

ヒエ属植物およびイネの種子の発芽に及ぼす 塩分, 蔗糖, PEG 溶液の浸透圧の影響

西 克久

The Effect on Germination of Some Species of the Genus *Echinochloa* and Rice Seeds with Various Osmotic Pressure of Salt, Sugar and PEG Solutions

Katsuhisa NISHI

To investigate the differences and mechanism of germination among the seeds of some species of the genus *Echinochloa* and rice, the experiments were conducted in solutions of salt, sugar and PEG (poly-ethylene glycol) under a constant or alternating temperature in the light or the dark. The seeds of *Echinochloa oryzicola* Vasing., *Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *formosensis* Ohwi, *Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *crus-galli* (awnless and awned type) and *Oryza sativa* L. (Akebono) were used.

In 7000hPa, germination of rice, *E. oryzicola* and three varieties of *E. crus-galli* in all the solutions remarkably decreased except for the case of *E. crus-galli* in the solution of salt in alternating temperature. The germination of rice and *E. oryzicola* was decreased markedly, and more markedly in a light condition than in a dark. In the salt solution in 7000hPa, the decreasing of germination of *E. crus-galli* was low.

This species is distributed and grows in the upland and paddy field, while *E. oryzicola* and rice grow only in the paddy field. The decrease in germination of *Echinochloa* species with osmotic pressure seemed to be recovered with salt or sugar solutions under alternating temperature, but the recovery of rice was not seen. In 700hPa or less, the distinct differences of germination were not seen among these plants species.

Key words : Genus *Echinochloa*, Germination, Osmotic pressure

緒 言

現在、世界的にみて農耕に不適当な乾燥地、半乾燥地が次第にふえていくといわれ、それに伴って植物の耐乾性、耐塩性の問題が重要視されるようになり、その研究も急速に進行中である(石谷ら1990)。耐塩性の問題はまた植物の浸透圧調節機構とも関連してくるものである。干拓地、塩、潮害地の水田のように塩分の多い環境では雑草の発生、生長などその消長は熟田化された水田とは異なるものがあると思われる。そこでは一般の水田で強害雑草の代表とされているヒエ属植物においても水田によく適応したタイヌビエよりも荒地などに多いイヌビエの方がよく見かけられる。そこでヒエ属植物各種および対照植物のイネの塩分に対する発芽の反応の状態を知り、次いで塩分濃度はまた浸透圧の高低とも関係してくるので、従来からの方法(田崎ら1983)で浸透圧調節剤として同じ浸透圧の蔗糖濃度を使用して実験を開始した。しかし蔗糖はまた植物のエネルギー源ともなるので、最近の植物浸透圧調節剤として知られるポリエチレングリコール(PEG)も使用して同様の実験を行った。

タイヌビエの発芽最適温度は30~35℃であり(荒井ら1963)、またその他のヒエ属植物についてもほぼ同じである(西1969, 1987)ので本実験の温度条件は35℃とした。またタイヌビエの完全休眠覚醒種子の発芽は変温条件でも恒温条件とかわりがないとされている(荒井ら1963)が、本実験では塩分、蔗糖濃度、浸透圧の高低という条件が加わっているのでこれらの条件下での反応をみるために変温条件での実験も行った。さらに明、暗の条件のヒエ属植物の発芽に対する影響についても検討を加えた。

実験材料および方法

実験材料として岡山大学資源生物科学研究所圃場で採取したタイヌビエ(*Echinochloa oryzicola* Vasing.)、ヒメタイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *formosensis* Ohwi)イヌビエ無芒型(*Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *crus-galli* (awnless))、イヌビエ有芒型(*Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *crus-galli* (awned))の4種類の野生ヒエとイネ(*Oryza sativa* L. 品種アケボノ)の種子を用いた。実験溶液の浸透圧は0, 7, 70, 700, 7000hPa(ヘクトパスカル)の5段階とし、これに相当する濃度溶液として塩分(NaCl)では0, 0.001, 0.01, 0.1, 1%, 蔗糖では0, 0.009, 0.09, 0.9, 9%, PEG-1540では0, 0.017, 0.17, 1.74, 17.4%の溶液を使用した。1シャーレ(直径8.5cm)に厚さ0.5cmのスポンジと濾紙を敷き、それぞれ各濃度液10ccを入れて50粒ずつ置床し、4反復で①恒温(35℃)・明(5lux)、②恒温・暗、③変温(9:00~18:00 35℃, 18:00~9:00 25℃)・明、④変温・暗の4条件下で実験を行った。

