

休眠タイヌビエ種子の生長阻害物質

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者名	井上,克広 猿渡,雄一郎 山崎,欣多
発行元	日本土壌肥料学会
巻/号	46巻2号
掲載ページ	p. 59-65
発行年月	1975年2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



休眠タイヌビエ種子の生長阻害物質*

井上克弘**・猿渡雄一郎***・山崎欣多***

一般にオーキシシン、ジベレリン、サイトカイニン、エチレンおよびアブサイシン酸 (ABA) の5種類の植物ホルモンがそれぞれ単独に、あるいは相互に作用しあって植物の生長、分化の調節を行なっている。このうちオーキシシン、ジベレリン、サイトカイニンは発生、生長、分化を促進する方向に働き、エチレンと ABA は休眠や組織の老化を調節する役割を果たしている。

HEMBERG⁹⁾の基礎的研究以来、BENNET-CLARK ら²⁾によって、えんどう、ジャガイモなどの植物抽出液中に inhibitor β が、また EAGLES ら⁷⁾により、しらかばの葉や頂芽の抽出液中に休眠誘起物質 dormin が発見された。また、HEMBERG によって、植物体の發育変化は組織液中の inhibitor β 活性の変化に反比例し、木の芽が休眠を始めると inhibitor β 活性が高くなる傾向が認められた¹⁰⁾。その後、inhibitor β は数種の物質を含む複合体であり、このフラクシヨンの重要な成分の一つが ABA であることが明らかとなった^{5, 22)}。今日、ABA は休眠器官中に広くその存在が認められ、核酸代謝など種々の代謝系と密接な関係があるとされている^{22, 28)}。

著者らはこれまで休眠覚醒利用による雑草防除法の確立を目的とし、石灰窒素によるタイヌビエ種子の休眠覚醒作用について研究を進めてきた¹²⁻¹⁶⁾。ここで、休眠覚醒の作用機構を解明するには種子の休眠の原因が明らかにされる必要がある。休眠の原因には種々あるが、とりわけ、発芽阻害物質が重要な因子である。

以上のような観点から、休眠タイヌビエ種子の生長阻害物質の分離、同定を試み、二・三の知見を得たので、その結果について報告する。

実験材料および方法

(1) 供試種子 1971年9月山口大学農学部附属農場の圃場で栽培したタイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola* OHWI) から採取し、風選により選別した完熟種子を使用した。

* 本報告の一部は昭和 47 年春季大会において発表した

** 山口大学農学部 (現在、岩手大学農学部・盛岡市上田3丁目 18-8)

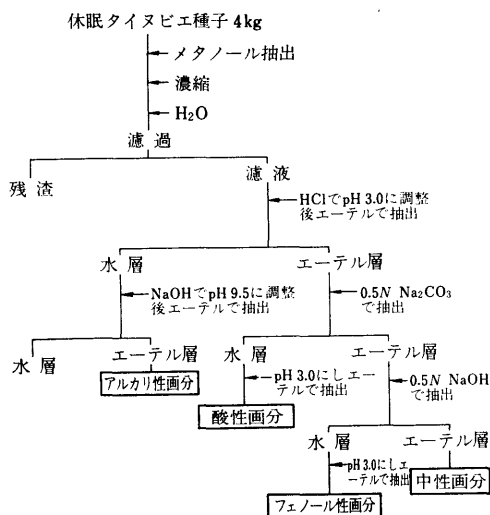
*** 山口大学農学部 (山口市吉田)

昭和 49 年 4 月 26 日受理

日本土壤肥料学雑誌 第 46 卷 第 2 号 p. 59~65 (1975)

(2) *cis*-ABA, *trans*-ABA 合成品の RS-*cis*-ABA, RS-*trans*-ABA を使用した。

(3) 生長阻害物質の抽出・分画 VIBITEZ ら³¹⁾の方法に準じて第1図に示す通り抽出・分画を行ない、4 kg の種子より暗褐色の酸性画分を 16.16 g, 暗褐色フェノール性画分 1.75 g, 緑褐色油状の中性画分 26.55 g および黄褐色のアルカリ性画分 0.36 g を得た。分画終了後、エーテルを除去し、無水硫酸ナトリウムを入れた褐色デシケーター中に減圧下約 15°C で保存した。



第1図 休眠タイヌビエ種子メタノール抽出物の分画操作法

(4) ペーパークロマトグラフィー (PC) 各画分のエタノール溶液を東洋汙紙 No. 51 (5×40cm) にスポットし、イソプロピルアルコール-アンモニア水-水 (100:14:6) [IAW と略記] の展開溶媒を用いて一次元上昇法により展開した。

