輪換畑におけるイタリアンライグラスと野ビエの連続栽培に関する研究 第3報

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者名	高橋,均 高橋,保夫 本田,太陽 根岸,節郎
発行元	日本草地学会
巻/号	20巻2号
掲載ページ	p. 73-78
発行年月	1974年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

日草誌　20(2)：73～78 (1974)

輪換畑におけるイタリアンライグラスと野ビエの連続栽培に関する研究

第3報　ケイヌビエ種子の活性変化と外囲条件との関係

高橋　均・高橋保夫・本田太陽・根岸節郎

農林省農事試験場（埼玉県鴻巣市）

緒　　言

本連続栽培は，前報[1]のとおり，水田雑草野ビエが寒地型牧草の夏がれ時期に草間から発生する生態を利用し，イタリアンライグラスと同時に播種して草種切替時の播種作業を省略して栽培を連続しょうとするものである。そこで，種子の休眠や発芽活性の推移を明らかにしておく必要がある。また，野ビエ栽培跡輪換田における雑草化防止の観点からも種子の活性変化を明らかにしなければならない。

タイヌビエについては荒井・宮原[2~5]が種子の休眠性についての詳細な実験結果を報告しているが，本栽培法に現在供試しているケイヌビエ(*Echinochloa Crus-galli* BEAUV. var. *caudata* KITAGAWA）については河原・若松[6]が一部を報告しているにすぎない。そこで，ケイヌビエ種子の活性変化と風乾貯蔵条件ならびに土壌中埋没条件との関係について実験し，新しい知見を得たので報告する。

なお，本実験の遂行にあたっては，現九州農試作物第1部第5研究室長宮原益次博士から多くの御示唆を得た。深謝する次第である。

実験の材料および方法

農林省農事試験場内の水田に自生していたケイヌビエを，洪積畑で採種栽培し，9月中下旬に完熟した種子を採種して次の二つの実験に供した。なお，供試したケイヌビエは小穂に短芒があり，葉鞘の色は淡紫褐色から濃紫褐色に着色するものまでが含まれていた。

1.　風乾種子の貯蔵条件

1965，'66，'67年産種子を，採種後1カ月～1カ月半の間は作業舎で風乾し，その後紙封筒に入れて1967年11月1日に次の3種の貯蔵条件に処理した。1965，'66年産種子はそれまで作業舎に貯蔵しておいたものである。

① 室　温：研究室内の貯蔵で，年間の温度変化は比較的小さく，冬期間は暖房があって昼間20℃前後・夜間10～13℃であった。

② 外気温：作業舎内の貯蔵で，年間の温度変化は気温の年変化(第1表)と同様であった。

③ 低　温：5℃恒温室内の貯蔵で，他に比べて湿度が高かった(80％前後)。

各貯蔵条件に格納後，半月～1カ月毎（2年目は夏に1回だけ)に各処理から100～150粒の種子を取り出して発芽活性を調査した。

2.　土壌水分条件および土壌中埋没深度

1967年産種子を採種後約1カ月間風乾した後，沖積軽埴水田土壌に混和して5000分の1a磁製ポットにつめ，屋外で地表面とポットの上面が平らになるように埋設した。土壌水分は次のように処理した。

① 自然排水区：排水栓を開放したままで降雨以外の水分補給はなく，畑土壌水分状態。

② 湛水・湿潤区：排水栓を閉塞して夏期間（6月～9月)は常時湛水し，その他の時期も湿潤状態.

調査は，最初の1年間は1～2カ月毎，2年目は夏に

第1表　月別平年気温　(°C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最　高	9.2	9.8	12.9	18.4	23.2	25.5	29.2	30.7	26.5	21.0	16.2	11.8
最　低	−2.1	−1.3	1.5	7.1	12.1	17.0	21.5	22.4	18.4	11.8	5.6	0.4

注）鴻巣における1948～1972年の25カ年平均.