結果および考察

本実験においてイネおよび野生ヒエの発芽率は発芽実験の時季によって多少異なるが、各種、各条件下でも比較できるようにすべて発芽係数の大きさに換算して(対照の各実験液の濃度0の場合を100とする)考察を進めた。

1. イネ

各明暗, 恒, 変温条件下とも700 hPa 以下では発芽に影響がほとんどなく, 7000hPa で大きい影響を与える傾向がある (Fig. 1). 塩分に換算すれば1%になる. イネの塩分濃度による

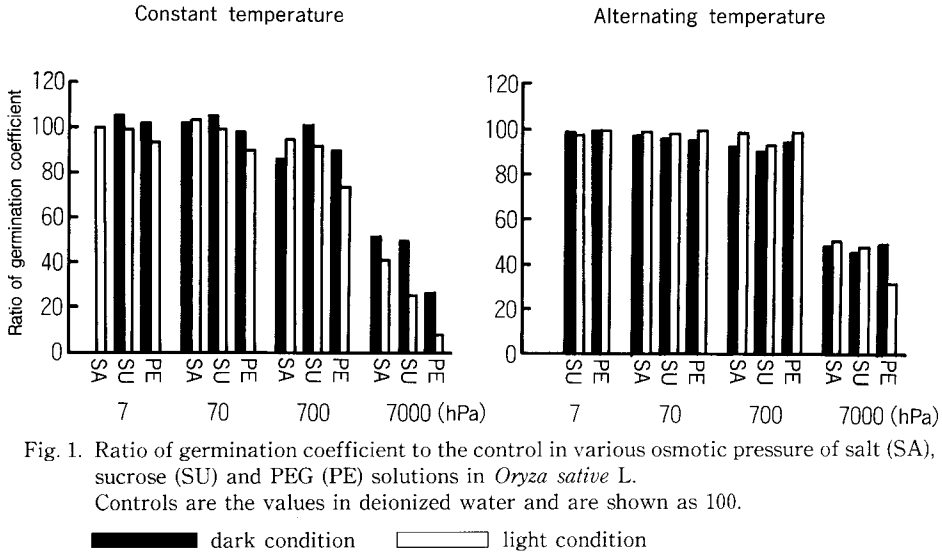


Fig. 1. Ratio of germination coefficient to the control in various osmotic pressure of salt (SA), sucrose (SU) and PEG (PE) solutions in *Oryza sativa* L. Controls are the values in deionized water and are shown as 100.

■ dark condition □ light condition

発芽への影響について, 岩城 (1952) は0.6~1.4%で発芽への影響が大きくなるとし, また増淵 (1927) は塩類溶液中におけるイネ種子の発芽は1%で影響が現われ始め, 3%以上では発芽しないとしている. 本実験の1%で発芽係数が各条件下とも急激に落ちて50以下になることとよく一致している. 恒温条件下では各浸透圧条件下とも明暗条件ともに塩分, 蔗糖は同じ浸透圧のPEGよりもいづれか発芽がよく, 阻害の影響を緩和する方向に働く傾向があり, 特に7000 hPaの条件下で顕著である. しかし, このような現象は変温条件下ではみられない.

