タイヌビエ種子の休眠覚醒作用に関する研究

第3報 phenol 類を中心とした酸化還元系関与物質の休眠覚醒効果*

清水 矩 宏・植 木 邦 和

(京都大学附属農場)

結 言

第1報¹⁰⁾において、タイヌビエ休眠種子の休眠覚醒に対して hydroquinone が有効性を示すことについて報告した。この hydroquinone は phenol の一種であり、一般に phenol 類が植物の生理反応に対して様々の活性を有することは、今までにも多く指摘されてきた^{1,3,5,6)}。とくに植物体内の酸化酵素である polyphenol oxidase などの基質として作用¹⁾したり、peroxidase などの酸化作用の阻害あるいは促進に関与すること⁶⁾が明らかにされている。

第2報⁹⁾において、タイヌビエ休眠種子の休眠覚醒に対して銅酵素阻害剤が有効性を示すことから銅酵素系が休眠の誘起・維持に関与していることを推定した。前述の hydroquinone も銅酵素である polyphenol oxidase の作用に様々の活性を有することが知られており^{1,6)}、第2報の結果と関連させてその作用機作を追究する必要がある。

そこで hydroquinone の作用機作を解明し、休眠-休眠覚醒機構をより明らかにしていくために、さらに他の hydroquinone と同様の作用を有するといわれている phenol 類を中心とした酸化還元系関与物質について、その休眠覚醒効果に関する作用スペクトラムを検討した。この場合第2報⁹⁾で述べた休眠の stage との関連も同時に追究した。

実験材料および方法

1) 供試種子：1970 年および 1971 年の 9 月（以下 1970. 9 seed というように略す）に採種後、室内風乾貯蔵をしたタイヌビエ (*Echinochloa Crusgalli* Beauv. var. *oryzicola* Ohwi) 種子を用いた。その休眠程度の変化については第2報⁹⁾の fig. 1 に示す通りであるが、必要に応じて適宜記述する。なお 1970. 9 種子の一部については翌年の 6 月 18 日より室内から 10°C 風乾貯蔵に移し休眠の維持をはかった。(1970. 9 cold seed と略称する)

2) 供試化合物：table 1 に示す各化合物

3) 実験方法：休眠覚醒過程の各時期の種子を、table 1 に示した各化合物の所定濃度液 3 ml の入ったワッセルマン試験管にて一定時間浸漬処理した後、水洗をし、9 cm ペトリシャーレの湿潤濾紙上に置床し 7 日間発芽試験を行なった。さらに一部の処理区での呼吸（酸素吸収）の測定は定法のワールブルグ検圧法により、上記の浸漬処理直後に行なった。実験はすべて 30°C で、各区 50 粒宛 3 回反復にて実施した。

実 験 結 果

1) hydroquinone の休眠覚醒効果とその休眠の stage による変動

第1報¹⁰⁾において hydroquinone の休眠覚醒効果が、完全休眠状態 (deep dormancy stage) の種子と不完全休眠状態 (shallow dormancy stage) の種子とでは異なつて発現することを報告した。また第2報⁹⁾において述べた如く、阻害剤の休眠覚醒効果は種子の内的な休眠代謝の程度によつて変動することが判明したため、hydroquinone の効果について採取翌年の 2 月から 10 月にわたる各時期別に検討した。結果は fig. 1 に示す通りである。fig. 1 によれば、deep stage では hydroquinone の休眠覚醒効果は若干認められるにすぎないが、shallow stage へ移行する 6 月初旬では、hydroquinone を処理した場合、対照区の 10 %に比して 66 %と高い発芽率が得られ休眠覚醒効果の顕著な増大が見られた。以降 10 月にいたる

Table 1. Substances employed.

Hydroquinone	Cysteine (-HCl)
Benzoquinone	Aniline
Pyrogallol	Tyrosine
Resorcinol	L-Ascorbic acid
Catechol	Glutathione
Guaiacol	o-Cresol
m-phenylenediamine	m-Cresol
p-phenylenediamine	p-Cresol

* 昭和 47 年 5 月 19 日 受理

一部は第 153 回講演会 (昭和 47 年 4 月) において第 4 報として発表

Fig. 1. Change of the dormancy-breaking effect of hydroquinone through the dormancy-breaking process.