回，3・4年目は夏期間のみ1カ月毎に，各処理から2ポットずつ掘り出し，ほぼ3cmの層別に水洗して各々100～200粒の種子を回収し，発芽活性を調査した。3年目以降は崩壊消滅した種子が多く，埋蔵種子数と回収種子数との差を死滅種子として計算した。

発芽活性の調査法は，1，2の両実験とも共通して，宮原[8]がタイヌビエについて行った方法を準用した。すなわち，ペトリ皿に湿潤濾紙をしいて発芽床とし，初めの1週間は30℃の恒温下で発芽率を求め，残りの種子をさらに1週間変温条件(昼(8時30分～17時)30℃/夜20℃，夏の高温時は35℃/30℃)下において発芽率を調査した。なおも残った未発芽種子は縦断してTTC 1%水溶液中に30℃下で3時間浸漬し，胚部の染色反応によって生存種子と死滅種子とに判別した。2の実験においてポット内で自然に発芽した種子は抜きとり，その数と深さを調べた。

実験結果

1. 風乾種子の活性変化と貯蔵条件

実験結果を一括して図示すると第1図のようである。30℃恒温下で発芽した種子(V_1)の割合を鎖線で示し，これに変温条件下で発芽した種子(V_2)の割合を加えて破線で示し，さらにTTC溶液に染色反応した種子(V_3)を加えた割合(生存種子割合)を実線で示した。残りの部分(V_4)はTTC還元力のない死滅種子の割合である。従って，発芽活性は$V_1 > V_2 > V_3$でV_4は零の状態であると規定する。

(1) 貯蔵処理開始時の状態

1967年産(採種直後)の生存種子はすべてが発芽床で発芽しない状態(V_3)にあった。採種後1年を経過した'66年産種子はほぼ95%がV_1の状態であり，2年を経過した'65年産種子は約50%がV_1で，約40%はV_4の状態であった。

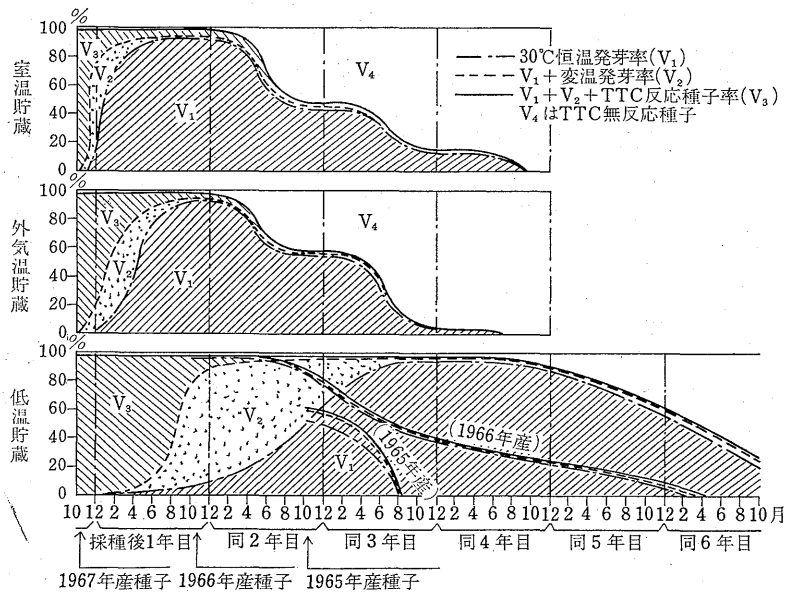
(2) 発芽活性上昇の過程

1967年産種子がV_3からV_1の状態になるまでの経過を見ると，貯蔵条件によって著しく異なることが認められる。すなわち，室温貯蔵の場合には貯蔵開始年12月下旬から翌年2月までにV_2種子が急激に増加し，V_1種子への変化はこれより遅れて起り，生存種子のほとんどがV_1の状態になったのは翌年4月下旬であった。外気温貯蔵の場合には，V_3からV_2への変化は12月下旬からゆるかに進み，さらにV_1への変化は翌年3月下旬から9月までを要した。

低温貯蔵の場合には，採種翌年の7月まではほとんどの種子がV_3のままで経過し，その後にV_2の状態へ変化し始め，V_1種子はさらに遅れて9月から見られるようになった。そして，ほとんどの種子がV_1の状態になったのは，さらに1年以上を経過して，貯蔵開始後3年目であった。