2. タイヌビエ

本種は自然条件下では発芽が悪いので, 置床後1週間低温処理(暗黒で5℃の低温室に入れる)した後, 各実験条件下に置いた. 各条件下の7000 hPaで極端に発芽が低下する傾向がイネに似ている (Fig. 2). 一般に対照区と比較して各浸透圧区でいづれか発芽係数が低くなる傾向がある. しかし恒温条件下では暗条件が明条件より, 変温条件下では明条件が暗条件より発芽がよく, 明条件と暗条件の差は変温条件で大きい. 変温, 暗条件の塩分の7000 hPaは700hPa以下の低い浸透圧条件の場合に類似の発芽を示している. この変温, 暗条件の7000 hPaの塩分濃度では他の種類の野生ヒエも発芽はよい傾向がみられる (Fig. 3). この現象はイネとは異なっており, 野生種の植物では発芽の塩分に対する耐性があるのではないかと考えられる. 一方, 蔗糖, PEGで塩分の場合ほど好発芽がみられないのはこれらの物質が自然

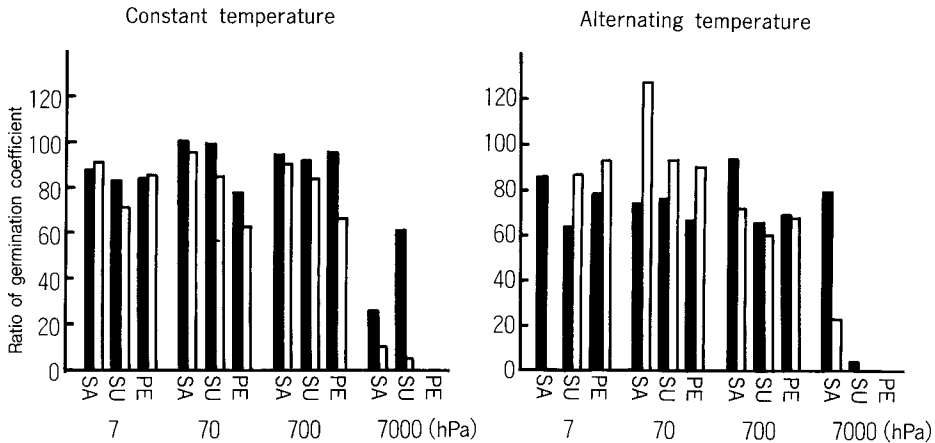


Fig. 2. Ratio of germination coefficient to the control in various osmotic pressure of salt (SA), sucrose (SU) and PEG (PE) solutions in *Echinochloa oryzicola* V. Controls are the values in deionized water and are shown as 100.

■ dark condition □ light condition

の土壌の状態では存在せず、それらに対応する性質が野生植物には小さいからではないかと考察される。700hPa以下の恒温条件では塩分、蔗糖は発芽に対する浸透圧の悪影響を緩和する傾向に、また変温条件下では明、暗条件ともに塩分は発芽阻害の緩和の方向に、蔗糖は反対に発芽を低下させる方向に働く傾向がある。

3. ヒメタイヌビエ

恒温・明条件下で影響が大きく、塩分で70 hPa、PEGで700 hPa、蔗糖で7000 hPaで発芽が著しく低下し、特に塩分の害が大きい (Fig. 3 (a)), しかし暗条件下ではPEG7000hPaで低下が大きいくだけで塩分、蔗糖の各浸透圧で大きな差がみられない。一方、変温条件下では7000 hPaを除いて発芽への影響が少ない。しかし変温・暗条件下での塩分区では対照区とほとんど変わらない発芽を示している。これは蔗糖、PEGの7000 hPa溶液ではみられない現象で、塩分は本種に対しては恒温・明条件で阻害的に反対に変温・暗条件下では緩和の方向に働く傾向がある。これは本種が自然条件下 (変温・暗) の塩分のある土地で発芽の可能性があることを示していると考えられる。

一方、本種はタイヌビエとともに水田だけに発生する雑草であるが、前述のタイヌビエとは塩分に対する発芽反応が相当異なって、畑、荒地に主として発生するイヌビエに似たところがあり、*Echinochloa crus-galli* 種の特徴を残しながら水田の環境に適応しているのではないと思われる。