(5) 薄層クロマトグラフィー (TLC) シリカゲル HF₂₅₄ (Merck) の 0.25 mm 薄層プレートを使用した。なお、展開溶媒として上記 IAW のほか、(a) クロロホルム-酢酸 (95:5), (b) *n*-ブタノール-アンモニア (99:1), (c) ベンゼン-酢酸エチル-水 (5:4:1, 上層) を使用し上昇法で展開した。5% 硫酸をプレートに噴霧し、110~120°C で約 5 分間活性化したのち、紫外線 (3650 Å) 照射下で蛍光を観察した。

また、酸性画分については、フェノール検出のためベジジン試験、Diazotized *p*-nitro-aniline (DPNA) 試験、三塩化アンチモン試験を、また、ステロイド、テルペン検出のためのアニスアルデヒド試験を行なった^{11, 25)}。

(6) 生物検定試験 水稻第二葉鞘伸長試験により、生物検定を行なった。水稻(コシヒカリ)種子を 0.1% ウスブルン液で殺菌後、水洗し、水道水中 (30°C) でおよそ 3 日間暗所にて発芽させ、子葉鞘 2~3 mm のものを生物検定に使用した。

IAW 系で PC を行なったのち、展開した濾紙を Rf 値 0.0~1.0 まで 10 等分し、各々の濾紙片からエーテルで溶出し、エーテル除去後、培養液 5 ml を加え検液とした。なお培養液の組成¹⁷⁾は、Ca(NO₃)₂·4 H₂O 1.52 g, KCl 0.25g, MgSO₄·7H₂O 0.25 g, KH₂PO₄ 0.05g, H₂O 1 l である。

内容積 30 ml のガラス容器に水稻の子葉鞘 2~3 mm の均一な発芽種子を 10 個体ずつ入れ、散乱光下 28~30°C で 6 日間培養した。阻害活性は次式によって求めた³¹⁾。

$$\text{阻害活性(\%)} = \frac{L_c - L_s}{L_c} \times 100$$

L_c : 対照の第二葉鞘の平均の長さ

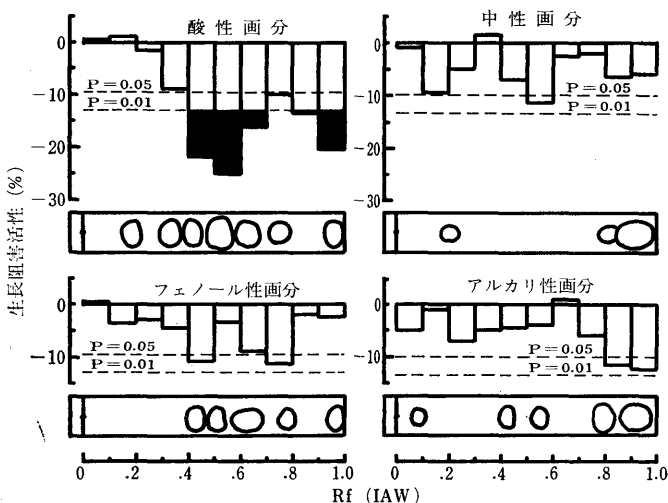
L_s : 試料の第二葉鞘の平均の長さ

なお、生物検定試験は 4 連で行ない。スチューデントの *t* 分布による統計処理を行なった。

(7) 紫外外部吸収スペクトル 試料を無水エタノールに適宜希釈し、日立 124 分光光度計で測定した。

実験結果

1. 水稻第二葉鞘伸長試験



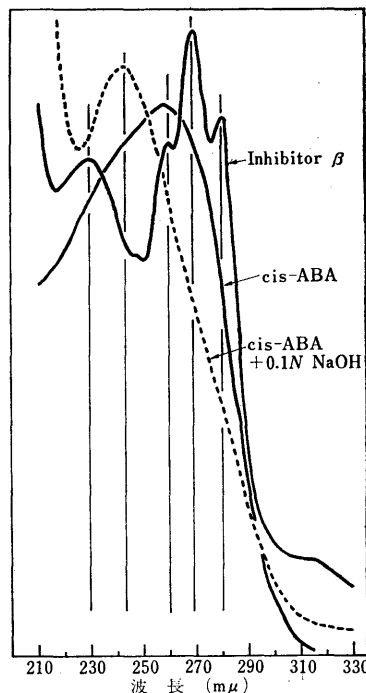
第 2 図 各画分の生物検定によるヒストグラム

第 2 図に示す水稻第二葉鞘伸長試験のヒストグラムから明らかなように、酸性画分が強い生長阻害活性を示した。特に、酸性画分の Rf 値 0.4~0.7 および 0.8~1.0 は、1% 水準において有意な生長阻害作用が認められた。このほか、フェノール性画分の Rf 値 0.4~0.5, 0.7~0.8, 中性画分の Rf 値 0.5~0.6 およびアルカリ性画分の Rf 値 0.8~1.0 にもやや生長阻害活性が認められた。

