

# 陳述書

生井 兵治

## 目 次

### 第 1 . 略歴

### 第 2 . イネ花粉の寿命に関する陳述

1 . 問題の所在と私の結論	3 頁
2 . 定説の背景	4 頁
3 . イネ花粉の寿命に関する主要論文の検証	5 頁
4 . 「イネ花粉の生存限界時間が 50 時間」という見解は非科学的なものか	14 頁
5 . 二重の袋掛けの安全性について	17 頁
6 . 集団間に自然交雑が生じる最長距離	18 頁
7 . 生物現象を論じる際の基本「あご・ほっぺ理論」	20 頁

私は、植物育種、とくに植物育種における受粉生物学の体系化に長年取り組んで参りました一介の研究者にすぎません。生来、こうした裁判に関わることをしてこなかった私が、今回、このような陳述書を書こうと思った動機は、横尾政雄氏の陳述書(乙第 113 号証)を読み、さすがの私も植物の生殖の専門家としての立場から、どうしても黙っているわけにいかなくなったからです。以下、植物の生殖の専門家として陳述いたします。

### 第 1 . 略歴

氏 名：生井兵治(なまいひょうじ)

専 門：植物育種学、受粉生物学

## 略 歴：

1938 年 1 月、東京生れ。国民学校一年生の時に太平洋戦争の戦禍を逃れ、栃木の田舎に疎開し、翌年に終戦。高校卒業までの間、農村生活で農の大切さと作物の性の魅力を知る。父親は経済的理由で大学進学を許さないため、家出受験。

1960 年 3 月、東京教育大学農学部農学科卒業。同年 4 月より二年間、東京・大田区の中学校で理科教師を務める。1962 年、東京教育大学農学部教務雇用、1964 年 4 月、同農学部助手。

1976 年 4 月、筑波大学農林学系講師。1979 年、助教授。1993 年、教授、2001 年 3 月定年退官。その間、1994 年、同第二学群生物資源学類長事務代理（短期間）、東京大（6 年）、東京農工大（1 年）、宇都宮大（1 年）の非常勤講師。定年までの最後の三年間は、筑波大学付属駒場中・高等学校校長を併任。

2001 年 4 月、玉川大学非常勤講師（2004 年 3 月まで）。現在は、著述・講演などをしながら、晴耕雨読の自由業を堪能している。

## 学 位：

1975 年 9 月 11 日、東北大学で農学博士。論文課題「アブラナ類の種・属間交雑による形質導入に関する細胞遺伝・育種学的研究」

## 賞 罰：

2001 年度日本育種学会賞受賞。

受賞課題「植物育種における受粉生物学の体系化」

## 主要学会活動：

日本育種学会：1974 年より常任幹事（集会担当、編集担当）、幹事（通常学会の評議員相当）、編集委員、英文誌編集委員、シンポジウム委員長など再三歴

任。 日本花粉学会：1989年より評議員を3期12年間歴任（2005年度末まで）、SABRAO（アジア大洋州育種学会）：1985年より日本国内委員、評議員、編集委員、日本副事務局長、同事務局長を歴任。2002年より副会長（2005年度末まで）、国際ソバ学会（IBRA）：1998年より編集委員を歴任。

## 主要著書：

『発明発見物語全集9．生物 家畜から人工生命まで』（1964、道家達将編著、分担執筆、国土社） 『日本科学技術史大系 15．生物科学』（1965、日本科学史学会編、分担執筆） 『作物育種の理論と方法』（1983、編著、養賢堂） 『細胞質雄性不稔と育種技術』（1985、山口彦之監著、シーエムシー） 『植物遺伝資源集成』（1989、松尾孝嶺監修、分担執筆、講談社） 『植物の性の営みを探る』（1992、養賢堂） 『飽食日本とアジア』（1993、日本消費者連盟編、分担執筆、家の光協会） 『花粉学事典』（1994、共編著、朝倉書店） 『小学国語4上』中の「さくらそうの保護」（1996、教育出版） 『テーマ学習を創る - 生きた学びの演出』（2000、分担執筆、学事出版） 『ダイコンだって恋をする - 農学者「ポコちゃん先生」の熱血よろず教育講座』（2001、エスジーエヌ） 『農学基礎セミナー 新編 農業の基礎』（2003、共編著、農文協）。その他、現在、「植物ゲノム科学事典」（分担執筆、朝倉書店）、「植物育種学辞典」（分担執筆、培風館）が印刷中、「植物の育種と採種（仮題）」（農文協）が近々脱稿。

## 第2．イネ花粉の寿命に関する陳述

### 1．問題の所在と私の結論

今回、遺伝子組換え稲の作付け禁止等仮処分命令申立を却下した裁判所は、その決定の理由の中で、交雑の可能性の論点について、「イネ花粉の生存限界時間についての（50時間とする）野口・浜口（1927）論文の説は現在では非科学的なものとし