まで徐々にその効果は増加し発芽率は 100 % 近くに達した。このパターンは第2報⁹⁾で述べた KCN などのそれと類似しており、hydroquinone の効果も種子の内的な休眠代謝の変化によつて異なることが明らかである。

2) phenol 類を中心とした数種化合物の休眠覚醒効果とその休眠の stage による変動

第2報⁹⁾ および前記 1) の hydroquinone の場合において外部添加化合物の休眠覚醒効果が、休眠の内的な stage によつて異なつたため、本実験で供試した酸化還元系関与物質の場合も各休眠の stage 別にその効果を検討した。

1970. 9 seed を用い採種翌年の 2 月 26 日, 7 月 3 日, 8 月 23 日および 10 月 10 日に検討した結果は, それぞれ table 2, 3, 4 および 5 に示す通りである。種子の休眠が deep stage にある 2 月 26 日段階においては hydroquinone の酸化物である ben-

Table 2. Effect of various compounds concerning with oxidation-reduction system on dormancy breaking of deep dormancy seeds (assay date: Feb. 26).

	Conc.		
	10 ⁻¹ M	10 ⁻² M	10 ⁻³ M
Benzoquinone	0	30.7	—
L-Ascorbic acid	0	0.7	—
Pyrogallol	0.7	1.3	—
Cysteine	2.7	2.0	—
Resorcinol	2.7	1.3	—
Glutathione	—	1.3	2.0
p-Phenylenediamine	—	2.0	2.7
m-Phenylenediamine	—	0.7	4.0
Control	3.3		

Notes: treatment condition=in 24hr., 30°C
Data indicate % germination.

Table 3. Effect of various compounds concerning with oxidation-reduction system on dormancy breaking of shallow dormancy seeds (assay date: Jul. 3).

	24hr.			48hr.		
	10 ⁻¹ M	10 ⁻² M	10 ⁻³ M	10 ⁻¹ M	10 ⁻² M	10 ⁻³ M
Pyrogallol	2.7	4.0	16.7	9.3	11.3	16.0
Resorcinol	20.0	17.3	22.7	37.3	31.3	25.3
L-Ascorbic acid	10.0	12.0	16.7	22.7	19.3	19.3
Glutathione	22.0	14.0	18.7	35.3	16.0	27.3
Cysteine	5.3	12.0	14.0	12.7	18.0	38.7
Control	12.7			36.0		

Notes: 24hr. and 48hr. = treated period
Data indicate % germination.

Table 4. Effect of various compounds concerning with oxidation-reduction system on dormancy breaking of shallower dormancy seeds (assay date: Aug. 23).

	24hr.		48hr.	
	a	b	a	b
Catechol*	32.7	38.0	42.0	37.3
Tyrosine**	50.7	60.7	58.0	64.7
Guaiacol***	89.3	73.3	88.0	81.3
Pyrogallol*	34.0	35.3	46.0	39.3
Resorcinol*	64.0	50.7	80.0	74.7
Hydroquinone*	92.0	68.7	88.0	82.7
L-Ascorbic acid*	60.0	52.7	81.3	65.3
Cysteine*	56.7	63.3	67.3	64.0
Aniline***	60.7	60.7	68.7	69.3
Control	32.7		48.7	

Notes: 24hr. and 48hr. = treated period

*: a=10⁻¹M, b=10⁻²M **: a=10⁻²M, b=10⁻³M

***: a=0.1%, b=0.01%

Data indicate % germination

zoquinone が 30.7 % とある程度の効果を示す以外は, table 2 で見られる如く, 他の pyrogallol, resorcinol など全く効果が認められなかった. 次に休眠が shallow stage に移行した 7 月 3 日段階においても, table 3 で示すように, pyrogallol, resorcinol, cysteine あるいは *L*-ascorbic acid および glutathione などは全く効果が見られなかった. しかしさらに休眠覚醒の進行した 8 月 23 日段階では table 4 に示す如く, hydroquinone および guaiacol が 24 時間あるいは 48 時間処理で顕著な効果を示した. また resorcinol および *L*-ascorbic acid もほ

Table 5. Effect of various compounds concerning with oxidation-reduction system on dormancy breaking of shallower dormancy seeds (assay date: Oct. 10).