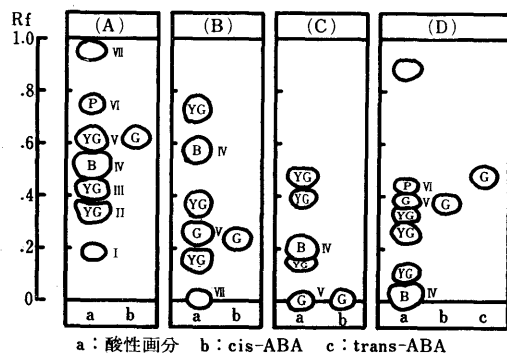
そこで、以下の実験においては強い阻害活性を示した酸性画分について追究することにした。水稻第二葉鞘伸長試験で特に強い生長阻害活性を示した酸性画分の Rf 値 0.4~0.7 は、古くから inhibitor β として知られている部分に相当する。この酸性画分の Rf 値の 0.4~1.0 部分を無水エタノールで抽出し、その紫外外部吸収スペクトルを測定した(第 3 図)。得られたスペクトルは $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ が 258m μ の *cis*-ABA のそれと異なっている。しかし、inhibitor β に特徴的な吸収スペクトルを示し、229, 260, 269 および 280m μ に吸収極大が認められる。このような吸収スペクトルを示すのは、この inhibitor β 部分が数種化合物を含む複合体であるためであろう。

2. TLC

種々展開剤を用いて酸性画分, *cis*-ABA および *trans*-ABA について TLC を行ない、第 4 図に示す結果を得



第 3 図 Inhibitor β および ABA の紫外外部吸収スペクトル



展開溶媒：(A) IAW, (B) n-ブタノール-アンモニア (99:1), (C) ベンゼン-酢酸エチル-水 (5:4:1, 上層), (D) クロロホルム-酢酸 (95:5)

蛍光：P 青紫, YG 黄緑, G 緑, B 青

第4図 酸性画分および ABA の各種展開溶媒系における薄層クロマトグラム

た。

IAW 溶媒系において、蛍光は II (Rf 0.34 黄緑), III (Rf 0.43 黄緑), IV (Rf 0.53 青) および V (Rf 0.61 黄緑) で強く、このほか、VI (Rf 0.76 青紫) も弱い蛍光を示した。このうち、生長阻害活性の特に強い成分は III, IV, V および VII であった (第2図)。cis-ABA の Rf 値は IAW 系では 0.62 で、V の Rf 値とほぼ同じ位置にあり、その蛍光は 5%硫酸噴霧、紫外線照射下で鮮やかな緑色を呈する。展開溶媒を変えても cis-ABA と同じ Rf 値に薄い緑色の蛍光が観察され、ABA の存在を示唆する。

各溶媒系での蛍光および ABA の Rf 値を比較対照すると、IAW 系における V の成分は黄緑色蛍光を呈する部分と緑色蛍光を示す cis-ABA の両者から成ると考えられる。このうち、ABA の存在は 1970 年および 1971 年著者らとともに行なった試験研究で、山下³³⁾がガスクロマトグラフィーにより同定し、その含量は水稻第二葉鞘の伸長阻害活性より、休眠タイヌビエ種子 1 kg 中 140 μg 以下であること、また完熟種子よりも未熟種子で多いことを認めている。

また V の他の成分は後述の通り、紫外外部吸収スペクトル (第5図) から明らかのように ABA とは異なった成分である。したがって、IAW 系において Rf 値 0.4~0.7 の inhibitor β の部分に少なくとも 4 種の、また Rf 値 0.9~1.0 に 1 種の生長阻害物質の存在が推定される。

次に酸性画分および cis-ABA について、DPNA, ベンジジン, 三塩化アンチモンおよびアニスアルデヒド試験を行ない、第1表に示す結果を得た。これらの結果は、