て退けられており、5 分以内とする考えが学会の定説である」とする横尾政雄氏の陳述書（乙第 113 号証）が全面的に採用され、イネ花粉の交雑能力は「長くとも 5 分程度で消滅」し、「イネ花粉の生存限界時間が 50 時間」という見解は採用できないとしています（決定書 17 頁(4)ア）。

確かに、この陳述書は、一見科学的であり微塵も誤りが無いように読めます。しかしながら、その有効性には大きな問題を有しています。なぜなら、植物育種学における受粉生物学の体系化に長年努めてきた私には受粉生物学的にみてとうてい看過できない説明が散見されるからです。

そして、この点に関する私の結論は、次のように言うことができます。

- ・「イネ花粉の生存限界時間は 5 分間であるという見解が現代の定説である」という説明には、科学的な根拠がないこと。
- ・「イネ花粉の生存限界時間は 50 時間であるという見解は非科学的なものであり、退けられるべきである」という説明にも、科学的な根拠がないこと。

その理由について、以下に順を追って申し述べます。

## 2 . 定説の背景

もともと農学においては、精密な実験に基づくデータを基礎として確立される学術的な定説というものは、何らかの目的意識をもって行われた実験データに基づいています。その目的意識とは、イネ花粉の寿命の場合についていえば、開花期が異なる品種の間で人工受粉によって交雑育種を進める際に、開花後どの位まで花粉を使えるか、どんな条件下で花粉を保存すれば長持ちするかということであり、この目的意識のもとで実験が始められました。

ですから、ここでは、人工受粉する場合になるべく元気な花粉を使いたいので、長尾・高野（1938 年。以下、年は省略）論文などを根拠にして、イネ花粉は出来る

だけ速やかに受粉すべきであり、その寿命は3~5分というイメージが普遍的なこととして流布したわけです。確かに人工受粉という実験目的に限っていえば、この結論は理にかなっているといえるでしょう。

しかし、人工受粉という実験目的を離れて、イネ花粉の寿命について、改めて、その他の論文もあわせて実験データを詳しく見て考察したとき、次に詳述します通り、横尾氏の陳述書が言う「『イネ花粉の生存限界時間は5分間』が現代の定説である」とする根拠が如何に非生物学的（非科学的）であるかが分かります。

### 3. イネ花粉の寿命に関する主要論文の検証

(1) . 野口弥吉・浜田成義（1927）論文：水稻の柱頭及花粉の授精能力に就て．農学会報 300：515-524．

イネ品種「神力」の花粉を用いて、開葯<sup>1</sup>後の葯<sup>2</sup>からパラフィン紙上に落下させた花粉を、絶対乾燥状態、湿気状態（空気湿度約40%）、室温状態（昼間の湿度70~80%）に置き、5時間後から5日後までの花粉を除雄<sup>3</sup>した穎花<sup>4</sup>に人工受粉しています。結実歩合<sup>5</sup>を調べる穂は、交配袋で丁寧に保護しています。その結果、採取花粉の保存状態が乾燥状態でも加湿状態でも開葯後5時間で1.3~18.2%の結実歩合であり、開葯後50時間でも5.6~7.9%の結実歩合を得ています。しかし、それ以上の保存時間では、すべて結実歩合は0%でした。そこで彼らは、イネ花粉はいかなる状態に置かれても、短時間で死滅するが一部の花粉は50時間までは生きると結論づけたのです。

---

1 開葯：葯（花粉の詰まった袋状のもの）が開くこと。これによって花粉の放出が始まる。

2 葯：雄しべの先の花粉の詰まった袋のこと

3 除雄：人工授粉したい雌親の花の雄しべを取り除くこと。

4 穎花：イネ科植物など花のように稔ると朮（もみ）になる花のこと。

5 結実歩合：受粉実験をした場合であれば、総受粉花数のうち稔った花の割合のこと。

6 柱頭：めしべの先端部のことで、ここに花粉がつく。

なお、彼らは、平行して柱頭<sup>6</sup>上の花粉発芽も調査しており、発芽歩合<sup>7</sup>は2日後で23.6~26.1%、5日後でも8.0~19.4%ですが、受粉1時間後に花粉管の柱頭への侵入が観察されたのは一日後までであったとしています。

この論文以降、実験に用いる品種、処理条件を野口・浜田(1927)と同様の3水準<sup>8</sup>の処理区<sup>9</sup>に加え、より自然条件下である屋外に花粉を置く処理区も設けるなどして、これほどまでに精密な実験を行なった例は今までにありません。

(2) . 中山林三郎(1934)論文: 稲花粉の人工発芽<sup>10</sup>に就て . 農業及園芸 9: 1917-1926 .