	Concentration		
	a	b	c
Hydroquinone*	98.7	61.3	58.7
<i>L</i> -Ascorbic acid*	52.7	58.7	52.7
Pyrogallol*	28.0	42.0	40.0
<i>p</i> -phenylenediamine*	4.0	11.3	33.3
<i>m</i> -Phenylenediamine*	14.0	28.0	48.7
<i>m</i> -Cresol**	0	50.0	53.3
Aniline**	45.3	30.7	42.0
Control	46.9		

Notes: * = $a=10^{-1}M$, $b=10^{-2}M$, $c=10^{-3}M$

** = $a=1.0\%$, $b=0.1\%$, $c=0.01\%$

Data indicate % germination

Table 6. Effect of various compounds concerning with oxidation-reduction system on dormancy breaking of shallow and deep dormancy seeds.

	1970. 9 cold seed				1971. 9 seed	
	24 hr.		48 hr.		48 hr.	
	a	b	a	b	a	b
Resorcinol*	12.7	8.0	56.7	28.0	13.3	2.0
<i>L</i> -Ascorbic acid*	12.0	13.3	19.0	17.3	0.7	0.7
Guaiacol***	38.0	27.3	78.7	30.0	8.0	2.0
Catechol*	2.7	5.3	8.0	7.3	1.3	0
Tyrosine**	12.0	12.7	28.0	16.7	3.3	2.0
Pyrogallol**	4.0	6.0	13.3	15.3	4.0	0.7
<i>p</i> -Nitrophenol****	0	19.3	0	36.0	0	6.0
Control	20.0		26.7		2.0	

Notes: *: $a=10^{-1}M$, $b=10^{-2}M$ **: $a=10^{-2}M$, $b=10^{-3}M$

: $a=0.1\%$, $b=0.01\%$ *: $a=1/2 \times 10^{-1}M$, $b=1/2 \times 10^{-2}M$

Data indicate % germination.

ぼ同様の効果の発現が認められた. これに対して catechol および pyrogallol は本実験で用いた条件下においては, いずれも全く休眠覚醒効果を示さなかった. さらに tyrosine, cysteine および aniline などは 24 時間処理区において若干の効果があるように見られるが, 他の有効性を示す化合物と異なり処理時間を長くしてもその効果は増大も減少もせず, また濃度の効果も見られず, その効果には疑問がもたれる. このように休眠覚醒がより進行した stage において供試化合物の一部に休眠覚醒効果を示すものがあらわれたため, さらに 10 月 10 日にその一部の化合物について検定した. 結果は table 5 に示す如く, hydroquinone は $10^{-1}M$ において 98.7 % の発芽率を示し, 対照区が 46.9 % であることと比較して, 高い休眠覚醒効果を発現した. しかし pyrogallol, *L*-ascorbic acid, *m*-および *p*-phenylenediamine, aniline などは全く効果が認められなかった.

以上の如く, 休眠覚醒の相当進行した stage において一部の化合物に休眠覚醒効果が見られたため, 再度供試化合物の中で効果に典型的な差異を示したものをとりあげ, 休眠の stage をかえる意味で, deep stage の種子として 1971. 9 種子を, shallow stage のものとして 1970. 9 cold 種子を用い, 1971 年 12 月 3 日に検定した. 結果は table 6 に示す通りである. 1970. 9 cold 種子の休眠程度は, 対照区を比較すると明らかなように大体上記の 7 月 3 日と 8 月 23 日段階の間にある. table 6 によれば, deep stage では resorcinol, guaiacol に若干の効果が認められた

以外は, 供試化合物に休眠覚醒効果を示すものはなかった. しかし shallow stage にある 1970. 9 cold 種子に対しては, resorcinol および guaiacol の $10^{-1}M$, 48 時間処理において高い休眠覚醒効果が見られたが, table 4 において効果の認められた *L*-ascorbic acid はいずれの処理区においてもこの場合は効果がなかった. また catechol, tyrosine, pyrogallol および *p*-nitrophenol はいずれも対照区と差がないかむしろ発芽阻害を発現し, 休眠覚醒効果は認められな

つた。

以上の結果を 1) とともにまとめたものが table 7 である。table 7 より明らかな如く、hydroquinone は deep stage においても若干休眠覚醒効果を発現し、shallow stage では顕著な効果を示すこと、resorcinol および guaiacol も shallow stage の相当進行した場合に有効性を示すこと、しかし pyrogallol, catechol などはいずれの stage においても全く効果の発現が見られないことなどが明らかとなつ