第1表 酸性画分の蛍光および呈色反応

スポット No.	Rf*	蛍光	DPNA 試験	三塩化アンチモン試験	ベンジジン試験	アニスアルデヒド試験
II	0.34	黄緑	褐	黄	褐	黄
III	0.43	黄緑	橙	黄	褐	黄
IV	0.53	青	橙	黄 褐	赤橙	黄
V	0.61	黄緑	橙	褐	橙	橙
VI	0.76	青紫	橙	褐	黄	—
VII	0.95	白桃	—	—	—	—
cis-ABA	0.62	緑	黄	/	橙	黄

* TLC, 展開溶媒は IAW である

inhibitor β 中に数種のフェノール性酸もしくはテルペン類が存在することを示している。

このほか、inhibitor β 部位以外の Rf 値 0.19, 0.34 にもフェノール性酸が存在し、Rf 値 0.19 の物質はその紫外外部吸収スペクトルがエタノール溶媒中で 254 mμ の吸収極大を示し、0.1 N NaOH 1 滴の添加により 275 mμ に移動することから、*p*-ヒドロキシ安息香酸であると推定した。

また、酸性画分、フェノール性画分の Rf 値 0.7~0.8 はいずれも 5%水準で有意な生長阻害活性を示した (第2図)。VI の物質はその Rf 値および DPNA 試験, 三塩化アンチモン試験, ベンジジン試験で黄~褐色を呈し、青紫色の蛍光を示すことからサリチル酸であろう (第1, 2表)。さらに、VII (Rf 0.95) の物質も強い生長阻害活性を示すが、この物質はベンジジンなど各種呈色試験に対し陰性であり、IAW 系でクマリンがこの位置に相当することからこの物質をクマリンと推定した (第1, 2表)。

3. Inhibitor β の分画と紫外外部吸収スペクトル
特に強い生長阻害活性を示した酸性画分の inhibitor β は数種の化合物よりなる複合体であるので、sephadex LH 20 によりゲル濾過 (カラム: 1.5×195 cm, 溶媒: 無水エタノール) を行ない、分子量の推定を行なった。ゲル濾過による III, IV, V の溶出位置 (約 340 ml) は、inhibitor β の構成成分の一つといわれている分子量 164 の *p*-クマリン酸の溶出位置 (約 335 ml) にほぼ一致した。したがって、III, IV, V の分子量はおおよそ 165 前後であると推定される。

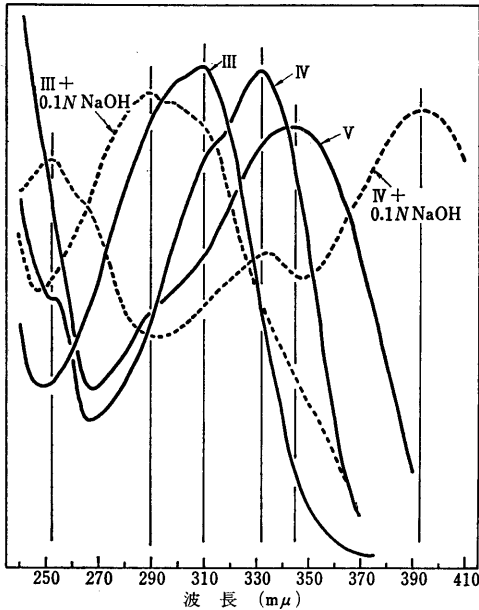
次に、これら溶出位置の成分を集め、さらに PC, TLC によって精製した。分画精製した III, IV および数種フェノール性化合物について IAW で TLC を行ない、第2表に示す結果を得た。IIIは、*o*-クマリン酸 (M.W. 164) あるいはワニリン酸 (M.W. 168) と、IVは *m*-クマリン酸 (M.W. 164) とほぼ同じ Rf 値を示したが、蛍光が多少異なった。これら成分をエタノールで抽出し、その紫外外部吸収スペクトルを測定した。第5図によれば、黄

第 2 表 III, IV クマリンおよびフェノール酸の Rf と蛍光

化合物	Rf**	蛍光	酸性画分	Rf**	蛍光
ワニリン酸	0.37	青	III*	0.40	青緑
o-クマリン酸	0.41	青			
p-クマリン酸	0.50	紫			
ケイ皮酸	0.55	紫	IV*	0.60	青
m-クマリン酸	0.59	青			
サリチル酸	0.74	青紫			
クマリン	0.96	白桃			