従来困難であったイネ花粉の人工培地<sup>10</sup>による発芽試験について、寒天1%、蔗糖12%の基本培地に微量のタカジアスターゼを添加すると良好な結果が得られるとして実験を行い、イネ花粉は5分間で完全に発芽なくなると結論づけています。

横尾氏の陳述書(乙第113号証)によれば、「この花粉の寿命を測定することに成功したのは、人工発芽床を完成させた中山林三郎氏の『稲花粉の人工発芽に就て、農業及び園芸 9)巻9号1934年』論文報告です。このなかで、発芽試験により、稲の花粉は通常の状態では、5分で完全に発芽なくなるといふ科学的な証明をしております。」と述べられています(二、2)。

---

7 発芽歩合: 調査した花粉のうち発芽した花粉の割合のこと。発芽率ともいう。

8 この野口・浜田実験では、絶対乾燥状態、湿気状態(空気湿度約40%)、室温状態(昼間の湿度70~80%)という3つの保存状態の種類のことを3水準いう。一般的概念では、実験条件(処理)の種類の数のことを水準という。

9 実験用語で、8に述べた各処理ごとの実験を処理区という。野口・浜田(1927)でいえば、3処理区があったことになる。

10 花粉の人工発芽、人工培地、基本培地:

花粉の発芽力(花粉稔性)を調べる方法としては、正常な花の雌しべに受粉し発芽を観察する方法が最も確かですが、試験研究では、雌しべの代わりに人工的に発芽させるための発芽床を、水、砂糖液、寒天などを用いて作り、これを「培地」とします。この培地上に花粉をばらまいて発芽率を調べることができれば、自然状態によらずいつでも発芽実験が出来るので好都合です。花粉の人工発芽とは、この人工的な発芽の操作のことであり、人工培地としては歴史的には蔗糖などを加えpHを調整した厚さの薄い寒天がもっぱら基本培地として用いられました。しかし、培地の浸透圧、pH、湿度、温度などは、植物の花粉の種類により要求度が違いますので、植物の花粉の種類ごとに異なる人工培地をつくり、培地の性能を高める必要があります。

つまり、この中山論文により、イネ花粉の人工培地による発芽試験に初めて成功し、イネ花粉が 5 分間で発芽しなくなることを科学的に証明したと主張されています。

しかし、以下の から の理由のとおり、この主張には大きな過誤があり、イネ花粉が 5 分間で発芽しなくなるということを科学的に証明したものは到底言えません。

中山（1934）は空中に放置した時間（1～5 分間）による発芽率の低下を、花粉が発芽する（+で表示）か否（0で表示）かで判定した結果（同論文 1923 ページ、第 6 表）にもとづいて、5 分間で完全に発芽力を失うと結論づけたのです。発芽力をなぜパーセントで示さずに+と0で示したかということ、同氏の人工培地を用いても健全花粉の発芽率は実験の度ごとに振れがあり、最小値と最大値は品種「赤毛」で 42.8～90.4%、「栗栖」で 59.4～91.5%、「四平街」で 40.6～95.9%という結果だからです（同論文 1925 ページ中程）。中山氏よりも前の複数の研究者によるイネ花粉の人工発芽の方法では、最小値がゼロの場合もありましたから、それらに比べれば中山の方法は改良が進んだことは確かです。けれども、本来ほぼ 100%の発芽率を示すはずの健全花粉が 50%前後の値しか示さない場合もある方法は、安定した方法とは言えません。

わが国における花粉学の祖・岩波洋造著『花粉学』（1980 年。講談社）の「5. 花粉の培養」の項には、「花粉の培養はこれらの花粉の特性を考えながら行なわねばならないが、花粉の中には厳しく独自の環境を要求するものと、かなりルーズなものがあり、後者は人工培養が容易であるが、前者は雌ずい<sup>11</sup>ではよく発芽しても培地では育てにくい。」とあります。このような場合には、より一層再現性の高い人工発芽法の改良に努めながら、一方では花の雌ずいに受粉して柱頭上での花粉発芽や

---

11 雌ずい（しずい）：雌しべと同じ。

花粉管伸長（侵入）、さらには結実率（稔実率）を調査するのが常道です。

この点について、刈屋国男（1989）論文は、過去に安定した再現性の高い方法が無かったからと、イネ花粉の人工発芽法の改良を試み、高発芽率でしかも再現性の高い人工発芽（発芽率 80%以上、標準偏差 10%以下）に成功したと報告しています（論文課題：イネの開花期冷温処理による不稔 第 3 報 花粉の人工発芽法の確立。日本作物学会記事 58: 96-102）。この方法の特徴は、培地の組成を 1%寒天、20%しょ糖、20PPm ホウ酸としたこと、発芽容器として直径 4.5cm シャーレを用いたこと、培養温度を 20 前後としたこと、花粉の培地への置床は穎花から葯をピンセットで採取しシャーレの縁に軽くたたきつけて葯内の花粉を直接培地に置床するというものです。従来の方法に比べ、この方法で安定して高発芽率が得られるようになった主因は、人工培地に硼酸(20 ppm)を添加したことと、培養適温を 20 前後としたことです。

この刈屋論文からも分かるとおり、横尾氏の陳述書（乙第 113 号証）が「イネ花粉が 5 分間で発芽しなくなることを科学的に証明した」と主張される中山氏の発芽試験が、実はまったく不備なものだったのです。