た。

なお benzoquinone については第1報¹⁰⁾でも述べたごとく、shallow stage での効果は顕著に見られ、大体 hydroquinone と同様のパターンを示した。さらに *m*- および *p*-phenylenediamine については、とくに *p*-phenylenediamine に発芽阻害効果が高く、他の供試化合物との休眠覚醒に関する比較は困難であつた。

3) cresol の休眠覚醒効果とその休眠の stage による変動

monophenol の一種である cresol はその OH 基の位置によつて生理活性が異なることが明らかにされている^{1,6)}。そこで *o*-, *m*- および *p*-cresol を用い、上記の化合物と同じく各休眠の stage ごとにその休眠覚醒効果を検討した。結果のうち 0.1%, 24 時間処理の場合は fig. 2 に示す通りである。fig. 2 によれば deep stage にある 2 月 6 日段階では、三者ともに休眠覚醒効果はみられないが、shallow stage の 7 月 3 日あるいは 7 月 15 日

Table 7. Summary of the dormancy-breaking effect of various compounds through the dormancy-breaking process.

	Assay date				
	Feb. 26	Jul. 3	Aug. 23	Oct. 10	(Dec. 3)
<i>L</i> -Ascorbic acid	—	—	±	±	—
Pyrogallol	—	—	—	—	—
Cysteine	—	—	±	—	—
Resorcinol	—	—	+++	—	+++
Glutathione	—	—	—	—	—
<i>p</i> -Phenylenediamine	—	—	—	—	—
<i>m</i> -Phenylenediamine	—	—	—	—	—
Catechol	—	—	—	—	—
Tyrosine	—	—	—	—	—
Guaiacol	—	—	+++	—	+++
Hydroquinone	+	+++	+++	+++	—
Aniline	—	—	±	—	—

Notes : + = accelerates breaking of dormancy
— = has no effect on dormancy

Fig. 2 Change of the dormancy-breaking effect of *o*-, *m*- and *p*-cresol through the dormancy-breaking process.

Notes: □ = *o*-cresol, ▨ = *m*-cresol, ▤ = *p*-cresol, ■ = control

Fig. 3. Effect of resorcinol, guaiacol, catechol and pyrogallol on dormancy breaking and O₂ uptake of shallow dormancy seed.

Notes: □ = % germination, ■ = % inhibition of O₂ uptake

Table 8. Summary of the effects of phenolic compounds and amines on oxidases.

	Oxidase			
	Tyro.	Lacc.	Pero.	IAAoxi.
<i>o</i> -Cresol	×		○	
<i>m</i> -Cresol	○		○(+)	(+)
<i>p</i> -Cresol	○	○	○(+)	(+)
Catechol	○	○	○(-)	(-)
Tyrosine	○	×	○	
Pyrogallol	○		○(-)	(-)
<i>m</i> -Phenylenediamine			○(+)	(+)
<i>p</i> -Phenylenediamine	×	○	(-)	(-)
Resorcinol	×	○	○(+)	(+)
Hydroquinone	×	○	○(-)	(-)
<i>L</i> -Ascorbic acid	×		○(-)	
Guaiacol	×	○	○(+)	(+)

Notes: Tyro. = tyrosinase, Lacc. = laccase

Pero. = peroxidase, IAAoxi. = IAA oxidase

*○ = substrate

× = non-substrate

*(+) = promotes the rate of oxidation

°(-) = inhibits the rate of oxidation

の段階では *o*-cresol が対照区の 12.7 % に対して 44.7 % あるいは 48.0 % と高い休眠覚醒効果の発現を示した。しかし *m*- および *p*-cresol はいずれの stage でも休眠覚醒効果を発現しなかった。ただ各 cresol の効果が今までに報告した化合物と同じく濃度および処理時間によつて変化することも考えられるため、処理濃度を 1.0 % あるいは 0.01 % にかえ、さらに処理時間を 48 時間にして検討してみた。結果は *o*-cresol の効果が 0.1 %, 48 時間処理によつて 80 % と増大するのみで、*m*- および *p*-cresol はいずれの場合も休眠覚醒効果は認められなかった。さらに休眠覚醒の完全に進行した 9 月 22 日段階では、三者とも発芽には何ら影響を与えなかった。

4) 酸化還元系関与物質の休眠覚醒効果と酸素吸収阻害との関係

タイヌビエ種子の休眠覚醒誘起には、酸素のしや断あるいは低酸素分圧が有効性を示すこと²⁾より、化合物による休眠覚醒効果の発現機作も酸素との関係において把握しようとすることは一応首肯しうる。