* Inhibitor β 部分を分画精製したもの

** TLC, 展開溶媒は IAW である

第 5 図 生長阻害物質 (Inhibitor β 成分) の紫外外部吸収スペクトル

緑色蛍光物質 (III) の $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$ は 310 m μ であり, また, 青色蛍光物質 (IV) のそれは 332 m μ で *p*-, *o*-クマリン酸にそれぞれ類似した。しかし, アルカリ添加後の紫外外部吸収スペクトルに多少の違いがみられた。すなわち, *p*-, *o*-クマリン酸は 0.1 N NaOH 溶液を 1 滴加えるとそれぞれ 336, 363 m μ に移動するのに対し, 黄緑色蛍光物質は 290 m μ に移動し, また青色蛍光物質は 393 m μ に移動して黄色を呈した。さらに, V には $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$ が 345 m μ で, アルカリ添加により 425 m μ に移動する成分が含まれる。

4. カルシウムシアナミド処理種子の覚醒発芽におよぼす *o*-, *p*-クマリン酸および *cis*-ABA の影響

前述の実験結果から, ABA, クマリンおよびクマリン酸誘導体などの生長阻害物質がタイヌビエ種子の休眠と

関係あるように思われる。しかし, 緑色, 青色蛍光物質が何であるか同定できなかった。そこで, 本実験ではこれまでの研究により inhibitor β 中に同定されている *o*-, *p*-クマリン酸および ABA を使用した。

0.1 M カルシウムシアナミド溶液中に 30°C で 3 日間浸漬処理し, 休眠を覚醒させたタイヌビエ種子を十分水洗したのち, 上記薬剤の 1~100 ppm 存在下で発芽試験を行ない, これら薬剤の覚醒発芽におよぼす影響を検討した (第 3 表)。この結果, *p*-クマリン酸はタイヌビエ種子の覚醒発芽に対して全く影響をおよぼさなかった。また, *o*-クマリン酸の抑制効果も小さく, 最高 19% の発芽阻害率を示すとどまった。これに対し, ABA の効果は大である。すなわち, ABA の 1~5 ppm 存在下では 62~65% の覚醒発芽 (阻害率 17~21%) を示し, 10~20 ppm 濃度においてもなお 33~38% 発芽した (阻害率 51~58%)。しかし, 50 ppm 以上では覚醒発芽率は著しく低下した。

第 3 表 カルシウムシアナミド処理種子の覚醒発芽におよぼす *o*-, *p*-クマリン酸および *cis*-ABA の影響

阻害剤の濃度 (ppm)	休眠覚醒率 (%)		
	<i>o</i> -クマリン酸	<i>p</i> -クマリン酸	<i>cis</i> -ABA
0	78	78	78
1	68	76	62
5	69	78	65
10	65	79	38
20	63	83	33
50	63	75	2
100	67	81	2

(注) 種子はカルシウムシアナミド溶液に 30°C で 3 日間浸漬処理後水洗したものを使用。無処理種子の発芽率は 18% である。

一般に, ABA は 0.1 ppm 程度で水稻の発芽に対して, また自然覚醒させたタイヌビエ種子 (30°C 恒温器中で 1 年間保存種子) では 1~5 ppm で発芽抑制効果を示す。したがって, 明らかに発芽抑制を起こすと思われる 5 ppm 濃度でも 65% の覚醒発芽を示すことは, カルシウムシアナミドが ABA の発芽抑制, 休眠誘起作用を打ち消す効果を有していることを示唆している。

考 察

休眠タイヌビエ種子のメタノール抽出液をエーテル分画すると, その酸性画分中にきわめて強い生長阻害活性を有する物質が存在する。この生長阻害物質は, IAW 展開溶媒で Rf 0.4~0.7 および 0.8~1.0 に位置し, 前者はその Rf および紫外外部吸収スペクトルから, いわゆる BENNET-CLARK らによって命名された inhibitor β

に相当している^{2,11}). Inhibitor β は数種の化合物よりなる複合体であるが、今までの研究によれば、ABA のほかにクマリン、サリチル酸、ケイ皮酸、フェルラ酸、*o*-, *p*-クマリン酸、*m*-ヒドロキシ安息香酸、ワニリン酸、コーヒー酸、クロロゲン酸などフェノール性酸が検出されている^{11,18,26,27}).

