

発芽コムギ胚におけるアスコルビン酸 含量及び酸化還元電位について

寺 岡 宏・渡 会 彰 彦

高等植物の発芽胚には多量のアスコルビン酸が含まれている。これは主に貯蔵器管から胚に移動したものであり、胚における主要な還元性物質として作用することが知られている(1. 2. 3)。又一方、秋まきコムギにおいて秋まき性の強い品種ほど塩素酸カリ抗毒性が弱くこれは植物体内にふくまれる還元性物質の多少によることが知られている(4. 5)。即ち秋まき性の強い品種ほどアスコルビン酸含量が多いとされている。

此の論文においては春まきコムギと秋まきコムギの生理的な特性を比較するのを目的としてアスコルビン酸をとりあげ、発芽過程におけるその含量の変動を春まきコムギと秋まきコムギにおいて比較した。又アスコルビン酸のもつ生理的な意義について考察するため発芽過程における胚の酸化還元電位の変動を春まきコムギと秋まきコムギにおいて比較した。

実験材料及び方法

実験材料としては秋まきコムギ赤錆不知1号と春まきコムギ農林75号が用いられた。これらはいづれも秋まき性及び春まき性の強いものとして知られている品種である。種子の発芽は24°C暗所において行われた。実験には芽生の幼根の部分切除し、子葉、子葉鞘及び胚盤をふくむ部分を用いられた。

アスコルビン酸の定量には藤田のインドフェノール法を用いた。

アスコルビン酸の酸化型は硫化水素で還元し定量した(6)。

肝の酸化還元電位の測定には肝を脱イオン水中ですりつぶし、この液に pH 7.0 の磷酸緩衝液を加え、約 $1000 \times G$ で 5 分間遠心しその上澄液を用いた。図 1 に実験装置の大略を図示する。これで電位時間曲線法(7)により、酸化還元電位を求める。

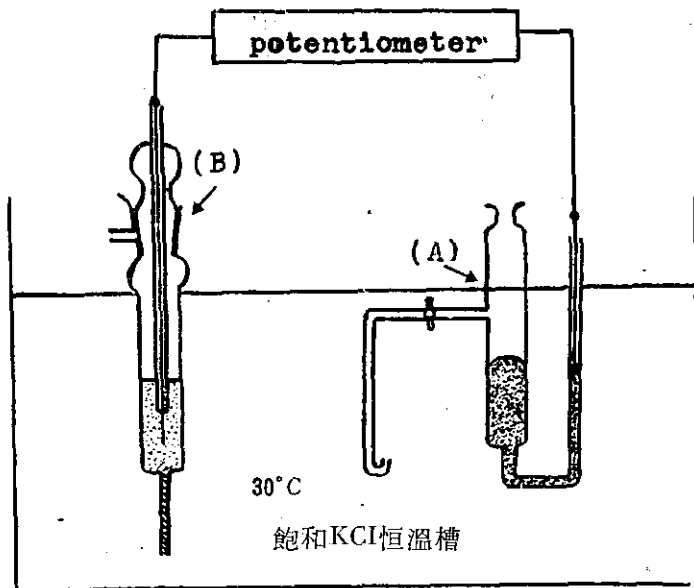


図 1. 酸化還元電位測定のための実験装置の概略図

図 1 において Half Cell (A) は飽和 KCl Calomel 電極で、Half Cell (B) は Thunberg-Borsook 管で植物搾汁約 5cc を入れる。先端の毛細管には Agar-KCl を詰めてある。充分排気してからコックをしめ、真空を保持する。両電極の脚は $30^{\circ}C$ の飽和塩化カリウム液恒温槽中に入れる。このようにして 1 ケの対照電池 (A) で数ケの Half Cell (B) の電位を K 型電位差計の端子つなぎかえによつて、平行的に約 10 時間にわたつて測定する。Working Cell との間の電位差は理論的に次の式によつて表わされる。