そこで先に記した table 6 における 1970. 9 cold seed の場合の休眠覚醒効果と酸素吸収の阻害との関係を追究した。結果は fig. 3 に示す通りである。fig. 3 より、まずともに高い休眠覚醒効果を示した resorcinol と guaiacol を比較すると、resorcinol は 62.9 % の酸素吸収の阻害をするのに対して、

guaiacol は 12.9 % の低い阻害を示したにすぎなかった。逆に 57.6 % と resorcinol と同程度の酸素吸収阻害をする catechol を見た場合、その休眠覚醒効果は全く認められず、8.0 % の発芽率を示したにすぎなかった。さらには 41.9 % と guaiacol よりも高い酸素吸収阻害を示した pyrogallol が休眠覚醒効果を全く発現しなかったこともあわせ考えると、これら化合物の休眠覚醒効果とその酸素吸収阻害との間には何ら相関関係が認められないことが明らかである。

考 察

以上に示した本実験の結果

より明らかな如く、phenol 類を中心とした酸化還元系関与物質の中に、休眠の stage、処理濃度および時間に依存するが、タイヌビエ種子の休眠覚醒に有効な活性を示すものが存在したことは、その休眠-休眠覚醒機構を解明する上で大きな意義があると考えられる。そこでこれら化合物の休眠覚醒に対する有効性あるいは無効性と従来報告されている酸化酵素に対する作用性との関連性を検討した。

まず供試した phenol 類を中心とした各化合物の種々の酸化酵素に対する作用性は table 8 にまとめた通りである。table 8 においては、第 2 報⁹⁾の結果で銅酵素の関与が推定されたため、tyrosinase および laccase といった polyphenol oxidase と、イネなどにおいて休眠維持に関与していると推定されている¹¹⁾ peroxidase あるいは IAA oxidase をとりあげ、本実験で供試した各化合物がそれら酵素の基質 (IAA oxidase を除く) として作用するか否か、さらには後二者の有する酸化作用に対する促進あるいは阻害といった面から整理した。

最初に peroxidase との関連性をみると、peroxidase は H₂O₂ の存在下で phenol 化合物などの donor を酸化することはよく知られている⁵⁾が、table 8 から明らかな如く、peroxidase の donor には特異性がなく本実験で用いた化合物も殆んど donor としての機能を有している。したがつてこの peroxidase

の aonor といった面と、これら化合物の休眠覚醒効果との間には関連性がなく、peroxidase の過酸化作用と休眠覚醒作用とは関係がないものと考えられる。

次に、peroxidase には H_2O_2 の共存なしで O_2 により donor のうちいくつかのものを酸化する能力がある⁶⁾。すなわち、ある種の基質に対しては酸化作用を有する。この基質の中に IAA が含まれていることは植物の生長生理と関連して注目されており、かつ休眠の維持といった面からも興味深いことである。この酸化作用には phenol 類などの共存が必要であり、table 8 に示す如く促進するものと阻害的に作用するものとにわかれている。この phenol 類の影響は peroxidase であるともいわれている IAA oxidase の酸化作用にも同様の効果としてみられる。そこで供試化合物の、この酸化作用に対する生理活性とタイヌビエの休眠覚醒に対する効果の関係をみると、table 7 と table 8 を比較すると明らかな如く、休眠覚醒効果を有する hydroquinone と resorcinol および guaiacol をみた場合、hydroquinone は酸化作用に阻害的に働くのに対して後二者は促進的に作用し、さらに休眠覚醒効果を有しない catechol, pyrogallol なども hydroquinone と同じく阻害的に作用することがいえる。したがってタイヌビエ種子の休眠—休眠覚醒の機構に、peroxidase あるいは IAA oxidase の酸化作用は少なくとも第一義的には関与していないものと考えられる。

第三に polyphenol oxidase の一種である laccase との関係をみると、休眠覚醒効果を有する resorcinol, hydroquinone および guaiacol はともに laccase の基質となりうるが、覚醒効果を有しない catechol も同じく基質となり得、laccase の基質としての面からもこれら供試化合物の休眠覚醒効果は説明し得えないことが明らかである。