(3) 発芽活性低下の過程

1967年産種子は，室温および外気温貯蔵の場合には，採種2年後の7～9月にV_1種子が急激に減少して約



第1図　風乾種子の活性変化と貯蔵条件

50%になり，さらに翌年(3年後)の7～9月に残りのV_1種子がほとんどなくなり，これにかわってV_4種子が増加し，4年目にはすべての種子がV_4の状態になった。低温貯蔵の種子は採種後4年目の終りからV_1種子が減少し始め，6年後には約20%になり，V_4種子が約70%になった。

1966年産および'65年産種子は，室温および外気温下では，採種後の経過年数に照合すると1967年産種子とほぼ同様の推移を辿り，図中で同一の曲線を以て示すことができた。

しかし，低温貯蔵の場合には，貯蔵開始時の活性の程度によってその後の推移が著しく異なった。すなわち，1966年産種子は貯蔵開始1年後(採種2年後)からV_1種子割合が徐々に減少し始め，同4年後にほとんどの種子がV_4の状態になった。1965年産種子は，貯蔵してから約1年間ですべてが死滅した。

なお，貯蔵条件および採種年次の違いにかかわらず，V_1種子が減少してV_4種子が増加する過程には，つねにV_2およびV_3種子が数%存在した。

2. 土壌中種子の活性変化と土壌水分条件および埋没深度の影響

発芽活性の変化の推移は第2図のとおりであった。V_1からV_4までの発芽活性区分の図示方法は第1図の場合と同様であり，この他に，処理条件下で自然に出芽した種子(S)の割合を太線で示した。なお，第4・5層については，第3層に似た結果であったので図示を省略した。

(1) 発芽活性上昇の過程

処理開始の時点では生存種子のすべてがV_3の状態であったが，1カ月後にはV_2種子の割合が多くなった。その増加の程度は湛水・潤湿区より自然排水区の場合に高く，また，第1層および第6層に比べて第2～5層の場合に高かった。そして，いずれの場合にもV_2種子の割合は翌年2月に最高に達した。

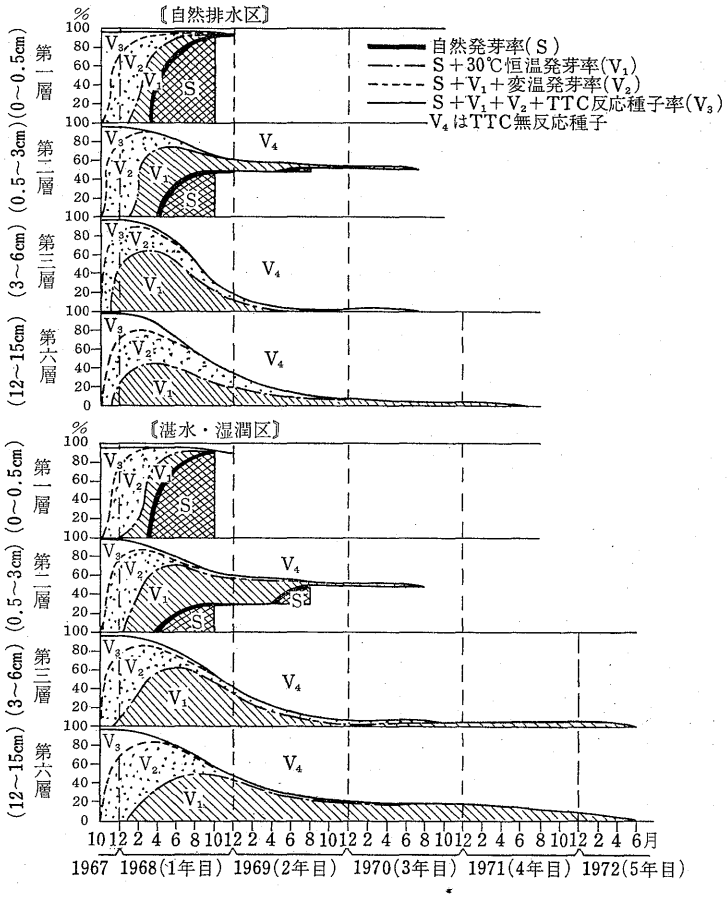
V_1種子は多くの場合に翌年2月から見られ，自然排水区の第3層以下の層ではこれより早くから見られて2～3月に最高値になった。同区の第1・2層でも，4月にはV_1種子割合の最高値に達した。湛水・湿潤区におけるV_1種子割合の増加は自然排水区より遅く，各層ともほぼ6～7月に最高値に達した。