$$E_h = E_o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Ox]}{[Red]}$$

水素電極の代りに Calomel 電極を用いて測定した場合の電位差を E' とすると E' と E_h との間には次の式で表わされる関係が存在する。

$$E_{hmv} = E'_{mv} - 242 \text{ mv}$$

コムギ胚の搾汁の E' の値は時間的経過とともに図 2 に表わされているような変化を示す。

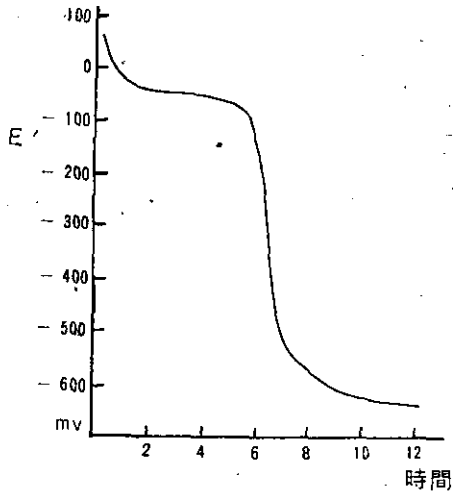


図 2. 発芽 5 日目春まきコムギ胚の酸化還元電位の時間の経過ともなる変化

図 2 の電位変化曲線において曲線の反曲点が $[Red] = [Ox]$ の状態における電位即ち E_o' に相当する。それ故に電位変化を 15 分毎に約 8 ~ 10 時間にわたって測定しその曲線の反曲点から E_o を求めた。

結 果

24°C 発芽における胚の生体重量の増加は図 3 に示されているように、春まきコムギは秋まきコムギに比較して発芽初期においてはより急速である。発芽 3 日間及び 5 日間に春まきコムギは種子の乾燥重量の 5.5%

及び 13.5% を秋まきコムギは 2.4% 及び 9.5% を呼吸による基質分解の結果として消失させる。

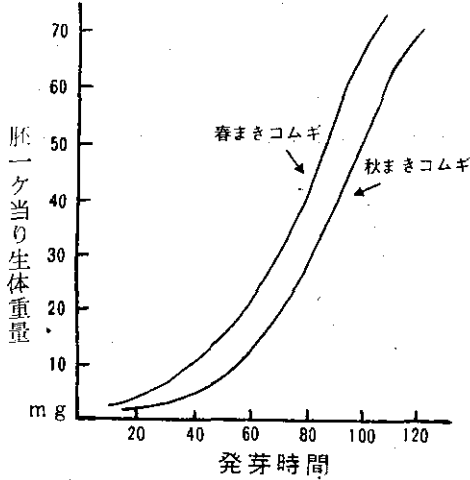


図 3. 発芽過程における胚の生体重量の変化

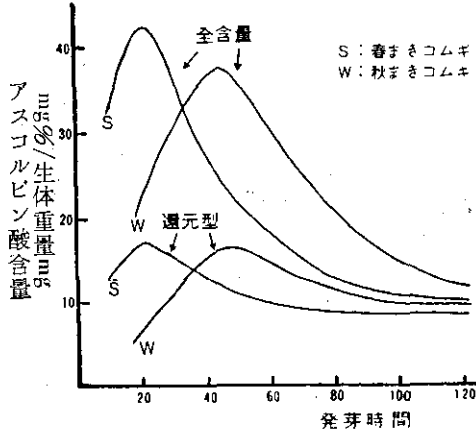


図 4. 発芽過程における胚のアスコルビン酸含量

図 4 は発芽過程における胚のアスコルビン酸含量の変動を示す。

図4において春まきコムギにみられる変動は秋まきコムギにみられる変動に比べて約24時間先行している。

図5は胚1ケ中における全アスコルビン酸含量を示している。30時間以後の胚においては胚の生体重量に対するアスコルビン酸含量は秋まきコムギの方が春まきよりも大であるが、しかし胚1ケ中におけるアスコルビン酸の含量は発芽過程において終始春まきコムギの方が大である。

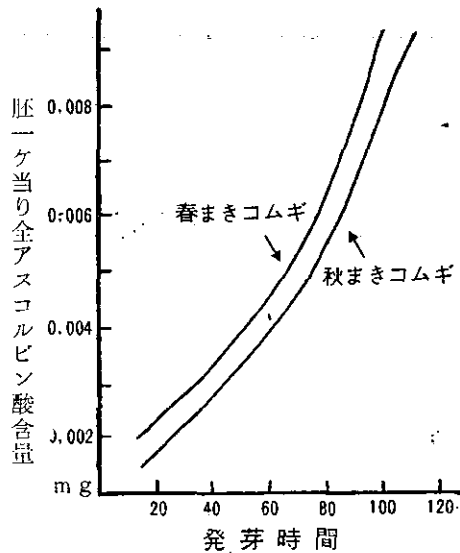


図5. 発芽過程における胚の全アスコルビン酸含量

還元型アスコルビン酸の全アスコルビン酸に対してしめる割合は発芽過程の進行につれ次第に増加してくる(図6)。此の割合は春まきコムギの方が秋まきコムギより高い値を示している。此の様な事実は発芽過程の進行が胚における還元力の増加の方向にむかっていることを物語るものである。

