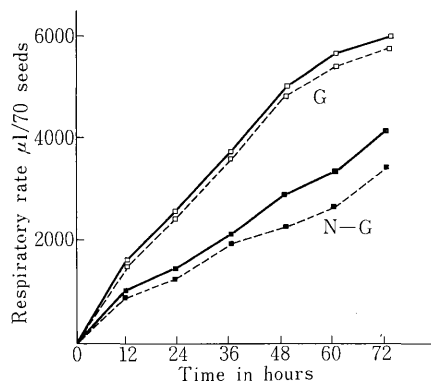


Fig. 2. Respiratory rate of germinated and non-germinated *Bupleurum falcatum* seeds. G: germinated seeds, N-G: non-germinated seeds, —: O<sub>2</sub> uptake, .....: CO<sub>2</sub> evolution.

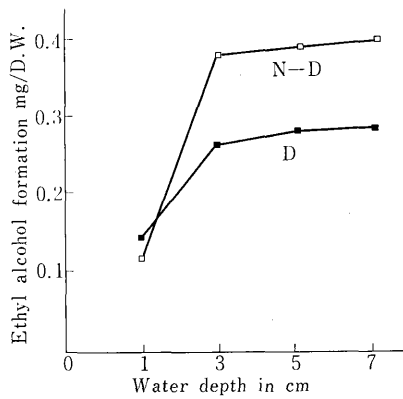


Fig. 3. Ethyl alcohol formation in dormant and non-dormant *Bupleurum falcatum* soaked seeds under different water depth. Measurements were made 48 hours after soaking.  
N-D: non-dormant seeds,  
D: dormant seeds.

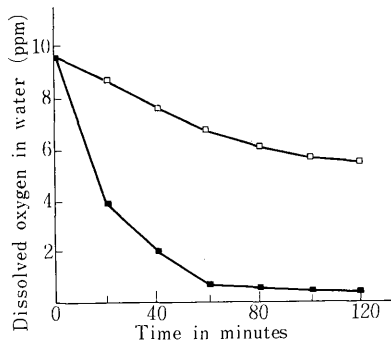


Fig. 5. Oxygen absorption in water by dormant and non-dormant *Bupleurum falcatum* seeds. Measurements were made by Beckman's oxygen analyzer using 2 g of dry seeds with 50 ml of oxygen saturated water.  
□—□: non-dormant seeds,  
■—■: dormant seeds.

### 3. 異なる酸素分圧下におけるエチルアルコール生成量

#### (1) 酸化法による定量

水深の深い低酸素分圧下においては非休眠種子のアルコール生成量が休眠種子に比べ優れるが、一方水深の浅い、高酸素分圧下では非休眠種子は逆に休眠種子より低下することが認められた（第3図）。

#### (2) ガスクロマトグラフィーによる定量

酸化法の結果と同様に非休眠種子のアルコール生成

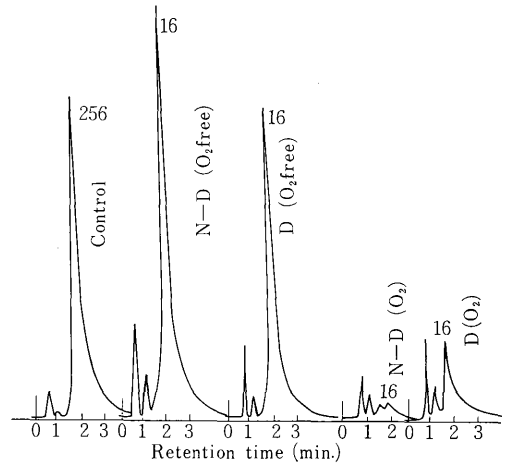


Fig. 4. Ethyl alcohol formation under different oxygen tension in *Bupleurum falcatum* seeds.

Measurements were made 48 hours after soaking using 2 g of dry seeds by gas chromatograms (Head space gas sampling method).

Control: 1% ethyl alcohol, N-D: non-dormant seeds, D: dormant seeds.

Column: dinonyl phtalate 10%, 60/80 mesh, 3 mm×2 m ID.

Column temp.: 60°C, Inject. temp.: 120°C, Detector: FID, Detect. temp.: 150°C, Inject. Volume: 3 ml, Carrier gas: N<sub>2</sub> 40 ml/min. Sensitivity: 1×256, 1×16, Chartspeed: 10 mm/min.