最後に典型的な polyphenol oxidase である tyrosinase との関係を検討した。まず休眠覚醒効果を発現した resorcinol, hydroquinone, guaiacol さらには一時期効果のみられた *L*-ascorbic acid などはずべて tyrosinase の基質となり得ないものであることが判明した。これに対して休眠覚醒効果を有しない catechol, pyrogallol などは、その基質として働くことがいわれている。この関係は cresol の異性体の間における休眠覚醒効果の差異ともよく適合する。すなわち、休眠覚醒効果を有する *o*-cresol は tyrosinase の基質とはなり得ず、その効果を有しない *m*- および *p*-cresol はその基質として働くこと

が明らかにされている。したがってタイヌビエ休眠種子の休眠覚醒に対して、tyrosinase の基質となり得ないものが有効な活性を示すことは明らかである。

従来、これら基質となり得ない hydroquinone, resorcinol などは、特異性には疑問があるが、tyrosinase の阻害を行なうと報告されている⁷⁾。第2報の銅酵素阻害剤の休眠覚醒効果とも考えあわせると、これら基質となり得ないものの休眠覚醒効果の発現は、tyrosinase の阻害に起因しているものと推定される。benzoquinone の効果も tyrosinase による酸化生成物であることより、これに準拠するものと考えられる。したがってタイヌビエ種子の休眠機構においては、polyphenol oxidase の一種である tyrosinase が重要な役割を演じていることは十分に予測しうるものと考えられる。さらに hydroquinone を除いては shallow stage の相当進行した時期においてのみ有効性を示したことは、これら供試化合物が第2報⁹⁾で検討した阻害剤と比較して tyrosinase に対する阻害活性が弱いことによるものと考えられる。この点については第2報⁹⁾で述べた休眠代謝の変化とも関連して今後の検討を要するものである。

さらに Briggs and Ray⁸⁾ および田川⁹⁾らは tyrosinase が pyrogallol, catechol などの存在下で IAA を不活性化する機構を報告しているが、このことは、本実験の結果、pyrogallol, catechol などの tyrosinase の基質として作用するものが休眠覚醒を誘起しなかつたこととあわせ考え、今後のタイヌビエにおける tyrosinase の休眠維持機構ではたす役割を追究する上で興味深い事実である。

最後にタイヌビエ種子の休眠覚醒と呼吸(酸素吸収)の関係について考察する。荒井・宮原の報告²⁾にも見られる如くタイヌビエ種子の休眠覚醒に対して、 O_2 のしや断あるいは低酸素分圧が有効に作用することは明らかである。そこでタイヌビエの休眠覚醒と呼吸の関係がとり上げられ、井上⁴⁾らは calcium cyanamide の効果を検討した結果、処理種子の呼吸と休眠覚醒の間にきわめて高い負の相関があることを指摘している。しかし、第2報⁹⁾で述べた如く、休眠覚醒効果を有する銅酵素阻害剤が 30 %程度の酸素吸収阻害しか示さないこと、また第1報¹⁰⁾において明らかにした如く、阻害剤の酸素吸収阻害は休眠覚醒とは逆に発芽阻害を誘起したことなどから休眠覚醒と呼吸阻害の関係には疑問があつた。

本実験において認められた如く、酸化還元系関与物質の休眠覚醒効果と酸素吸収の阻害が一定の傾向を示

さなかつたことは、休眠覚醒誘起物質の効果発現の機構が、呼吸阻害のメカニズムを介在させていないことを示すものである。したがって井上らの報告⁹⁾にみられる相関は偶然にもとづく結果であると推察される。

また低酸素分圧の効果は、第2報⁹⁾と本実験の結果より明らかとなつた tyrosinase の作用に必要な酸素の制限に起因するものと考えられる。

摘 要

本実験はタイヌビエ種子の休眠覚醒作用を解明する目的の一環として行なつたものである。主として phenol 類を中心とした酸化還元系関与物質の休眠覚醒効果について、種子の休眠の stage と関連して検討した。

1) hydroquinone は deep dormancy stage で若干の効果がみられ、さらに shallow dormancy stage に進行するとより顕著になり、休眠覚醒の進行につれてその効果は増大した。また hydroquinone の酸化物である benzoquinone も同様の効果の発現パターンを示した。

2) shallow stage のより休眠覚醒の進行した stage において、hydroquinone とともに guaiacol, resorcinol および L-ascorbic acid に高い覚醒効果が認められた。しかし pyrogallol, catechol などはいずれの stage においても効果を発現しなかつた。