種子の休眠には内生の促進物質および生長阻害物質が重要な関係を有していると考えられ、生長阻害物質では最も広く共通に見出されているものとして ABA があるが、生長阻害物質は植物の種類によってさまざまなようである。たとえば、BATTLE ら²³) はビート種子の生長阻害物質はフェルラ酸、ワニリン酸、ヒドロキシ安息香酸などのフェノール酸および ABA であるとし、これらフェノール酸系の阻害物質はリグニン合成の中間産物であろうと考えている。

休眠タイヌビエ種子の酸性画分中には ABA、クマリンのほかサリチル酸、*p*-ヒドロキシ安息香酸および 2, 3 のクマリン酸誘導体などフェノール性酸の存在が推定された。これら化合物のうち、生長阻害活性を強く示すものは ABA、クマリンおよび黄緑色、青色蛍光を呈するフェノール性酸であり、サリチル酸もやや強い阻害活性を示した。

VIEITEZ ら³¹) は Rf 0.19 の *p*-ヒドロキシ安息香酸が生長調節物質として作用することを報告しており、また著者らも *p*-ヒドロキシ安息香酸の存在を休眠タイヌビエ種子中に確認したが、これは顕著な生長阻害活性を示さなかった。

さて、休眠タイヌビエ種子中に ABA やクマリンが存在することは、タイヌビエの休眠代謝にこれら物質が関与していることを予想させる。

不飽和ラクトンであるクマリンは強力な発芽阻害物質であり、広く植物界に存在している。また、クマリンは細胞内で重要な生理的役割を果たしている SH 基と反応するといわれ、蛋白質、脂肪およびリン酸の代謝に参与する諸酵素を阻害するが、アスコルビン酸化酵素、カタラーゼ、パーオキシダーゼ活性に対しては影響は認められていない³⁴)。古く AUTILLE³⁴) はクマリンが非休眠性レタス種子で休眠を誘起する作用のあることを報告している。

一方、ABA およびその関連化合物の生理作用、生理活性については、ADDICOTT ら¹)、大熊²⁴)、EL-ANTABLY ら⁸) および SONDHEIMER ら²⁰) によって詳述されている。ABA の生理作用は多岐にわたっており概してマイナスの効果を示すが、その中から種子の休眠、発芽に関するものを挙げると、

(1) 休眠の誘起と延長化

(2) 休眠延長による発芽阻害

の 2 点に要約され、他の植物ホルモンとともに植物の諸生理機能を調節する重要な内在因子であると考えられている。

ABA の生化学的作用とその作用機構についてはまだ十分には解明されていない点もあるが、ABA は植物の代謝系で必須な α -アミラーゼ、プロテアーゼ、リボヌクレアーゼや発芽に不可欠な他の加水分解酵素の合成を強く阻害すると考えられている²⁴)。

MADISON ら²¹) や VILLIERS³²) は ABA が核酸、特に *m*-RNA の生成を、したがって蛋白質の形成を阻害することにより休眠を誘起すると推論した。さらに、最近 BEX³) や LESHEM ら²⁰) の研究により、ABA の効果が選択的であり、ABA はリボソーム RNA を特異的に減少させることが明らかになった。上記の報告は ABA がリボソーム RNA 分解の引金となっていることを示唆する。もし、ABA がリボヌクレアーゼの促進剤として作用するならば¹⁹)、SRIVASTAVA²⁰) や DE LEO ら⁶) が述べているように、リボヌクレアーゼ活性の増加を引き起こすであろう。

前報¹⁰) でも述べたように、休眠中のタイヌビエ種子の RNA 含量はきわめて低いが、これは ABA によりリボヌクレアーゼ活性の促進によるものかもしれない。ABA が種子体内で化学変化を受けることにより、ABA 含量の減少や生理的に不活性な *trans*-ABA への光化学的变化などが起これば、それにとまって種子中の核酸含量が増加し、また、休眠の覚醒が誘起されるものと考えられる。

また、カルシウムシアナミドは ABA の阻害作用のある程度まで打ち消す生長ホルモンの効果を示した。カルシウムシアナミドをはじめ、休眠覚醒効果の認められた KCN など呼吸阻害剤はこの ABA などの生長阻害物質に、あるいはまたその作用点に何らかの影響をおよぼしていると推察される。たとえば、RUDNICKI ら¹) は果実を N_2 ガス中で貯蔵すると、ABA が非常に低濃度にまで減少することを認めている。これは嫌気条件または呼吸を抑制、阻害する条件下では ABA の不活性化、分解などによる減少が起ることを示唆している。このことは、嫌気条件下あるいは呼吸阻害条件下でタイヌビエ種子の休眠覚醒現象が誘起されることを考えるとき、非常に興味ある点である¹²)。