Instrument: Hitachi 063.

量は低酸素分圧下では高く、高酸素分圧下では逆に休眠種子に比べ相対的に低くなることが認められた（第4図）。

#### 4. 水中溶存酸素吸収特性

第5図に示すように休眠種子の水中溶存酸素吸収は非休眠種子に比べて明らかに異なり、休眠種子は急激に水中溶存酸素を吸収することが認められた。

#### 5. 過酸化水素処理による発芽促進効果

過酸化水素処理による発芽促進効果は第3表に示すように0.1%レベルで効果が認められ、0.3%の濃度が最も有効であった。また0.3%過酸化水素処理による呼吸量は対照区（蒸留水処理）に比べ高まり、この結果は発芽種子の呼吸量と同様な傾向であった（第6図）。

### 考 察

ミシマサイコ種子の休眠現象を生理的に解明するた

Table 3. Effect of hydrogen peroxide on germination in *Bupleurum falcatum* seeds.  
(Anova<sup>a)</sup>: germination %, value of arcsine transformation)

SV	DF	SS	MS	Fc		
T	5	575.55	115.11	71.17***		
e	6	9.71	1.62			
(Multiple comparison between T)						
M.D. (0.05) <sup>b)</sup>	T <sub>1.0</sub>	T <sub>0.7</sub>	T <sub>0.5</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>0.1</sub>	T <sub>0.3</sub> <sup>c)</sup>
5.06	19.15	20.02	28.32	31.59	32.20	38.76
	(10.0)	(11.0)	(22.0)	(27.0)	(28.0)	(39.0) <sup>d)</sup>

- a) Analysis of variance.  
 b) Minimum difference by Tukey's procedure (q-test) for the significance at the 5% level. Any two means underscored by the same line are not significantly different. Any two means not underscored by the same line are significantly different.  
 c) Percent of hydrogen peroxide.  
 d) Average germination percentage.

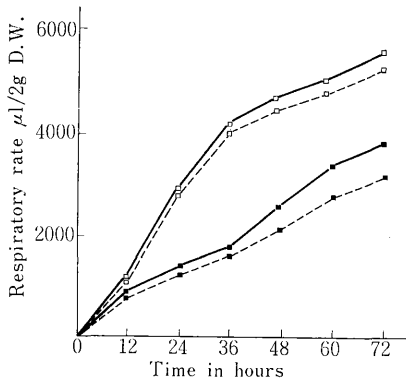


Fig. 6. Effect of hydrogen peroxide on respiratory rate in *Bupleurum falcatum* seeds.

- : 0.3% hydrogen peroxide treated seeds,  
 ■—■ : non-treated seeds.  
 — : O<sub>2</sub> uptake, --- : CO<sub>2</sub> evolution.

めに休眠種子の吸水特性, 呼吸および水中溶存酸素吸収特性ならびに過酸化水素処理による発芽促進効果を非休眠種子と比較検討した。

休眠種子の吸水特性を発芽適温<sup>6)</sup>である 15°C 下においてみると非休眠種子が緩慢な吸水を示すのに対し, むしろ吸水が速い傾向を示した。このことはミシマサイコ種子の休眠は種皮の硬実性などで起こる吸水阻害が制限要因でないことを示唆している。

ミシマサイコの乾燥休眠種子の酸素吸収量は非休眠種子に比べ著しく高く, 呼吸商は低いことが明らかとなり, また不発芽種子の呼吸量は発芽種子に比べ著しく低い, 呼吸商は休眠種子と同様に低いことも確認

した。高橋<sup>13)</sup>は休眠および非休眠の稲種子を炉紙上に置床し, 置床過程での呼吸様式を調べ休眠種子の特徴は長期間酸素吸収量が低く, また低い呼吸商を維持し続けると報告している。休眠種子の呼吸商が低い点は置床後のミシマサイコ休眠種子の呼吸特性と同様であるが休眠乾燥種子の呼吸特性については言及していない。

つぎに酸素分圧の異なる条件下における種子のエチルアルコールの生成量を定量した結果, 非休眠種子のアルコール生成量は休眠種子に比べ低酸素分圧下で高く, 高酸素分圧下では逆に低くなることが認められた。