(2) 自然出芽

処理条件下における自然出芽は第1・2層で翌年4月下旬から始まり，第1層では両区ともに9月までに85%～90%が出芽した。第2層では，自然排水区の場合には9月までに約50%が出芽し，2年目の夏にも数%出芽した。湛水・湿潤区の場合には1年目に約30%，2年目に約20%が出芽した。

(3) 発芽活性低下の過程

第1層では自然出芽した残りの種子はすべてがV_4の状態になった。その他のいずれの条件下でも，V_1およびV_2の状態の最高値に達した後は両者とも下降線をたどり，それだけV_4種子が増加した。1年目の終りの時点における生存種子割合は，自然排水区で10～40%，湛水・湿潤区で30～50%で，両区とも下層ほど高かった。2年目以降はさら



第2図　土壌中種子の活性変化と土壌水分条件および埋没深度

に生存種子割合が減少し，自然排水区では3～4年目までにすべてが死滅した。湛水・湿潤区の第3層以下では自然排水区よりも生存種子割合が高く，かつ生存年限が長く，残存種子のすべてが V_4 の状態になったのは5年目であった。

論　　議

1. 休眠の存在について

本実験におけるケイヌビエ種子は，採種後ある期間を経ると定温器内で容易に発芽するようになったが，そのように発芽活性が上昇する以前の V_3 種子および上昇過程で V_3 の状態で残っている種子は，発芽に必要な温度・水分・空気があっても発芽しないもので，休眠状態にあったものと考えられる。発芽活性上昇過程で現われる V_2 の種子は休眠覚醒過程のかなり進んだ段階のものであり，V_1 の状態が完全に休眠から覚醒した種子であると考えられる。発芽活性が低下する過程でも V_2 および V_3 の状態の種子がわずかに見られたが，これらは再び休眠に入ったのではなく，活性が衰えて V_4（死滅）への移行過程にある種子の反応であると推察される。すなわち，ケイヌビエ種子には一次休眠は存在するが二次休眠はないと考えられる。

江原・阿部[7]の用いた野ビエ（変種名不明）は採種直後から発芽したが活発に発芽するようになったのは45日以後であり，河原・若松[6]はケイヌビエを貯蔵して20日目から100日目に向うにしたがって発芽率の高まることを認め，休眠の存在を確認した。これらも本実験結果とおおよそ一致するものである。

他方，荒井・宮原[4]はタイヌビエ種子の二次休眠を確認しているが，ケイヌビエはこれとはまったく異なるものと考えられる。

2. 休眠覚醒と外囲条件との関係

風乾種子は貯蔵条件によって休眠覚醒が完了するまでの期間が異なり，室温貯蔵で3～7カ月，外気温貯蔵で6～11カ月，低温貯蔵では1～2カ年であった。土壌中に埋没した種子は，埋没1カ月後には50％以上が覚醒過程に入って浅い休眠状態（V_2）になるが，完全に休眠覚醒するのはおおよそ翌春の2～4月である。これらのことから，供試条件の範囲では温度の高い方が休眠覚醒を促進し，作業舎や土壌中の自然温下でも気温の上昇が休眠覚醒の進行に関係していると考えられる。

冬期間は外気温に比べて土壌中温度がやや高いが，後者における休眠覚醒が前者の場合より早く始まるのは，温度以外の土壌内環境も影響しているためのようである。土壌内では，湿潤条件より乾燥条件が休眠覚醒を早め，表層および深層よりも0.5～12 cmの層中の種子の休眠覚醒が早いが，土壌内環境のどの要因がこの差をもたらしたかは明確でない。

