

植物休眠覚醒剤の開発利用の

現況と将来の展望

農林省農事試験場作物部雑草防除才1研究室長 片岡孝義

植物の種子が外見上成熟してもしばらくの間は発芽に好適な条件を与えても発芽力がなく、一定の期間（休眠期）を経過してはじめて発芽するようになるという現象は、多くの植物で知られている。この現象は、休眠と呼ばれており、種子のみでなく、多くの植物で芽や地下茎根でも認められている。休眠は、作物の種子では播種時期を制約したり、播種後の発芽遅延や発芽不揃いの原因となるので、古くから注目され、その原因や休眠覚醒の方法について研究されてきた。近年、薬剤による植物の休眠覚醒の試みが盛んになされるようになったが、最近では雑草種子の休眠覚醒剤の開発研究がかなり活潑に行なわれているので、この分野を中心に現況を紹介し、今後の進展について展望してみたい。

1. 植物の休眠と休眠覚醒

植物種子の成熟後の休眠現象は、種子の生理的条件に由来するもので、多くは遺伝的なものである。種子の休眠の機構については、きわめて複雑であろうと考えられているが、① 穎や種皮などの外部構造が水分吸収、ガス交換、胚の膨張などを妨げることに基因する休眠、② 胚が生理的に未成熟であることによる休眠、③ 種皮や胚に発芽抑制物質（クマリンなど）が存在することによる休眠など、いくつかの型が知られている。種皮の不透水性に基づくものはと

くに硬実といわれるが、そのほかの休眠種子ではいくつかの要因が複合している場合もある。芽や地下茎根の休眠は発芽抑制物質の存在によるものが多いようである。

次に、植物の休眠覚醒に有効な方法としては、吸水させた種子に対する低温・変温・高温・凍結・露光・乾燥などの処理が知られており、自然状態ではこれらの要因によって休眠覚醒が進行するものと思われる。また、チオ尿素やジベレリンなどの薬品が休眠覚醒に有効であることが多くの植物の種子・芽や地下茎根で知られている。

2. 休眠覚醒剤の新利用場面

一 雑草の防除 一

作物の種子や作物の栄養体などの休眠を覚醒させるこの意義は作季を早めたり、発芽を揃えたりするところにあることはいうまでもないが、近年、休眠覚醒の分野で注目されているのは、雑草の防除を目的とした休眠覚醒である。

雑草種子の多くは一般に休眠期が長く、これが土壤中における種子の生存期間を長くさせ、また発生期間を長期にわたらせている主要な原因となっている。ところが、荒井らは、ノビエの生理生態学的研究を進めている過程で、ノビエ種子の休眠は冬から春にかけて覚醒するが、休眠覚醒が進行した早春に多数の種子が死滅するという注目すべき現象を見出した。そして、

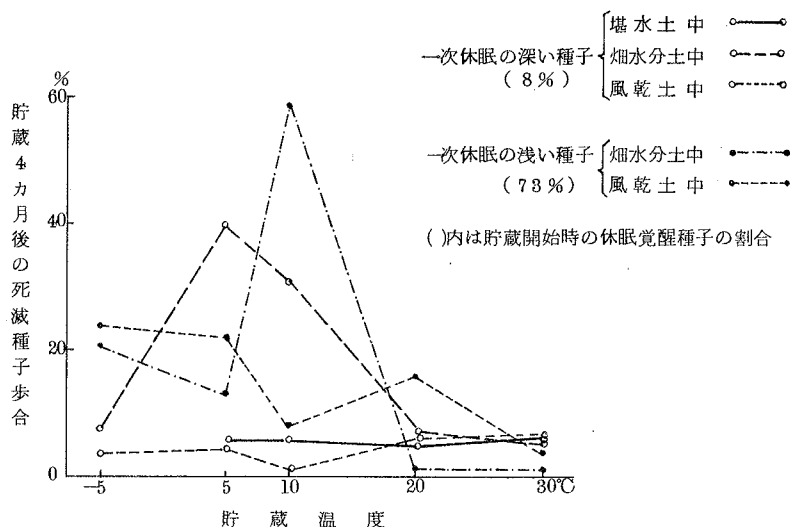
死滅種子の発現は、休眠がほとんど覚醒したあとで、畑水分土壤中のように酸素と水分の供給が充分であり、かつ発芽温度以下の5~10℃の温度条件が与えられるときに、きわめて著しいことを明らかにした。(才1図)。したがっ