すなわち非休眠種子は嫌気的条件下では無気呼吸が盛んに行なわれるが好気的条件下では無気呼吸が抑えられることを示唆している。このことから非休眠種子は有気および無気呼吸の調節機構が休眠種子に比べ外界の条件に対し, より活発に反応していることが推定された。なお嫌気的条件下におけるアルコール生成量について河野ら<sup>9)</sup>は水稻種子を高温処理により休眠覚醒した非休眠種子と休眠種子を比較し, 非休眠種子のアルコール生成量が休眠種子に比べて常に多量であると報告している。また仮谷<sup>2)</sup>は稲種子の休眠性の高い品種と低い品種を深水中で酸素を抑制して発芽させ, 芽生部における無気呼吸に基づく炭酸ガスの気泡発生量を測定し, 休眠性の高い品種は炭酸ガスの発生が遅く無気呼吸量が少ないと報告している。これらの結果はミシマサイコ非休眠種子が嫌気的条件下では休眠種子に比べアルコール生成量が高い結果と一致している。

水中溶存酸素吸収特性を検討した結果, 休眠種子の水中溶存酸素の取奪の著しいことが認められた。太田

ら<sup>12)</sup>は休眠および非休眠の稲種子のモミガラを水中に浸して溶存酸素の吸収を比較し、休眠種子のモミガラは水中溶存酸素の吸収量が大きくであることを報告しており本実験結果と一致している。

さらに酸素収奪が著しく認められた休眠種子に酸素供給のために過酸化水素処理を行ない対照区(蒸留水処理)と比較して発芽試験を行なった結果、0.3% 過酸化水素処理区で発芽促進効果が著しかった。この0.3% 過酸化水素処理区の呼吸量は対照区(蒸留水処理)に比べ極めて高く、非休眠発芽種子の呼吸量と同様の傾向を示した。

以上、休眠種子の酸素要求量が非休眠種子に比べて非常に高いこと、また休眠種子の酸素収奪が著しいこと、さらに過酸化水素処理により発芽が促進されることなどからミシマサイコ種子の休眠には酸素収奪機構の存在が示唆され、休眠種子は嫌気的条件下で無気呼吸能が非休眠種子に比べて小さいことと相俟って発芽が抑えられているものと考えられる。なお現在、休眠乾燥種子の酸素吸収量の高いことについてその呼吸の質的差異、つまりエネルギー生産に関する呼吸であるか否か検討中である。また酸素収奪物質については今後の研究にまちたい。

### 摘 要

ミシマサイコ休眠種子の休眠特性を生理代謝を中心に検討し、つぎのような結果を得た。

1. 休眠種子の吸水速度は非休眠種子に比べ30°Cではほとんど差異がなく、15°Cでは非休眠種子よりやや速かった。したがってミシマサイコ種子の休眠は種皮の硬実などで起こる吸水阻害が制限要因でないことが示唆された。

2. 休眠乾燥種子の酸素吸収は非休眠乾燥種子に比べむしろ高く、呼吸商は低かった。このことからミシマサイコ休眠種子には酸素収奪機構の存在が示唆され、そのため種子内の酸素分圧の低下をきたし発芽が抑えられるものと考えられた。一方、発芽種子の呼吸量は不発芽種子に比べて著しく高まることが認められた。しかし不発芽種子の呼吸商は発芽種子より低く、休眠種子の呼吸商が低いことと傾向が一致していた。

3. 非休眠種子のエチルアルコール生成量は低酸素分圧下では休眠種子より高く、高酸素分圧下では逆に低下した。このことから非休眠種子は嫌気的条件下では無気呼吸が盛んに行なわれ、好气的条件下では無気呼吸が抑えられ外界の条件に活発に反応していることが推定された。

4. 水中に浸漬した休眠種子は非休眠種子に比べて水中溶存酸素の収奪が著しかった。

5. 休眠種子は過酸化水素処理により発芽が促進され、0.3% 過酸化水素処理区に最も発芽促進効果が認められた。また過酸化水素処理区の呼吸量は対照区(蒸留水処理)より著しく高まり、発芽種子の呼吸量と同様な傾向を示した。