3) cresol について検討した結果、shallow stage において、*o*-cresol が顕著な休眠覚醒効果を示した。しかし、*m*- および *p*-cresol はいずれの stage においても効果はみられなかつた。

4) 本実験で供試した guaiacol, resorcinol, catechol および pyrogallol における休眠覚醒効果と酸素吸収阻害程度の間には何ら一定の相関関係は認められなかつた。

以上に記述した供試化合物の休眠覚醒効果発現の有無と、それらの体内酸化酵素に対する作用性から判断して、休眠覚醒に有効な化合物はすべて polyphenol oxidase の一種である tyrosinase の基質となり得ないものでかつその阻害をする可能性のものであること

が判明した。したがって第2報の結果とあわせ考えるとタイヌビエ種子の休眠機構に tyrosinase がその維持のためのキーポイントとして作用しているものと推定される。

引 用 文 献

1. 赤堀四郎編 1951. 酵素研究法 2: 356—373. 朝倉書店.
2. 荒井正雄・宮原益次 1962. 水田雑草タイヌビエの生理生態学的研究. 第2報 種子の一次休眠について (2) 土壌中における一次休眠の覚醒. 日作紀 31: 73—77.
3. BRIGGS, W. R. and P. M. RAY 1956. An auxin inactivation system involving tyrosinase. Plant Physiol. 31: 165—167.
4. 井上克弘・東 俊雄・山崎欣多 1971. 休眠覚醒利用によるノビエ防除に関する研究 (第2報). 呼吸阻害による休眠覚醒現象の誘発について. 土肥誌 42: 157—162.
5. 松中昭一 1961. 作物の Peroxidase をめぐる諸問題 (1). 農業技術 16: 331—333.
6. ——— 1961. 作物の Peroxidase をめぐる諸問題 (2). 農業技術 16: 382—386.
7. ROBERTS, E. H. 1964. A survey of the effects of chemical treatments on dormancy in rice seed. Physiol. Plant. 17: 30—43.
8. 田川 隆 1968. 馬鈴薯塊茎の休眠機構について. 植物の化学調節 3: 111—118.
9. 清水矩宏・植木邦和. (1972) タイヌビエ種子の休眠覚醒作用に関する研究. 第2報 数種阻害剤による休眠覚醒効果とその変動. 日作紀 41: 480—487.
10. 植木邦和・清水矩宏 1969. タイヌビエ種子の休眠覚醒作用に関する研究. 第1報 数種化合物の休眠覚醒効果. 日作紀 38: 261—272.
11. 安江多輔 1970. 稲種子の休眠とモミガラ Peroxidase および Catalase 活性. 日作紀 39 (別号2): 53—54.

Studies on the Breaking of Dormancy in Barnyardgrass Seed

III. Change of the dormancy-breaking effect of various compounds concerning with oxidation-reduction system by dormancy stage

Norihiko SHIMIZU and Kunikazu UEKI

*(Experimental Farm, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto)***Summary**

This paper forms the third part of a series of investigations on the control of the breaking of dormancy in barnyardgrass (*Echinochloa Crusgalli* var. *oryzicola* Ohwi) seed.

This investigation evaluated the dormancy-breaking effect of various compounds concerning with endogenous oxidation-reduction system and the change of its effect through the dormancy-breaking process.

1) In deep dormancy stage, hydroquinone and benzoquinone showed a stimulative effect on the breaking of dormancy in considerable degree. Moreover, as the dormancy became shallow, the effect of these compounds was higher than in deep stage.

2) In shallower dormancy stage, guaiacol, resorcinol and *L*-ascorbic acid had effect as remarkable as hydroquinone. However, no effect was shown by pyrogallol and catechol in any dormancy stage.

3) In shallow stage, *o*-cresol showed a marked effect on the breaking of dormancy, but *m*- and *p*-cresol had no effect.

4) There is no relationship between the dormancy-breaking effect and the inhibition of oxygen uptake, comparing with guaiacol, resorcinol, catechol and pyrogallol treatments.

The results obtained suggest that the inhibition of tyrosinase (polyphenol oxidase) is the critical factor in the dormancy-breaking action of hydroquinone, resorcinol, guaiacol and *L*-ascorbic acid, which are known not to be substrates of tyrosinase and to be inhibitors of the enzyme.