に、殺線虫剤のDBCP(1,2-ジブロム-3-クロルプロパン)やEDB(エチレンジブロマイド)が有効であると報告されている。そのほか野生燕麦(*Avena fatua*)の種子の休眠覚醒にジベレリンや硝酸塩が有効であることも知られている。

第1図 貯蔵温度および土壌水分とタイヌビエ種子の休眠覚醒過程に

おける死滅種子発現との関係

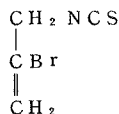
(荒井, 宮原, 1962より)



て、もし薬剤によって種子の休眠を覚醒することができれば、生育に不適な秋期に発生させたり、春期における死滅種子を増加させることができると考えて、1962年にノビエ種子の休眠覚醒剤の開発研究に着手した。

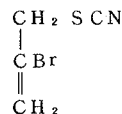
海外でも、Witchweed(*Striga asiatica*)という葉緑素をもつ寄生植物の種子が休眠期が長く、防除がきわめて困難であることから、この種子の休眠覚醒方法が検討され、SHAW, W, C, ら(1962)によって硫黄を含む化合物やプリン化合物(カイネチンを含む)が休眠覚醒活性をもつことが明らかにされている。また、MILLER, R, M, ら(1965)によってメシヒバ種子の休眠覚醒

種の除草剤を含む化学薬品(剤形の違いも含めて27薬剤)を供試して休眠覚醒に有効な薬剤を検索した。その結果、意外にも、NIP乳剤CNP乳剤などのジフェニルエーテル系除草剤やハロゲン化アルキルのチオシアナートおよびイソシアナート誘導体(下記に活性の強い2剤の構造式を示す)など10種にのぼる薬品が休眠覚



1-イソシアナート-2

ーブロムプロペン



1-チオシアナート-2

ーブロムプロペン

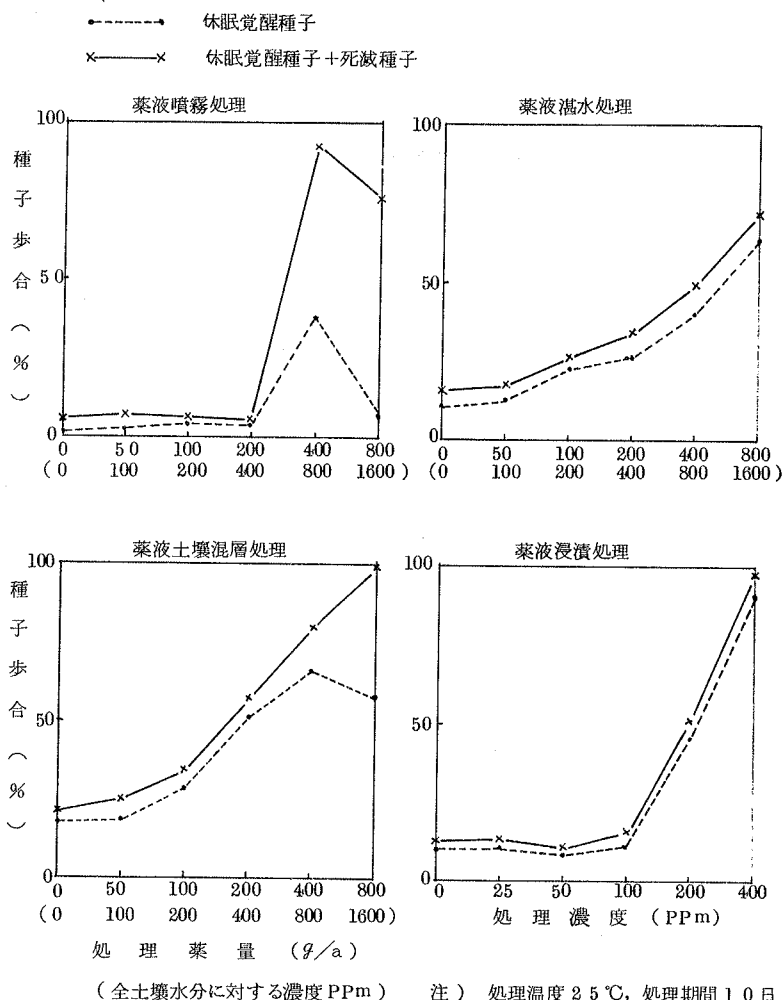
醒活性を示すことがわかった。なお、タイヌビエ種子の休眠は、顕ではなく果皮および種皮に

3. わが国における雑草種子の休眠覚醒剤の研究の現況

荒井ら(1967)