荒井・宮原[3]によって明らかにされたタイヌビエの一次休眠の覚醒は室内風乾貯蔵種子の場合には本実験結果と同様に翌春に多いが，3～5℃の土中での休眠覚醒効果は湛水土＞畑水分土＞風乾土の順で，本実験のケイヌビエの場合とは異なり，これは両種の間の生態的な違いの現われであると考えられる。

3. 種子の死滅

風乾貯蔵種子は完全に休眠が覚醒した後，室温および外気温下のものが採種後2年目および3年目の盛夏期に急激に死滅するのは，高温が種子の呼吸作用を高めて消耗を早めた結果であると考えられる。低温貯蔵の場合には，すでに死滅過程に入った種子（1965年産）は室温貯蔵等の場合とほぼ同じかむしろ速い速度で死滅するが，発芽活性が低下していない種子を貯蔵した場合の死滅割合の増加は極めてゆるやかで，数年間を要する。

土壌中で深さ0.5 cm以下の層のものは，全種子が完全に休眠覚醒する以前から死滅する種子が現われ，2年後には生存種子の割合が著しく減少し，風乾貯蔵種子の場合とは著しく異なる。この違いは，土壌内で水分が補給され，温度が上昇することによって風乾種子よりも代謝作用が盛んになった結果であると推察される。そのとき，酸素分圧が高い場合に早く死滅し，下層あるいは湛水湿潤の低酸素分圧条件で代謝が抑えられる場合に死滅がやや遅くなるものと考えられる。

種子の死滅現象が休眠覚醒過程に起るのか，覚醒種子から順次に死滅するのかは，本実験だけでは明確でないが，第2図および上述の考察から，後者の可能性があるものと推察される。

荒井・宮原[5]によると，タイヌビエ種子の死滅は休眠覚醒が進行する条件下で，畑水分土壌中に起って湛水土壌中で起らないが，ケイヌビエは二次休眠に入らないために両土壌水分条件でも死滅するものと考えられる。このことは水田土壌中種子の寿命の種間差（タイヌビエは湿田条件で3年後でも50％生存）にもつながるものと考えられる。

4. 栽培利用上および雑草化対策上のまとめ

ケイヌビエ種子に休眠が存在し，覚醒の完了が翌春になることは，秋に播種し，あるいは自然に落下した種子を活用し，翌春に出芽・定着する植物を利用する栽培法にとって欠かすことのできない特性である。換言すると，休眠とその覚醒機構の故に，草種切替時の播種更新作業を省略した栽培法が成立することになる。

また，風乾種子は室温貯蔵では翌春までに休眠覚醒を完了するので，春季にイタリアンライグラスの草間内へ不耕起播種することも可能である。外気温貯蔵の場合であっても，春季の草間播種によって，イタリアンライグラスが衰退する時期までに休眠覚醒を完了して出芽できるものと考えられる。

採種して室内または納舎等に貯蔵すると，江原・阿部[7]も報告しているように，2年間は高い発芽率を示して利用可能であるが，それ以上に長期間貯蔵して利用しょうとする場合には，冷蔵庫等で低温貯蔵をする必要がある。

次に，ケイヌビエの雑草化を防止する点から考えると，栽培時には種子をできるだけ地表近くにあるようにすれば発芽が良く，それだけ残存種子数が少なくなるであろう。また，跡地の輪換田における水稲の作付時には，残存種子を3cm以上深い土中に鋤き込んで表層に出ないようにすれば，発生を抑えることができ，多くの種子は2～3年以内に死滅することになるであろう。

摘　　要

本連続栽培の基礎資料を得，併せて跡地水田における雑草化対策の資料を得るために，ケイヌビエ種子の活性変化と風乾貯蔵条件ならびに土壌中埋没条件との関係について実験し，次の結果を得た。

(1) 秋に成熟した種子はすべてが休眠状態にあり，休眠覚醒に要する期間は種子のおかれた条件によって異なった。休眠覚醒を完了した種子は再び休眠に入ることはなく，二次休眠の現象はないものと結論された。