成熟花粉が 3 つの核を内包するイネ科やアブラナ科などの三核性花粉については、人工培地による安定的な発芽試験は一般に極めて困難であることが、国際的にも知られています（たとえば、世界的な斯界の名著 Shivanna, K. R. and Johri, B. M. 1985. "The Angiosperm Pollen: Structure and Function" = 「被子植物の花粉：構造と機能」 John Wiley & Sons の p.92-94 に、In vitro germination = 「人工発芽」の項があり、そのなかに "A major limitation of the test is the difficulty in achieving in vitro germination in several taxa, particularly in three-celled systems." = 「人工発芽試験の主要な制約は、少なからぬ植物種とくに三核性花粉の機構をもつ種では人工発芽試験が困難なことである」という一節があります。



つまり、三核性花粉という構造的特徴をもつイネなどの花粉では、現在でも普遍的試験法は確立されておらず、したがって、中山氏による人工培地の発芽試験の結果をもって、横尾氏の陳述書が言うようなイネ花粉の寿命を科学的に「測定する検定法が確立」(二、1)したとは到底言えません。

さらに言えば、イネ花粉の人工発芽試験について、現在では再現性が一層安定して向上した人工培地が用いられ、中山氏や刈屋氏のような寒天培地による発芽試験は行われません。その証拠として、一例を示せば、イネでは厚さ 1.5mm のグルテン培地による発芽試験などが行われています (Song, Z. P., Lu, B. R. and Chen, J. K. 2001. A study of pollen viability and longevity in *Oryza rufipogon*, *O. sativa* and their hybrids. IRRN 26(2): 31-32. この雑誌は、国際イネ研究所 (IRRI) の雑誌 International Rice Research Notes の略です)。参考資料として、この発芽試験のさわりの図と表を別紙アとして示します。

この中国人研究者による人工発芽試験では、グルテン培地の組成は、純水 100ml 当たり硼砂 (刈屋論文の硼酸と同様、硼素の供給源です) は 0.1 グラムですが、蔗糖は 8~15 グラム、グルテンは 20~30 グラムの範囲で種々の濃度を組合せた 9 種類の培地を用意して実験しています。なぜ 9 種類もの培地を用意したかということ、それは、今でも普遍的試験方法が確立されていないためです。ちなみに、この論文で供試されたインド型栽培イネ品種 "Minghui 63" の花粉では、開葯直後の花粉の発芽率 (約 85%) が半減する (約 42%) のは 6 分間後で、10 分間後でも 20% であり、0% になるのは約 30 分間後です。野生イネ *Oryza rufipogon* では、開葯直後の花粉の発芽率 (約 60%) が半減するのは 12 分間後であり、0% になるのは 60~70 分間後です。また、栽培イネと野生イネの雑種では開葯直後でも約 34% と低いですが、これが半減するのは 10 分間後であり、40 分間後でも僅かながら発芽します。なお、この実験と平行して、ヨードヨードカリ ( $I_2-KI$ ) 液染色による染色花粉の割合で花粉

の生存率を推定することも試みています。

もう1つ英国の人工発芽試験の結果を示しましょう (Khatun, S. and Flowers, T. J. 1995. The estimation of pollen viability in rice. *Journal of Experimental Botany* 46(282): 151-154)。この人工発芽試験の要旨を、参考資料として別紙イとして示します。この人工発芽実験では、人工培地による発芽試験の他に、いろいろな染色液による染色花粉の割合で花粉の生存率を推定することも試みています。詳細は省略しますが、正常個体における開葯直後の花粉の発芽率が半減するのは20分間以内だと結論づけています。

以上に見てきましたとおり、花粉の人工発芽実験に精通した世界の研究者からみれば、イネ花粉の人工発芽実験に関して、中山 (1934) 論文がイネ花粉の寿命は5分間であるということを科学的に証明したと考える者は皆無に等しいでしょう。

(3) . 長尾正人・高野胤雄 (1938) 論文：稲の花粉及び柱頭の授受精能力保持期間に就て . 所収：長尾正人 (編) 「農学論叢」養賢堂 pp. 88-92 .

実験に用いた品種は不明で、受粉後に交配袋を掛けたかどうかの記載もありませんが、開葯した葯から採取直後の花粉を除雄した穎花の雌しべの柱頭に受粉した場合の平均結実歩合は54.34%であったものが、1分後の花粉では30.26%、5分後では3.77%であり、30分後では0%でした。この場合の花粉は、開葯直後の花粉を採取後時計皿に入れて、交配室に直射日光を避けて置き、所定時間放置したものです。そこで彼らは、(2)で紹介した中山 (1934) 論文が人工発芽床による発芽実験によってイネの花粉が葯から放出されて後5分間位で発芽力を失うという結果との一致性を強調し、イネ花粉の実用的寿命は開葯後5分間ではすでに無くなると結論づけたのです。

この場合、彼らは野口・浜田 (1927) のイネ花粉の寿命は50時間という論文も引

用してはいますが、自分たちの実験の方が自然状態における結果であるとして、寿命の 50 時間を採用しておりません。

(4) . Koga, Y., Akihama, T., Fujimaki, H. and Yokoo, M. (1971)論文 : Studies on the longevity of pollen grains of rice *Oryza sativa* L. I. Morphological changes of pollen grains after shedding. *Cytologia* 36: 104-110. (疎甲 96)