### 引 用 文 献

1. 注解編集委員会 1967. 国税庁所定分析注解, 増訂版, 514—517. 日本醸造協会, 東京.
2. 仮谷 桂 1951. 稲の発芽に関する二, 三の地域的特性. 農及園 **26**: 1182.
3. 川谷豊彦・金木良三・桃木芳枝 1976. ミシマサイコ種子の発芽に関する研究. 第1報 採種後の経過期間および光条件が発芽に及ぼす影響. 日作紀 **45**: 243—247.
4. ———. ———. ——— 1976. ミシマサイコ種子の発芽に関する研究. 第2報 発芽の促進と種子の貯蔵法. 日作紀 **45**: 248—253.
5. 河野芳樹・竹内節男・川原田璋・太田保夫 1975. 水稻種子の高温処理による休眠覚醒と無気呼吸との関係. 日作紀 **44**(2): 194—198.
6. 宮崎幸男・杉山英彦 1971. 伊豆におけるミシマサイコの栽培試験. I. 異なる温度条件のもとでの種子の発芽. 衛生試報 **89**: 163—165.
7. 日本分析化学会北海道支部編 1971. 解説水の分析. 178—183. 化学同人, 東京.
8. ——— 1972. 新版水の分析. 247—248. 化学同人, 東京.
9. 日本生化学会編 1975. 酵素研究法上(生化学実験講座 5). 初版, 35—41. 東京化学同人, 東京.
10. 小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之編集 1973. 食品分析ハンドブック. 第2版, 252—254. 建帛社, 東京.
11. 大橋 裕・相川 茂 1965. ミシマサイコの栽培に関する二, 三の問題点. 生薬 **19**: 32—35.
12. 太田保夫・中山正義 1971. 発芽抑制物質と稲種子の休眠性に関する研究. 第4報 モミガラの酸素収奪と休眠性との関係. 日作紀 **40**(別号1): 145—146.
13. 高橋成人 1962. 稲種子の発芽に関する生理遺伝学的研究. とくに発芽を支配する遺伝要因について. 東北大学農学研究所周報 別刷 No. 14

- 1: 1—87. 刊 13. 南江堂, 東京.
14. 東京大学農芸化学教室 1967. 実験農芸化学上 16. 吉沢 淑 1973. Haed space 法による清酒香  
 卷. 改訂新版 265—266. 朝倉書店, 東京. 気成分の迅速定量法. 醸造試験所報告 145(11):  
 15. 吉川春樹・小倉安之・関根隆光・森田茂広・高橋 182—184.  
 甫 1954. ワールブック検庄計. 化学の領域増

## Studies on the Germination of Seeds of *Bupleurum falcatum* L.

### III. Physiological properties of dormant

#### *Bupleurum falcatum* seeds

Yoshie MOMONOKI, Yasuo OTA\*, Tadao HASEGAWA, Takeshi TANABE,  
 Toyohiko KAWATANI, Takao SUZUKI and Yoshizo KANEKI  
 (Tokyo University of Agriculture, Tokyo 156 \*National Institute  
 of Agricultural Sciences, Konosu, Saitama 365)

#### Summary

This investigation was conducted to make clear the physiological properties of dormant *Bupleurum falcatum* seeds with an emphasis upon the metabolism of respiration. The results obtained are as follows;

1. The rate of water absorption in dormant and non-dormant *Bupleurum falcatum* seeds showed the same tendency, however at 15°C the absorption rate in dormant seeds was rather higher than non-dormant ones. It seems possible, therefore, that the mechanism of dormancy in *Bupleurum falcatum* seeds was not due to water absorption in seeds.

2. In the case of dormant seeds, the absorption of oxygen in dry seeds was high as compared with those non-dormant ones, at the same time the respiratory quotient was lower in dormant seeds.

It may be suggested that the seed coats act as an absorbing layer of oxygen and thereby help to maintain low oxygen tension within the seeds, thus inhibiting germination.

On the other hand, the respiratory rate of germinated *Bupleurum falcatum* seeds was much higher than non-germinated ones, while the respiratory quotient in non-germinated seeds was lower than germinated ones.

3. Under low oxygen tension, non-dormant seeds usually produced more amount of ethyl alcohol than dormant seeds.

While the formation of ethyl alcohol in non-dormant seeds under high oxygen tension was lower than it dormant seeds.

From the facts, it might be possible to consider that non-dormant *Bupleurum falcatum* seeds had the control of respiratory pathway under both aerobic and anaerobic conditions.

4. The absorption of oxygen by dormant seeds soaked in water was much higher than that of non-dormant ones.

5. The germination of dormant *Bupleurum falcatum* seeds was stimulated with hydrogen peroxide treated at the concentration of 0.3 percent, and the hydrogen peroxide treated seeds showed respiratory rate same to the germinated ones.