(2) 秋に採種後風乾した種子の休眠覚醒完了には，室温(10～20℃)下で3～7カ月，外気温下では6～11カ月で翌年の夏までを要し，さらに5℃貯蔵では1～2年を要し，高温条件で覚醒が促進されたといえる。

(3) 秋に土壌中に入った種子は，低温下であっても1カ月後には50%以上が覚醒過程に入って変温条件で発芽可能になり，休眠覚醒の完了はおおよそ翌春の2～4月であった。土壌が湿潤より乾燥の場合に，また，表層および深層よりも0.5～12cmの層中にある種子の休眠覚醒が早かった。

(4) 室温および外気温下の風乾貯蔵種子は採種後2・3年目の夏の高温時に死滅して発芽能力を失った。5℃貯蔵では4年以上の寿命であった。

(5) 土壌表層0.5cm以上にある種子は85～90%が翌春4月下旬から発芽し，0.5～3cmの深さにある種子は2年間の春～夏に約50%が発芽した。残りの種子および3cmより深い層にある種子は全種子が休眠覚醒を完了する以前から死滅し始め，3年間でほとんどが発芽することなく死滅した。土壌が湛水・湿潤条件の場合，また上層より下層にある場合に，種子の生存年限がやや長かった。

文　　献

1) 高橋　均・高橋保夫：日草誌．**12**, 67(1966)
2) 荒井正雄・宮原益次：日作紀．**29**, 130(1960)
3) ――――・――――：日作紀．**31**, 73(1962)
4) ――――・――――：日作紀．**31**, 186(1962)
5) ――――・――――：日作紀．**31**, 190(1962)
6) 江原　薫・阿部新一：日作紀．**21**, 61(1952)
7) 河原栄治・若松敏一：日作紀．**34**, 380(1966)
8) 宮原益次：農事試研報．**16**, 1(1972)

(昭和48年11月22日受理)

Studies on Successive Cultivation of Italian Ryegrass and Barnyardgrass on Paddy Field Converted to Upland Condition

III. The effect of some environmental conditions on the seed viability of barnyardgrass

Hitoshi TAKAHASHI, Yasuo TAKAHASHI, Taiyo HONDA and Setsuro NEGISHI

Central Agricultural Experiment Station (Konosu-shi, Saitama-ken)

Summary

In order to obtain the data on the periodical changes of the viability of barnyardgrass (*Echinochloa Crus-galli* BEAUV. var. *caudata* KITAGAWA) seed, a germination test was carried out by using the air-dried seeds stored under the three different conditions of temperature and also by using the seeds kept in soil.

The results obtained were as follows:

1. The seeds matured in autumn were dormant. The dormant seeds awakened after a certain period, and after that, the secondary dormancy was not observed on these seeds in any case.

2. In the case of air-dried seeds, the period for dormancy awakening was varied according to the storage conditions: three to seven months in the indoor storage (10~20°C, in winter), six to eleven months in the outside condition (−2.1~30.7°C of every ten days average, in a year), and one to two years in the low temperature storage (5°C). It is considered that higher temperature accelerates breaking dormancy.

3. About 50 percent of the seeds kept in soil started to awaken within one month after dropping, and began to have the germination capacity under the alternating temperature condition (30°C/20°C). These seeds perfectly awakened from their dormancy by next February to April.

4. The air-dried seeds stored either indoor or outside lost their viability rapidly under high temperature in the second or third summer from harvesting. On the other hand, the life-duration of seeds was longer than four years when they were kept under low temperature condition.

5. Eighty-five to ninety percent of the seeds located in 0~0.5 cm of upper soil emerged naturally from late April to September of next year, and by the second year, about 50 percent of the seeds located 0.5~3 cm in soil depth also emerged in the same season within two years. The rest of the seeds located in above-mentioned soil layers and the seeds located in the soil deeper than 3 cm almost died within three years. The life-duration of the seeds under humid and submerged soil condition was longer than that under upland condition. Also, seeds in deeper soil layer could keep their viability longer than those in upper soil layer. (J. Japan. Grassl. Sci., 20 (2), 73~78, 1974)