は、前記のように、水稻作の主要雑草であり、しかも同氏らによって種子の休眠性の生理生態がよく究明されているタイヌビエを対象として、各

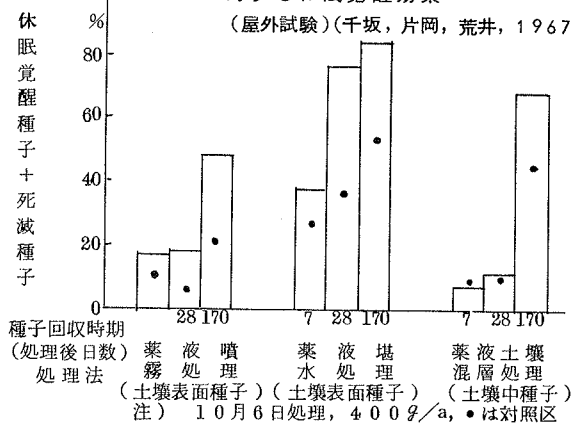
第2図 N I P乳剤のタイヌビエ種子に対する休眠覚醒効果
(室内試験) (千坂, 片岡, 荒井, 1967より)



は、薬液浸漬処理よりも著しく効果が低下した。第2図はシャーレと小形カップを用いて25℃で処理した試験の結果であるが、秋期の屋外ポット試験ではさらに効果が小さかった。(第3図) したがって、薬剤による休眠覚醒効果を自然落下種子対象に技術化するためには、ごく薄い濃度でも活性の強い薬剤を見出すこと、および土壤中で十分に種子に滲透、吸収させる条件や方法を解明することの2点が必須の要件となると考えられた。なお、第2図でもみられるように、多くの薬剤で、作用力の強く現われる条件下では死滅種子が顕著に現われるが、雑草の防除を目的とする場

基因しており、それらの休眠性に関する機構はガス交換の阻害またはそれに伴う発芽抑制物質の蓄積によるものと考えられている。前記の有効薬剤の検索は薬液に種子を浸漬する方法で行なったが、この処理方法では有効薬剤の効果は処理の濃度・期間・温度のほか、種子の休眠覚醒程度や薬剤の製剤方法などによって変動した。さらに、土壌表面または土壌中にある種子に対する処理で

第3図 N I P乳剤のタイヌビエ種子に対する休眠覚醒効果
(屋外試験) (千坂, 片岡, 荒井, 1967)



合にはこの両作用を合わせたものを効果としてよいことはいうまでもない。

この荒井らの研究の進行中、1965年より3カ年にわたって、日本植物調節剤研究協会が農林省の農林水産特別研究補助金をえて各大学の研究者などの協力のもとに「植物の休眠覚醒の合成とその利用法の確立に関する研究」を推進し、この分野の研究の活潑化を促した。ノビエ種子の休眠覚醒については、エチレンブロムヒドリン($\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{OH}$)、エチレンクロルヒドリン($\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{OH}$)などが有効であること(松中ら)、ハロゲン化脂肪酸エステル類(名大農学部農薬化学研究室において合成された21剤)殺種子効果を示すか、このうち数剤には休眠覚醒効果を示すものがあること(植木ら)、呼吸阻害剤のうち、8-ハイドロオキシキノリンやKCNなどのascorbic acid oxidase系阻害剤が休眠覚醒効果を示すこと(植木ら)などが明らかにされている。また、ヤエムグラ種子の休眠覚醒のある過

程ではジベレリンが休眠覚醒を助長することがわかった(植木ら)。

一方、富山県農試でも1965年以来ノビエ種子の休眠覚醒剤について検討しており、1-B-1(エチルキサントゲン酸ナトリウム)などに休眠覚醒活性を認め(竹島ら)、つづいて石灰室素の休眠覚醒活性がきわめて強いことを明らかにした(石原ら、1968)。石灰室素は、主成分のカルシウムシアナミド(CaCN_2)およびシアナミド(H_2CN_2)が休眠覚醒活性を示すものであり、処理時の温度が低い場合でも活性が大きいこと、タイヌビエ・ヒメイヌビエのいずれにも効果があること、土壤が湿潤である場合に効果が高いことなどが確められた。石灰室素も作用が強いと死滅種子が発現するが、一般にaあたり3~5Kgの散布では秋期にノビエが水田に一面に発生するという状態がみられ、現在各地で実用性が検討されている。(才1表) 湿田の方が効果が高いが、粉状・防散状のものは乾田・半乾田もかなりの効果がある。