図 6. 発芽過程における還元型アスコルビン酸の全アスコルビン酸含量に対してしめる割合

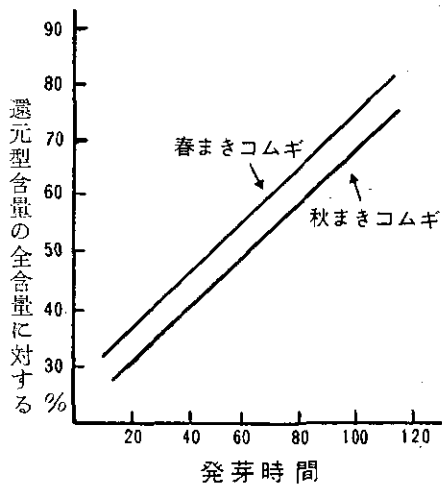
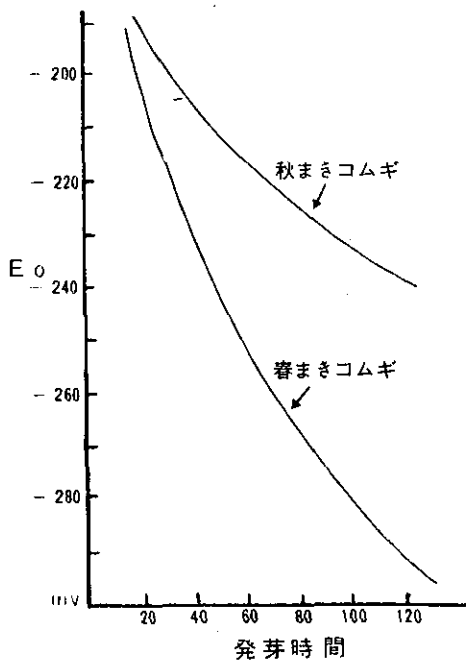


図 7. 発芽過程における胚の酸化還元電位



アスコルビン酸の生体内における生理的役割の一つとして酸化還元電位に対して支配的な影響を及ぼすことが考えられる。それ故に春まきコムギと秋まきコムギの間にみられるアスコルビン酸含量の相異が両者の酸化還元電位に相異を生ずる要因となるのではないかと考えられる。これらのことを明らかにするために発芽過程における酸化還元電位の変化を春まきコムギと秋まきコムギにおいて比較した。

図7に示された酸化還元電位の変化は図6に示された結果からの予想と一致する。即ち発芽過程の進行は酸化還元電位を低下させ更にこの関係は秋まきコムギより春まきコムギの場合において一層顕著である。これらの結果からアスコルビン酸が酸化還元電位に対して支配的な要因の一つとして作用することが推察される。

考 察

コムギ胚におけるアスコルビン酸の含量はすでにいくつかの論文に報告されている(4, 6, 8, 10)。そして高等植物の生長に対するアスコルビン酸の密接な関係についてもいくつかの報告がなされている(3, 11, 12, 13, 14)。発芽過程において胚乳から胚に移行する還元物質の内アスコルビン酸がその主要な部分をしめることは Virtanen 達によつて報告されている(1)。そしてアスコルビン酸は胚の還元力の支配的な要因として作用することによつて間接的に他の色々な代謝系に影響を及ぼすことが考えられる。例えば、Virtanen 及び Hansen はアスコルビン酸によつて胚の生長が促進されることを見出し、これがアスコルビン酸の硝酸還元における還元物質としての作用によることを報告している(1, 2)。同様な事実は我々の実験においても観察された。即ち発芽コムギ胚中には約 $1.5 \times 10^{-3} M$ の NO_3^- が存在するがアスコルビン酸の添加によつてその約30%が減少した。又10~25mg%のアスコルビン酸は胚乳から切除した胚の生長をいちぢるしく促進することがみられた。