しかしながら、休眠および休眠覚醒代謝は非常に複雑な機構のもとで進められていると考えられ、ABA が水稻など休眠性のない植物中にもその存在が認められるこ

と、また、第 2 図で明らかなように ABA 以外に強力な阻害物質が存在することを考えると、タイヌビエ種子の休眠の原因を単に ABA 単独の作用と決めつけることはできない。たとえば、Holst¹¹⁾ は、ジャガイモから抽出した inhibitor β 中に 3 種の阻害性を示す成分を見出している。このうちの一つはサリチル酸であり、やや弱い生長阻害活性を示し、他の二成分は ABA と未知の物質よりなるが、ともに強い阻害活性を有し、ABA 以外の阻害物質の存在を示唆している。

むしろ、休眠タイヌビエ種子の場合、黄緑色および青色蛍光を示す物質やクマリンの方がより強い生長阻害活性を示している。したがって、タイヌビエ種子の休眠はこれら未知のクマリン酸誘導体と思われる物質やクマリンにより、あるいはこれら物質と ABA との相乗作用により誘発されるのかもしれない。

このうち、青色蛍光物質はアンモニア蒸気のもとでは緑色蛍光を呈すが、その紫外部吸収スペクトルから判断して、Brugovitzky⁴⁾ が *Brassica oleracea* のメタノール抽出物中に認めた青色蛍光物質と同一のものと考えられる。彼はこの物質をクマリン酸誘導体と考えているが、この阻害物質が何であるかは今後の研究課題である。

以上の結果は、ABA、クマリン、サリチル酸およびクマリン酸誘導体と考えられる黄緑色、青色蛍光物質がタイヌビエ種子の休眠など生化学的代謝機構の調節に重要な役割を果たしていることを示唆するものである。

要 約

休眠タイヌビエ種子のメタノール抽出物をエーテル分画すると、酸性画分が水稻第二葉鞘の伸長を著しく阻害した。酸性画分の水稻第二葉鞘伸長試験および薄層クロマトグラムから、休眠タイヌビエ種子の生長阻害物質として inhibitor β 、サリチル酸およびクマリンが考えられた。また、inhibitor β 中には *cis*-ABA のほか強力な生長阻害活性を示す未知の黄緑色および青色蛍光を呈する物質が存在した。これら蛍光物質はその分子量と紫外部吸収スペクトルからクマリン酸誘導体と考えられる。

さらに、カルシウムシアナミドは ABA による休眠誘起作用や発芽抑制作用をある程度打ち消す効果を示した。

謝 辞 本研究を実施するにあたり、東北大学農学部教授山下恭平博士に有益な御教示を賜わるとともに、RS-*cis*-ABA、RS-*trans*-ABA をおわけ頂いた。また、本研究の一部は文部省科学研究費によった。記して謝意を表する。

文 献

1) Addicott, F. T. and Lyon, J. L. : Physiology of

- Abscisic Acid and Related Substances. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 20, 139~164 (1969)
- 2) BENNET-CLARK, T. A. and KEFFORD, N.P. : Chromatography of the Growth Substances in Plant Extracts. *Nature*, 171, 645~648 (1953)
- 3) BEX, J. H. M. : Effects of Abscisic Acid on Nucleic Acid Metabolism in Maize Coleoptiles. *Planta*, 103, 1~10 (1972)
- 4) BRUGOVITZKY, E. : Die Wirkung einer Vorbestrahlung auf den Wuchsstoffgehalt von X_2 -Pflanzen bei *Brassica oleracea* var. *acephala*. *Physiol. Plant.*, 24, 90~94 (1971)
- 5) CORNFORTH, J. W., MILBORROW, B. V., G. RYBACK and P. F. WAREING : Chemistry and Physiology of 'Dormins' in Sycamore. *Nature*, 205, 1269~1270 (1965)
- 6) de LEO, P. and SACHER, J. A. : Control of Ribonuclease and Acid Phosphatase by Auxin and Abscisic Acid during Senescence of Rhoen Leaf Sections. *Plant Physiol.*, 46, 806~811 (1970)
- 7) EAGLES, C. F. and WAREING, P. F. : Dormancy Regulators in Woody Plants. *Nature*, 199, 874~875 (1963)
- 8) EL-ANTABLY, H. M. M., WAREING, P. F. and HILLMAN, J. : Some Physiological Responses to D, L Abscisin (Dormin). *Planta*, 73, 74~90 (1967)
- 9) HEMBERG, T. : Significance of Growth Inhibiting Substances and Auxins for the Rest-period of the Potato tuber. *Physiol. Plant.*, 2, 24~36 (1949)
- 10) HEMBERG, T. : Growth-Inhibiting Substances in Terminal Buds of *Fraxinus*. *Physiol. Plant.*, 2, 37~44 (1949)
- 11) HOLST, U. B. : Some Properties of Inhibitor β from *Solanum Tuberosum* Compared to Abscisic Acid. *Physiol. Plant.*, 24, 392~396 (1971)
- 12) 井上克弘, 東俊雄, 山崎欣多 : 休眠覚醒利用によるノビエ防除に関する研究 I. 呼吸阻害剤および呼吸阻害性ガスの休眠覚醒作用. *土肥誌*, 41, 377~382 (1970)
- 13) INOUE, K., HIGASHI, T. und YAMASAKI, K. : Verhältnisse zwischen der Ruhebrechungswirkung und dem Atmungshindernis der Wilden Hirsesamen. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 17, 20~26 (1971)
- 14) 井上克弘, 東俊雄, 山崎欣多 : 休眠覚醒利用によるノビエ防除に関する研究 II. 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 (1971)
- 15) 井上克弘, 山崎欣多 : 休眠覚醒利用による雑草防除. *化学と生物*, 10, 124~126 (1972)
- 16) INOUE, K., YOSHIDA, M. und YAMASAKI, K. : Wirkung des Cyanamids auf die Ascorbinsäure-Redoxsysteme und auf den Gehalt an Nukleinsäure in Wilden Hirsesamen. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 18, 247~253 (1972)
- 17) 古山 清, 菅原寛夫 : 農薬の生物検定法 p. 74, 南江堂 (1964)
- 18) LANE, F. E. and BAILEY, L. F. : Isolation and Characterization Studies on the β -Inhibitor in Dormant Buds of the Silver Maple, *Acer saccharinum* L. *Physiol. Plant.*, 17, 91~99 (1964)
- 19) LESHEM, Y. : Abscisic Acid as a Ribonuclease Promotor. *Physiol. Plant.*, 24, 85~89 (1971)
- 20) LESHEM, Y. and SCHWARZ, L. : *Physiol. Plant.*, 26, 328 (1972)
- 21) MADISON, M. and RAPPAPORT, L. : Regulation of Bud