品種「水稻農林 8 号」を用いて、柱頭上での花粉発芽率が開葯直後ではほとんど 100%であり、4 分後でも 96.7%と高いが、8 分後、15 分後でもそれぞれ 33.3%と 33.7%の発芽率であることを示しています。

確かに、人工受粉に用いる花粉のように育種のために交配させることを目的とした花粉の場合には、100%近い発芽率を維持していることが望まれます。つまり、ここでは、100%近い発芽率の維持 = 花粉の寿命という考え方をするのです。したがって、この実験結果からは、8 分後では 33.3%の発芽率ですから低すぎますが、4 分後の花粉は発芽率 96.7%ですから、この論文から、人工受粉に用いることが可能なイネ花粉の寿命としては、「5 分間の定説」がほぼ再確認されたことにはなりません。

しかし、ここで重要なことは、今回の裁判で問われていることが、人工受粉を目的とした場合の花粉の寿命のことでは全くなく、遺伝子組換えイネの花散における花粉の寿命のことだということです。この違いを正しくわきまえておくことが決定的に重要です。なぜなら、人工受粉を目的とした場合には、そこで問題にされる花粉とは、あくまでも「人工受粉に用いることが可能な条件を満たす」花粉のことであり、それは取りも直さず、100%近い発芽率を維持する花粉のことであり、そして、この条件を満たす花粉の寿命のことをここでは「花粉の寿命」と言っているにすぎないからです。これに対し、ここで問題とすべき遺伝子組換えイネの花散

散の場合には、そうした特殊な条件は一切不要であって、単に、生物学的に見て、雄しべの葯から放出されたイネの花粉はどれくらい時間が経過しても交雑能力を有するかということをお問うべきだからです。

したがって、今回の裁判のように、遺伝子組換えイネの花粉飛散の場合には、純然たる生物学的な見地から花粉の寿命がどれくらいまであるのかを問題とすべきであって、花粉の寿命を「100%近い発芽率の維持」という人工受粉に特有な考え方に立って考えることはむしろ間違いです。その意味から、人工受粉に用いることが可能なイネ花粉の寿命を検討したこの論文の結果から、生物学的な花粉の寿命を導き出すことはできず、そのことは、この論文自身が次のように、みずから雄弁に物語っている通りです。

第一に、著者たち自身、論文の Discussion( 考察 )のなかで、"There were, however, observed some exceptional cases in which a few pollen grains kept viability even for 15 minutes." ( 109 ページ上から 6~7 行目 ) = 「しかしながら、いくらかの花粉は例外的に 15 分間後でも生存していた。」と書き、

第二に、考察の末尾文でも "These exceptionally long-lived pollen grains also should practically be noticeable, because a small number of viable pollen grains, even a single pollen out of them, is enough to fertilize an egg cell." ( 同 109 ページ上から 16~18 行目 ) = 「これら例外的に長命の花粉についても、実際問題としては注目に値する。なんとなれば、少数の生存花粉、よしんばそれがたった 1 粒だけであったとしても、雌しべの卵細胞と受精するには十分なのだから。」と締め括られているからです。

それにもかかわらず、横尾氏の陳述書では、この論文の結論を、単に「前述の中山と同様、イネの花粉の寿命は 5 分であるという結論を導いています。」としていまず(二、三)。

ちなみに、横尾氏の陳述書の論拠になっている本論文の共著者 4 名の末尾は、当の横尾政雄氏ご本人です。

(5) . なお、横尾氏は、陳述書において、「イネ花粉の寿命が 5 分間以内であることについて、学会でも反証データは出されていない」(三、1)と主張されています。

しかし、ここでは仮に、横尾氏が非科学的だからと無視する野口・浜田(1927)論文の 50 時間という値を排除したとしても、上述のとおり横尾氏自身らの論文(Koga et al. 1971)で言う「例外的花粉」なるものは、15 分後で 30%以上もあるのです。

そしてまた、先に示した新しい論文(別紙アとイ)でも、かなりの花粉が生存している時間は 10 分間とか 20 分間であり、発芽率がゼロになる時間はずっと長いのです。地球上の人間の寿命を考えてみても、長い人から短い人までさまざま、環境によっても変わります。ですから、全実態を正確に把握した上でなければ、どの範囲が通常で、どれだけ短いか長ければ例外だとは単純に言えません。イネ花粉についていえば、全体の極々僅かしか調べられていないのが現実です。

ですから、本当は、これを例外とすることが間違いで、生物の生と性は多様なだから状況次第で長生きする花粉の割合が変動すると考えるべきでしょう。とはいえ、人工受粉用の花粉に限って言えば、この場合には 5 分後までしか使わないという考えが正しいと私が思っていることはもちろんです。