第1表 ノビエ種子に対する石灰室素の休眠覚醒効果 (石原ら、1969)

試験地	土 壤	処 理 期 月 日	使用量 8Kg/a	粉 状 石 灰 室 素			防 散 状 石 灰 室 素			粒 状 石 灰 室 素		
				発芽率	死滅率	防除率	発芽率	死滅率	防除率	発芽率	死滅率	防除率
富 山	乾田、 砂壤土	9.24	5	17.4%	0%	17.4%	%	%	%	2.5%	0%	2.5%
			7	30.9	0	30.9				7.3	0	7.3
			7	45.2	5.0	50.2						
礪 波	乾田、 壤土	10.1	3	29.9	0	29.9				3.9	5.0	8.9
			5	49.0	10.0	59.0	46.4	10.0	56.4	11.7	6.7	18.4
			7	53.6	10.0	63.6						
上 市	半湿田、 砂壤土	9.17	3	30.8	6.7	37.5				4.7	0	4.7
			5	58.9	17.5	76.4				3.5	0	3.5
			7	51.8	25.0	76.8						
福 岡	半湿田、 砂壤土	10.7	3	7.7	0	7.7	7.7	0	7.7	6.5	0	6.5
			5	49.5	2.5	52.0	54.1	5.0	59.1	2.9	6.7	9.6
			7	33.8	5.0	38.8						
氷 見	湿田、 壤土	10.4	3	48.2	6.7	54.9				23.2	10.0	33.2
			5	70.4	7.5	77.9	61.6	18.3	60.4	50.6	10.0	60.6
			7	45.8	10.0	55.8						

注) 防除率は秋期における発芽と死滅の合計。

4. 雑草種子休眠覚醒剤の展望

すでに述べたように、雑草種子に対する休眠覚醒剤は、その雑草が害を及ぼす作物の生育期間でない時期に雑草を発生させたり、死滅種子の発現を助長したり、あるいは作物の生育期間であってもごく短期間に雑草を発生させるようにしたりして、雑草の防除を著しく容易にするであろう。したがって、この種の薬剤を開発する意義はきわめて大きいと考えられるので、今後実用化の方向を地道に探ることが必要であろう。いうまでもなく、この種の薬剤は殺種子作用をもっている差しかえない。

荒井らは、ノビエ種子の休眠覚醒あるいは殺種子に働らく薬剤の具体的な利用法として、①ノビエの生育期間に散布して茎葉・根から吸収させて効果を発現させる方法、②立毛中のノビエの穂部に散布する方法、③落実後の種子に処理する方法などが想定されるとしている。現在までは主に③の方法で研究が進められているが、作物収穫後に散布できる利点があるから、

今後もこの方法を主体として開発が進められるものと思われる。

③の方法にも、土壌表面にある種子に薬剤を処理する方法や土壌中にある種子に薬剤を処理する方法があり、薬剤によって、田畑の条件によって、雑草の種類によって、このどちらの方法が有利であるかは一概にいえないのである。いずれにしても種子に滲透、吸収されやすい薬剤であることが必要で、土壌表面処理では乳剤のような剤形で湿展性、展着性が大きいことが重要であろう。また、土壌混和处理ではガス化しやすい薬剤も利点があるようである。したがって、今後、有効薬剤の開発とともに、とくにそのキャリアについて広範な検討が必要であろう。

これまでの試験結果では多くの薬剤は、高温で有効であっても低温では著しく効果が低下している。石灰窒素は比較的溫度の低下による効力の低下が少ないようであるが、活性が温度に安定な薬剤を選出することが必要である。

主 要 参 考 文 献

1. 荒井正雄・宮原益次：水田雑草タイムピエの生理生態学的研究 オ4報 休眠覚醒過程における種子の死滅について、日作紀31(2), 190~194(1962)
2. 荒井正雄・千坂英雄・片岡孝義：タイムピエ休眠種子の薬剤による休眠覚醒および殺種子に関する研究 オ1報 有効薬剤の検索、日作紀36(3), 321~325(1967)
3. 石原信一郎：石灰窒素による水稻休眠期におけるノビエ防除に関する研究、北農研資料15「北陸における最近の農業技術研究」、22~30(1968)
4. 荒井正雄・滝川圭吾・島隆三郎：水稻休眠期におけるノビエ防除に関する研究 オ4報 石灰窒素の剤形の相違とわら施用がノビエ休眠覚醒におよぼす影響について、日本雑草防除研究会オ8回講演要旨(1969)
5. 松中昭一・中村拓・山田登：ノビエ休眠覚醒に関する研究、日本雑草防除研究会オ6回講演会講演要旨(1967)
6. MILLER, P. M. F. AHRENS, and E. M. STODDARD: Stimulation of crabgrass seed germination by 1,2-dibromo-3-Chloropropane and ethylene dibromide Weeds 13(1), 13~14(1965)