角川(15)はそらまめの水浸種子と発芽4～5日の芽生の電位を電位時間測定法により測定し発芽につれて電位が低下することを認めた。同氏(19)は更に発芽2週間にわたるアスコルビン酸の定量を行つている。しかし電位測定法の技術的制約のためデータが不足で両者の関係を論ずるに至らなかつた。その後 Virtanen や Hausen はアスコルビン酸を与えた植物体の酸化還元電位を測定しアスコルビン酸が酸化還元電位を支配する要因の一つとして作用することを確認した(15)。アスコルビン酸と酸化還元電位との関係はイネにおいても見出されている(16,17)。現在の実験においては全アスコルビン酸含量対還元型アスコルビン酸含量の比が酸化還元電位と密接な関係があることが見出された。即ち還元型の占める割合の増加は酸化還元電位の低下と関連する。この相互関連は春まき型と秋まき型の品種間の比較においても又発芽過程の時間的变化の間にも見出された。

秋まきコムギ胚においてアスコルビン酸の最高の含量が発芽2日目においてみられる。そしてこの時期は発芽胚においてアスコルビン酸酸化酵素が呼吸の主要な部分を占め、高い活性を示す時期と一致している(9)。同様な関係は春まきコムギ胚においても見出された。即ちそれは発芽1日目である。此の様な現象は菅原(10)によつても指摘されているが、しかし菅原はアスコルビン酸とアスコルビン酸酸化酵素との直接的な関係は認め難いとしている。

結 論

春まきコムギと秋まきコムギの発芽胚の比較において次のような事柄が明らかにされた。

1. 24°Cでの春まきコムギの発芽は秋まきコムギのそれに比べて約24時間先行する。しかし両者の最大生長速度には相異はない。
2. アスコルビン酸含量は両者において同様の変動を示す。しかし春

まきコムギにみられる変化は秋まきコムギでの変化に比べて約24時間先行する。

3. 全アスコルビン酸含量に対して還元型アスコルビン酸含量のしめる割合は発芽過程の進行につれて増加する。この値は春まきコムギ胚の方が秋まきコムギの胚より常に高い値を示す。

4. 胚の酸化還元電位は発芽の進行にしたがつて低下する。この低下は春まきコムギにおいて一層顯著である。

5. 全アスコルビン酸含量に対して還元型アスコルビン酸のしめる割合が胚の酸化還元電位の変動と関連をもつことが考えられる。

以上の事実から春まきコムギの胚の方が秋まきコムギの胚より、より還元的であるといえる。(寺岡・本学専任講師、渡会・北大教養部助教授)

文 献

- (1) Virtanen, A. I. and Hausen, S.: Acta. Chemica. Scand. 5, 368, (1951)
- (2) Virtanen, A. I. and Hausen, S.: Nature 163, 482, (1949)
- (3) Hausen, S.: Ann. Acad. Sci. Fennicae A, 46, 3, (1936)
- (4) 花田: 日作紀 23, 3, (1955)
- (5) 山崎, 花田: 日作紀 24, 308 (1956)
- (6) 藤田: "ビタミンの化学的定量法" (誠文堂新光社) (1946)
- (7) 久保: "酸化還元電位" (共立社) (1951)
- (8) Virtanen, A. I. et. al.: Biochem. Z. 266, 199, (1933)
- (9) 宇佐美, 外: 生物科学 特集号 45 (1955)
- (10) Sugawara, T.: Japanese Jour. of Botany. 14, 125, (1953)
- (11) Havas, L.: Nature 136, 435, (1935)
- (12) Meldtmann, H. G.: Planta 30, 297, (1937)
- (13) Hausen, S.: Physiol. Plantarum 1, 85, (1948)
- (14) Hausen, S.: Nature 136, 516, (1935)
- (15) Virtanen, A. I. and Hausen, S.: Zeit. pflanz. Düng. Bodenk. 45, 11, (1955)
- (16) 馬場, 稲田: 日作紀 23, 3, (1955)
- (17) 馬場, 稲田: 日作紀 25, 2, (1956)
- (18) Kakukawa T.: Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. 4th Ser. Biol. 16, 305, (1941)
- (19) Kakukawa T.: Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. 4th Ser. Biol. 17, 309, (1943)