(6) . 最後に、横尾氏が、イネの形態生理の専門家である星川清親氏の著作である農文協(編)の「稲作大百科 第 2 版」のなかで「柱頭に着かずに空気中に放置されるばあいは、5 分以上たつと発芽力を失う」との解説があるとしていること(三、2)については、上述の一連の事象をご覧下されば、この解説が金科玉条ではないことがお分かりいただけるでしょう。

#### (7) . 結論

以上の検証からも明らかな通り、横尾氏の陳述書が言う『『イネ花粉の生存限界時間は5分間』が現代の定説である』とする科学的な根拠は全くありません。

#### 4 . 「イネ花粉の生存限界時間が50時間」という見解は非科学的なものか

横尾氏は、陳述書の中で、野口・浜田（1927）論文を非科学的なものとして否定しています。その論拠について、それが果して科学的なものかどうか、ひとつずつ検討してみたいと思います。

(1) . 横尾氏の陳述書は、野口・浜田（1927）論文の、開葯後の葯から採取した花粉をいろいろな時間経過させてから人工受粉して、柱頭上の花粉発芽や結実率を調べる方法と、中山（1934）論文の人工培地で発芽実験を行う方法とを比較して後者の人工発芽実験方法が極めて科学的だと結論づけています（四、1）。

しかし、中山（1934）論文が今日から見れば再現性に乏しい、いかに不確かなものであるかは、既に6頁(2)で詳しく述べた通りですが、今それに、もう1つ、つけ加えておきたいことがあります。

それは、人工発芽実験が容易でない三核性花粉の植物について、かつて人工発芽実験に挑戦した研究者のほとんどは、再現性のある方法が確立できず信頼できるデータが取れないため、残念ながら論文発表をしないままに実験を断念してきたという事実です（アブラナ科植物の花粉で実験を重ねた、若い頃の私もそういう経験を多くしました）。

(2) . 横尾氏の陳述書の四、3で主張するとおり、除雄しただけで未受粉のまま袋掛

けた対照区を設けることが正しい実験方法であることは申すまでもありません。その点、野口・浜田（1927）論文は対照区を設けた跡が文中にも図表にもありませんので、不十分さはあります。しかし、横尾氏自身らの論文（Koga et al. 1971）でも引用され、「5分間」説の根拠のひとつにされている上述の長尾・高野（1938）論文（雌しべに人工受粉して結実歩合を調べて5分間後には0%になるとした原著的論文）でも、野口・浜田（1927）論文とまったく同様に対照区については何も言及されていません。それなのに、野口・浜田（1927）論文だけが非難され、「5分間」説の根拠とされる長尾・高野（1938）論文はまったく非難されないのは、(1)で述べた発芽実験において予断を持った場合に落ち込む思い込みに似て、「定説」としての5分間が前提にあるからと思えて仕方がありません。とはいえ、上掲の論文（別紙ア、イ）などからみて、50時間という長さには、実験上の問題が含まれているのかも知れません。けれども、実験に用いる品種、処理条件を野口・浜田（1927）論文と同様の3水準の処理区に加え、より自然条件下である屋外に花粉を置く処理区も設けて、精密な実験を行なった例は今までにありません。ですから、実際にこれと同じくらい精密な実験を反復してやってみないままに、不確かな中山（1934）論文を論拠にして50時間を否定することはできないと思います。

(3)．横尾氏の陳述書は、この論文では貯蔵2日後の花粉を受粉したところある程度の受精力があつたのに、花粉発芽や花粉管伸長の調査では柱頭に侵入する花粉管が見られなかったことを、「極めて単純かつ重大な矛盾」としています（四、4）。

しかし、柱頭上への自然受粉花粉数とか受粉花粉の発芽状態の観察結果と、結実率とを比べたときに、一見矛盾するようなデータが得られることは、以下に詳述する通り、実験操作上よくあることで、別段「極めて単純かつ重大な矛盾」ではありません。

そもそもこの実験では、結実歩合を調べた雌しべの数と自然受粉花粉数や受粉花

粉の発芽状態を調べた雌しべの数とが異なっており、前者の数よりも後者の数が少ない場合には、このような結果が一層得られやすくなるのです。

具体的に、野口・浜田（1927）論文で関連するデータを見てみましょう。

まず、結実歩合を調べたデータは受粉した花の数で示され、1 日後では各処理平均 158.0 花で平均種子形成数<sup>12</sup>は 4.3 個（結実歩合 2.7%、つまり約 36 花に一つの割合）、2 日後平均 155.7 花で 11.0 個（7.1%、つまり約 14 花に一つの割合）です。一方、花粉発芽や花粉管侵入を調べたデータは受粉した花粉の数で示され、1 日後では各処理平均 215.0 花粉粒、2 日後 235.7 花粉粒となっています。後者のデータに関連して調査花数や 1 穎花当たり受粉花粉数は示されていません（実際に人工受粉したときには、1 穎花当たり数十から数百粒の花粉が受粉されますが、柱頭を顕微鏡で調べる過程の固定や染色などの操作において、受粉花粉が柱頭から離れてしまうことがあることは、このような実験を度々したことのある研究者がじゅうじゅう承知していることです。）