- Rest in Tubers of Potato, *Solanum tuberosum* L. V. Abscisic and Inhibitors of Nucleic Acid and Protein Syntheses. *Plant & Cell Physiol.* 9, 147~153 (1968)
- 22) MILBORROW, B. V. : The Identification of (+)-Abscisin II [(+)-Dormin] in Plants and Measurement of its Concentrations. *Planta*, 76, 93~113 (1967)
- 23) 中村俊一郎：種子に関する最近の研究 —光発芽，発芽促進および抑制物質，休眠性の遺伝— 農及園，47, 1239~1244 (1972)
- 24) 大熊和彦：Abscisin II (dormin) の化学と生理作用. 化学と生物，4, 636~640 (1966)
- 25) RANDEKATH, K. : Thin-Layer Chromatography p.66, 104, 209, Academic Press (1966)
- 26) ROBINSON, P. M., WAREING, P. F. and THOMAS, T. H. : Isolation of the Inhibitor Varying with Photoperiod in *Acer pseudoplatanus*. *Nature*, 199, 875~876 (1963)
- 27) SADHU, M. K. and DAS, T. M. : Root Exudates of Rice Seedlings. The Influence of One Variety on Another. *Physiol. Plant.*, 21, 190~195 (1968)
- 28) SONDEIMER, E. and GALSON, E. C. : Effect of Abscisin II And Other Plant Growth Substances on Germination of Seeds with Stratification Requirements. *Plant Physiol.*, 41, 1397~1398 (1966)
- 29) SONDEIMER, E. and WALTON, D. C. : Structure-Activity Correlations with Compounds Related to Abscisic Acid. *Plant Physiol.*, 45, 244~248 (1970)
- 30) SRIVASTAVA, B. I. S. : Acceleration of Senescence and the Increase of Chromatin-Associated Nucleases in Excised Barley Leaves by Abscisin II and its Reversal by Kinetin. *Biochim. Biophys. Acta*, 169, 534~536 (1968)
- 31) VIEITEZ, E., SEOANE, E., GESTO, D. V., MATO, C., VAZQUEZ, A. and CARNICER, A. : *p*-Hydroxybenzoic Acid, a Growth Regulator, Isolated from Woody Cuttings of *Ribes rubrum*. *Physiol. Plant.*, 19, 294~307 (1966)
- 32) VILLIERS, T. A. : An Autoradiographic Study of the Effect of the Plant Hormone Abscisic Acid on Nucleic Acid and Protein metabolism. *Planta*, 82, 342~354 (1968)
- 33) 山下恭平 (未発表)
- 34) 山田登：作物のケミカルコントロール，p. 31, 農業技術協会 (1968)