4. イヌビエ (無芒型)

恒温条件下では明、暗ともに、暗条件のPEGの70 hPaを除いて、浸透圧の上昇とともに発芽が低下の傾向があり、7000hPaの明条件では極端に発芽が阻害される (Fig. 3 (b)). 変温条件下では塩分、蔗糖、PEGは700 hPaまでは影響が小さいが、7000hPaでは塩分の明条件を除いてかなりの発芽阻害をうける。

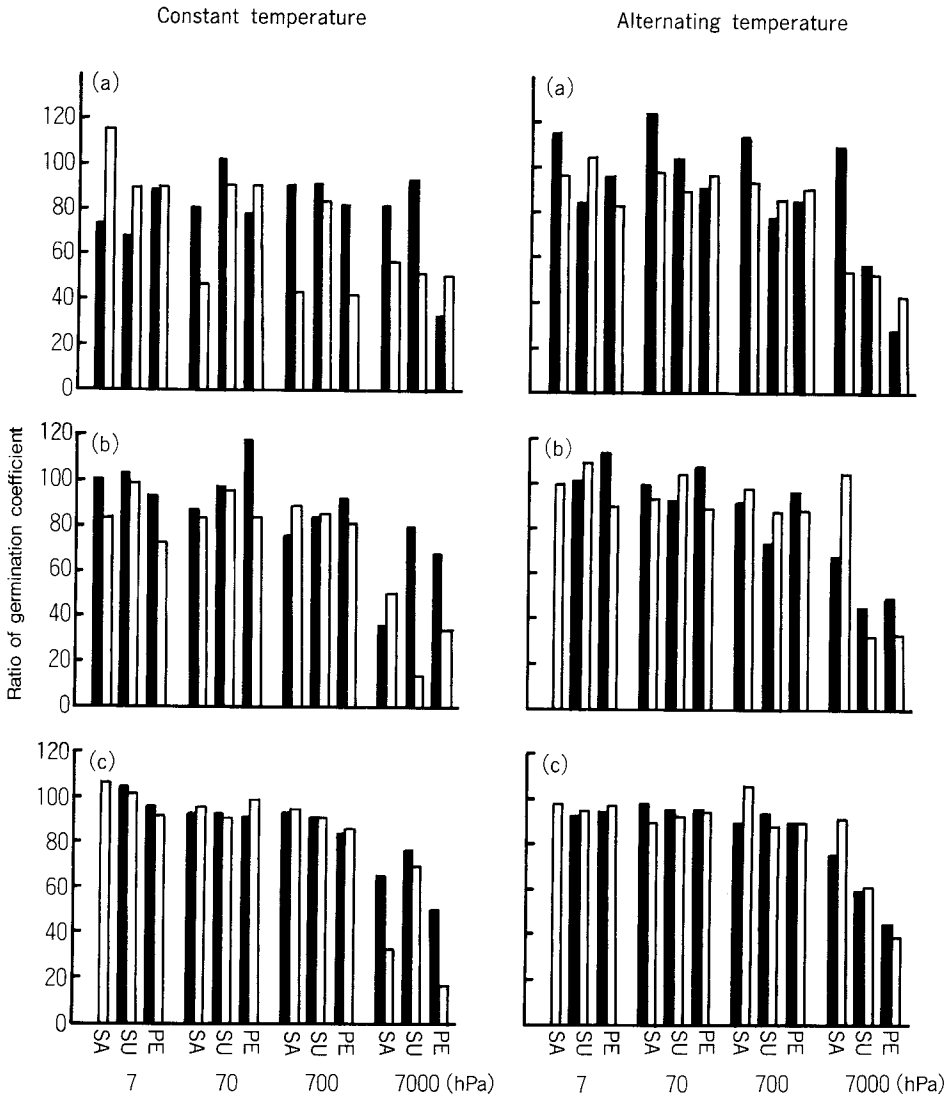


Fig. 3. Ratio of germination coefficient to the control in various osmotic pressure of salt (SA), sucrose (SU) and PEG (PE) solutions in some varieties of *Echinochloa crus-galli* B, (a) var. *formosensis* O., (b) var. *crus-galli* (awnless), (c) var. *crus-galli* (awned) Controls are the values in deionized water and are shown as 100.