そこで、5 日後の室温区では 25 粒、40%湿度区では 36 粒とありますので、これが 1 穎花当たりの調査花粉数だとすれば、1 日後と 2 日後の調査花はそれぞれ全部で 20 花ずつしか調べていないことになります。2 日後では平均 155.7 花で 11.0 個（7.1%）が結実（つまり 100 花受粉して 7 つだけ種子が結実する）という状態のときに、20 花しか調べてなければ、サンプル数の少なさからくるデータのばらつきによって、2 日後の花粉では雌しべへの花粉管侵入が見られないことがあっても当然でしょう。逆に野口・浜田氏は予断を挿まず、得られた結果を真摯に見た結果を報告しているとも考えられます。近代農学の元祖と目される野口氏が、このような結果を発表したのは、その矛盾が分らなくて公表したのではなく、実験結果に十分自

---

12 平均種子形成数：種子形成数は、野口・浜田（1927）論文に出てくる言葉ですが、別の言葉で言えば結実歩合や結実率と同義語です。



信があつてのことと考えられます（ちなみに、野口氏は養賢堂発行の名著『農学大事典』（初版 1961 年～第 2 次増訂改版 1987 年）の監修者です）。

本来ならば、同一の雌しべを使って、受粉花粉数から結実の有無までを連続的に調べることができれば、こうしたデータのゆがみはかなり解消されますが、イネでは実際問題として実験操作上の困難が多過ぎてほとんど行なえません。ここで、「かなり」と修飾語をつけた意味は、たとえ連続的に調査できても、すべての雌しべに同時に受粉するわけにはいきませんから、受粉するのに時間的ずれが生じますので、これもデータが振れる要因になるのです。

以上の検証からも明らかな通り、横尾氏の陳述書が言う「イネ花粉の生存限界時間は 50 時間であるという見解は非科学的なものであり、退けられるべきである」という説明にも科学的な根拠は全くありません。

## 5 . 二重の袋掛けの安全性について

今回の裁判所の決定の理由の中で、イネの交雑の可能性について、債務者が予定する二重の袋掛けの防止策を評価して、イネ「の交雑能力もせいぜい 5 分程度にすぎないこと等を併せ考えると、債務者の予定する前記飛散防止策により、一応、現在周辺農家において生育中の一般イネとの自然交雑の可能性はほとんどない」（19 頁）と判断していますが、この判断は、これまで長い間、このような野外実験を数多くやってきた研究者からみて、極めて違和感があるものです。

まず、イネ「の交雑能力もせいぜい 5 分程度にすぎない」という判断が科学的な根拠がないものであることは、既に 5 頁以下で詳しく述べた通りですが、この二重の袋掛けの防止策にしても、物理的な覆いは、抜かりなく覆ってある積りでも、えてして台風や突風などの物理的または昆虫や鳥やモグラなどの生物的な要因によっ

て交配袋が破けたり外れたり、不織布の覆いに隙間が出来たりすることは、長い間、野外実験の研究生活をしている人たちは私を含めて一度ならず経験していることです。したがって、このように二重の袋掛けの防止策をしたからといって、「一般イネとの自然交雑の可能性はほとんどない」とは断定できません。

しかも、天候如何でイネの開花時間は大幅に変動し、曇天の日の開花は著しく午後にずれ込みます。なおかつ、ある程度の花粉が不織布を通過して出入りして自然交雑し得ることは、一般には虫媒受粉植物とされるアブラナ科植物ですら、アブラナ科研究者の間では常識です。ところが、今回の遺伝子組換えイネの野外実験計画では、「午後には花粉が交雑能力を完全に喪失した状態となっていることが科学的に明らかである」として、「午後3時以降にイネの観察を行な」うために構築部内に入って、パラフィン紙袋をはずすのです。これでどうして安全であると言えるのでしょうか。

## 6．集団間に自然交雑が生じる最長距離

なお、決定の中に、債務者の主張として、「これまでの専門的知見によれば、イネの交雑の生じた最長距離は 25.5 メートルである」( 8 頁イ (イ)) とあり、これがあたかも、イネ集団間に自然交雑が生じる普遍的な値であるかのように債務者により主張されていますが、しかし、これは以下の理由により普遍的な値とは言えません。

(1) . 今回、農水省は一連の実験で 25.5m まで交雑したからと 26m に変更したことについて ( 疎甲 2 9 )

これに対しては、すでに、60 m<sup>2</sup>の花粉源から 43.2m まで交雑したという Song et al. (2003) の下記の論文があります ( 疎甲 30 . 655 頁。表 8 左下 )。これは中国人研究者の実験であり、栽培イネから野生イネへということですが、花粉飛散距離につ

いては参考にはなりません。また、下記の Song et al. (2004) は、観察結果にもとづいて GM イネの隔離距離は 110m にすべきであると提言しています。同年には、den Nijs et al. (2004) も、110m 以上を提言しています ("Introgression from genetically modified plants into wild relatives" CAB International, UK. pp. 1-403.)