除 草 剤 2 0 年
受 賞 者 の 横 顔

松 尾 孝 嶺 氏



生れ；明 4 5. 福岡県八女郡
住所；東京都杉並区和泉 2-
3 5-1 7

現職；東大農学部教授
経歴；昭 9. 東大農卒。農博。
昭 9. 農事試験場助手，奥羽
試験地技手，新潟農試技師，

農事試験場技師，鴻巣試験地主任，農林省農業
改良局研究企画官を経て，昭 2 6.より現職につ
く。2, 4-D がわが国に始めて導入された頃，
水稲担当の研究企画官として全国の農業試験場
関係者の協力のもとに 2, 4-D による水田雑草
防除試験を開始し，その成績をもとに全国地域
ごとの 2, 4-D 使用の基準を設定し，初期にお
ける除草剤の普及に貢献した。現在は，東大農
学部において育種学講座を担当し，また日本学
術会議の会員として科学技術研究の長期計画を
推進している。
家庭は，老夫婦だけで，1 女 1 男はそれぞれ独
立。趣味は，車の運転，ゴルフは庭で球をたた
く程度。

星 野 武 氏



生れ；明 4 0. 札幌市
住所；札幌市琴似 3 条 4 丁目
現職；三井東圧化学（株）札
幌支店，技師（農薬担当）
経歴；昭 6. 北大農実卒。同
年北海道農試助手，農林技師，
昭 1 4. 日高分場長，昭 1 8.

天塩分場長，昭 2 1. 女満別変類試験地主任を経
て昭 2 5. 北海道農務部農業改良課，専技資格，
昭 4 2. 退職まで試験研究並びに普及事業に従
事，昭 2 8. 除草剤 2, 4-D が初めて北海道に
普及されて以来，畑作除草剤の普及指導の担当
専技として，実用化除草剤の現地確認園，除草
体系確立現地試験を手がけ，また毎年度北海道
庁で刊行の「除草剤使用基準」の畑作部門を担
当執筆し，除草剤使用技術の普及に貢献。退職
後は，大日本インキ化学工業（株）を経て昭 4 3.
三井化学（株）に入社し現職に至る。その間，
除草剤の普及推進に努める。家庭は夫妻のみ，
一男二女は既に結婚，趣味は，囲碁，謡曲，園
芸。

7. SHAW, D. R., D. R. SHEPHERD, E. F. ROBINSON, and P. SAND: Recent
advances in witchweed control, weeds 10(3), 182-191 (1962)

8. 日本植物調節剤研究協会：昭和 4 0 年度植物の休眠覚醒剤の合成とその利用法の確立に関する試験成績書 追補一植
物休眠覚醒剤に関する文献集録一（1966）

9. 竹島修二・石原信一郎・沢豊則・山崎欣多：水田休閑期におけるノビエ防除に関する研究 茅 1 報 ノビエ種子に対
する各種薬剤による休眠覚醒について，日本雑草防除研究会茅 5 回講演会講演要旨（1966）

10. 千坂英雄・片岡孝義・荒井正雄：タイムノビエ休眠種子の薬剤による休眠覚醒および殺種子に関する研究 茅 2 報
薬液浸漬処理における有効薬剤の効果の変動要因，日作紀 36(3), 326-331 (1967)

11. 千坂英雄・片岡孝義・荒井正雄：タイムノビエ休眠種子の薬剤による休眠覚醒および殺種子に関する研究 茅 3 報
土壌を媒介とした処理における数種薬剤の効果，日作紀 36(3), 332-337 (1967)

12. 植木邦和・清水矩宏：ヤエムグラ種子の休眠覚醒作用に関する研究 茅 2 報 化学物質に対する種子の反応，雑草研
究(6), 30-33 (1967)

13. 植木邦和・清水矩宏：タイムノビエ種子に対するハロゲン化脂肪酸エステル類の殺種子および休眠覚醒活性，雑草研
究(7), 110-115 (1968)

14. 植木邦和・清水矩宏：タイムノビエ種子の休眠覚醒作用に関する研究 茅 1 報 数種化合物の休眠覚醒効果，日作紀
38(2), 261-272 (1969)