■ dark condition □ light condition

5. イヌビエ (有芒型)

恒温, 変温条件とも700 hPa 以下では影響は少ないが, 7000hPa でかなりの発芽阻害をうける (Fig. 3 (c)). しかし7000 hPa の恒温, 暗条件下では塩分, 蔗糖, PEG の発芽阻害の程度は明条件より小さい. 変温条件下では明条件の7000 hPa の塩分では発芽阻害が少なくなる傾向がある.

一般にイネおよびヒエ属植物とも、塩分、蔗糖、PEGの700 hPa以下での影響は少ないが、7000hPaの溶液では発芽阻害を受ける。植物種および変種によって同じ浸透圧でも発芽反応は明、暗、恒温、変温条件によってかなり異なっていた。

水田に生育するイネとタイヌビエは700 hPa以下では塩分、蔗糖に対する反応は比較的似ているが、タイヌビエでいくらか発芽係数が低くなる傾向がみられる。7000hPaでは両種ともかなりの発芽阻害を受ける。しかしタイヌビエはPEGでは全く発芽しないのに、塩分、蔗糖でいくらか発芽できるのは、それらの物質が浸透圧の影響による発芽の阻害を回復する方向に働いているものと考えられる。主に畑のような比較的乾燥したところで生育するイヌビエは概して浸透圧の影響は小さく7000 hPaでもかなりの発芽がみられ、水田生育型のイネ、タイヌビエよりも発芽係数の大きい傾向が認められる。ヒメタイヌビエは条件による変動が大きかったが、7000hPaにおいてもタイヌビエと比較してかなりの発芽を示した。一般にイヌビエ、ヒメタイヌビエも7000 hPaでは特に塩分、蔗糖は浸透圧の影響を緩和する方向に働いて発芽を良好にする傾向があると考えられる。

摘 要

干拓地、塩害地における雑草の発生、植物の対塩生機構の解明の一端として、水田強害草の野生ヒエの塩分に対する発芽反応の研究を行った。水田で発芽生育する作物のイネは塩分による発芽の阻害は浸透圧の増大によるところが大きいことを示した。一方、雑草のヒエは概して浸透圧による発芽の阻害は塩分、蔗糖によって回復される傾向を示し、特に変温条件下の塩分でイヌビエ種の発芽の阻害が相当程度回復することを示した。これは野生ヒエ、特にイヌビエが自然状態の塩分の比較的多いところでもそれに適応して発芽可能なことを暗示しているものと考えられる。

キーワード：ヒエ属植物、発芽、浸透圧

引 用 文 献

1. 荒井正雄, 宮原益次, 1963. 水田雑草タイヌビエの生理生態学的研究. 第5報 発芽について. 日作紀 31: 362-366.
2. 石谷学, 荒井圭太, 高倍鉄子, 1990. 植物耐塩性の分子機構. 植物の化学調節. 25: 149-162.
3. 岩城鹿十郎, 太田勝一, 1952. 水稻の塩害に関する研究. (I) 塩分濃度を異にせる場合の籾種の吸水及発芽について. 日作紀 21: 87-88.
4. 増淵次助, 1927. 塩類溶液中における稲種子の発芽に就いて. 日作紀 1: 42-51.
5. 西克久, 1969. ヒエおよびイネの発芽に対する2, 3除草剤の作用の差異について. 農学研究 53: 69-80.
6. 西克久, 1987. 各種ストレスに対する植物の応答解析と耐性種の検索. ヒエ属植物種子の発芽に及ぼす塩分濃度の影響. 昭和 59-61 年度文部省特定研究成果報告書. 69-71.
7. 田崎忠良, 田口亮平, 1983. 実験植物生理生態学実習. 45-53. 朝倉書店, 東京.