Song, Z.P., Lu, B-R., Zhu, Y.G. and Chen, J.K. 2003. Gene flow from cultivated rice to the wild species *Oryza rufipogon* under experimental field conditions. *New Phytologist* 157: 657-665. (別紙ウ)

Song, Z.P., Lu, B-R., Zhu, Y.G. and Chen, J.K. 2004. Pollen flow of cultivated rice measured under experimental conditions. *Biodiversity and Conservation* 13(3): 579-590. (別紙エ)

花粉源が広ければ、もっと遠くまで交雑し得ることは自明の理ですから、彼らの 110m という提言は普遍的な隔離距離ではありません。イネに限ったことではありませんが、安全な隔離距離は基準化できません。それを、何年かの実験データに基づくからと基準化し、定説化することは限りなく非科学的で、植物（生物）の生と性の実態を全く無視するものです。この 2 つの論文は、今、養賢堂発行の月刊雑誌「農業および園芸」に連載中の拙著論文「植物集団間の自然交雑と隔離に関する受粉生物学的研究」に引用しており（本年 6 月号掲載の連載〔6〕）、もう一度詳しく引用しますが（すでに入稿済み）、26m という基準がいかに不確かな値であるかがお分かりいただけるでしょう。

なお、通常の市販種子やその親となる原種などの採種栽培の基準や指針では、自然交雑可能な集団間の隔離距離を示しています。しかし、これは自然交雑の頻度を、許容され得る値以下にするためのあくまでも大まかな目安でしかありません。ですから、集団間では自然交雑があってはならない遺伝子組換え植物の隔離距離に、通

常の採種基準が示す隔離距離を適用することはできません。

## 7. 生物現象を論じる際の基本「あご・ほっぺ理論」

最後に、生物現象を論じる際の最も基本的なことについて、一言、述べておきたいと思います。

生物現象は、固定的なものではありません。これまで紹介してきましたとおり、  
か×のいずれかに単純に仕分けできないことだらけなのです。ですから、同一品種を同一地に同一規模で同一方法にて栽培したとしても、年によって植物たちが示す形質発現が異なることは、現場の育種家がもっとも良く認識していることです。このことを大前提にして考えますと、集団間の適正な最小隔離距離を求める際には、自殖性・他殖性という生殖様式に囚われず、実際の採種栽培に即した規模の採種圃と花粉源となる圃場の面積を用意して、花粉流動ならびに遺伝子流動の調査範囲をできるだけ広く設定したうえで、試験地の環境条件を考慮しながら受粉生物学的観点からの基礎調査を行う必要があります。

その場合、過去の論文の研究結果を総括することが不可欠ですが、それら過去の論文の研究目的と今回新たな問題に対応するための研究目的との異同を厳格に吟味しながら作業をすすめる必要があります。ただし、そのようにして行った基礎調査に基づいたとしても、標準化した最小隔離距離を1つの数値で断定的に普遍化することは不可能です。

その理由は、上述のとおりであり、植物でも動物でも生物現象は固定的な「ピン」と「キリ」だけの世界ではなく、「ピン」と「キリ」との間の連続的な系であり、「ピン」と「キリ」にしても可変性に富み、生物個体（集団）の内的・外的環境によって容易に変化する世界だからです。私は、植物たちの生と性の多様性と柔軟性に学び、「あご・ほっぺ理論」を提唱しました。顔には形状が可変性に富む「あご」と「ほ

っぺ」がありますが、両者の間に境目はなく連続的です。本来、生物現象は、可変性に富む「ピン」と「キリ」の間の連続的で多様性の高い系であると認識すべきです。私は、このことを顔の「あご」と「ほっぺ」の関係になぞらえて強調したわけです（詳細は、下記の生井（2001，2002a）の「あご・ほっぺ理論」を参照してください）。

残念ながら、近年の遺伝子組換え技術の急速な実用化に向けた動きは、この「あご・ほっぺ理論」とは対極にあるように思え、育種研究とくに植物育種における受粉生物学の体系化に努めてきた私は、大きな不安を隠しおおせません。一例を挙げれば、却下理由の7ページの（4）本件野外実験の安全性の項のAに、すでに3年間で「異常個体はすべて排除し」、「今回のGM イネは、すべて異常を確認していないものを選別」とありますが、著しい異常株から完全な正常株まで連続的に存在するのに、どうやって真に安全なものだけを選抜したと言えるのでしょうか。もちろん、私は遺伝子組換えの研究を全面的に否定するものではありませんが、今はまだ実用化研究の前に成さねばならない基礎研究が限りなく山積しているのではないのでしょうか。

#### \* 参考文献

生井兵治 2001. 「ダイコンだって恋をする - 農学者「ポコちゃん先生」の熱血よろず教育講座」エス・ジー・エヌ, 東京.

生井兵治 2002. 「あご・ほっぺ理論」は訪花昆虫が植物の花たちに及ぼす受粉効果や植物の適応と分化に果たす役割など生物学・生命科学研究に役立つ. ミツバチ科学 23: 37-42 .

