

原 著

花 粉 の ガ ス 生 理 II

活動相のガス代謝 (1)

多 田 洋*

Gas Physiology of Pollen II

Gas Metabolism of Active Phase Pollen (1)

Hiroshi TADA*

(受付：1983年5月1日)

緒 言

前報¹⁾において、花粉の生理学的な研究には、花粉を休止相 (resting phase) と活動相 (active phase) の2相に分けて考える必要性があることを提唱し、その休止相における花粉のガス代謝について報告した。今回は活動相における花粉のガス代謝について報告し、活動相と休止相の間のガス代謝における相違を明らかにしたい。

活動相の花粉のガス代謝とは、即ち、発芽時および花粉管伸長時のガス代謝に他ならない。花粉の発芽および管伸長に対しては酸素が必要であることは半ば常識とされているが、厳密にどの程度必要であるかといった詳細な研究は従来あまりみられない。また、花粉管が伸長していくべき雌蕊の花柱や子房内部のガス組成と花粉管の伸長の関係も興味ある問題であるが、これについても殆んど知られていない。一般に、未分化の細胞、あるいは成熟していない細

胞には高濃度の酸素が悪影響を及ぼすことが知られている。例えば、ヒトの未熟児の盲膜の完成には高濃度の酸素が悪影響を及ぼすことはよく知られている事実であり、また、受精卵が少数回分裂しただけの非常に未分化な状態で飛散するラン種子の人工発芽に対しても、高濃度の酸素が有害に働くことが報告^{2),3)}されている。植物の系統進化に関連して、被子植物の子房壁の出現が、乾燥に対する適応とする考え方以外に、植物の繁栄と共に増加した大気中の酸素に対して受精卵および発生初期の胚を保護するための適応とする考え方もあるが、受精卵および初期胚の発生に適した雰囲気を内部に持つよう適応したと考えられるその子房中を花粉管が伸長していくように、花粉の方もまた適応しているのかどうかを知ることも興味深いことである。このような観点から、種々のガス条件下での花粉の発芽および管伸長を検討した。

* 〒665 宝塚市紅葉が丘10-1 甲子園大学栄養学部

* Faculty of Nutrition, Koshien University, Takarazuka, Hyogo, Japan.

材料と方法

花粉としては、ヤブツバキ (*Camellia japonica*)、チャ (*C.sinensis*) の保存花粉 (前報¹⁾参照) および テッポウユリ (*Lillium longiflorum*)、オオマツヨイグサ (*Oenothera erythrosepala*)、トウモロコシ (*Zea mays*) の新鮮花粉を用いた。

ショ糖 10% (トウモロコシの場合は 20%)、ホウ酸 (10 ppm)、硝酸カルシウム (100 ppm) の入った寒天 (1%) 斜面培地の入ったツンベルグ管に花粉を約 50 mg ずつ塊状に植え、ガス置換 (前報¹⁾参照) して後、25°Cで 24 時間培養し、ツンベルグ管から花粉の置床してある部分の寒天培地を取り出し、スライドグラスにのせて、顕微鏡観察により管長 (トウモロコシの場合は省略する) および発芽率 (表示方法は前報¹⁾と同じ) を調べた。ガスとしては、CO₂、O₂、N₂の 3 種を単独あるいは組合わせて使用した。

結果

(1) ヤブツバキおよびチャ花粉の場合

まず、CO₂、O₂、N₂各 100% およびそれらの 2 種 50% ずつの組合わせでの発芽を検討した。その結果は Table 1. に示すように、予想される通り CO₂、N₂ 各 100% および CO₂ と N₂ の組合わせで発芽が認められず、O₂ 100% および O₂ と N₂ の組合わせで発芽が認められたが、興味深い点は、O₂ を 50% 含むにもかかわらず、CO₂ 50% との組合わせで発芽が認められなかったことである。そこで、CO₂ と O₂ の 2 者の組合わせで検討したところ、Table 2. に示すように、CO₂ 濃度が高くなるにつれて管長が短くなり、CO₂ が 30% 以上になると発芽が完全に抑えられることが明らかになった。次いで、O₂ と N₂ の組合わせ、および CO₂ と O₂ の組合わせの CO₂ 20、25、30% での発芽を検討したところ、Table 3. に示すように、O₂ は 1% でも十分発芽するが、管長は対照に比して短く、完全な

Table 2. Germination of pollen in gas.

| Gas Ratio | | | I | II |
|-----------------|----------------|----------------|------|-----|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | | |
| 1 | 99 | 0 | +++7 | ++6 |
| 5 | 95 | 0 | +++6 | ++6 |
| 10 | 90 | 0 | +++5 | ++5 |
| 20 | 80 | 0 | +++3 | ++3 |
| 30 | 70 | 0 | — | — |
| 40 | 60 | 0 | — | — |
| air | | | ++9 | ++8 |

* *Camellia japonica* pollen stored in refrigerator for 65 days.

Table 3. Germination of pollen in gas.

| Gas Ratio | | | I | II |
|-----------------|----------------|----------------|------|------|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | | |
| 0 | 0 | 100 | — | — |
| 0 | 1 | 99 | +++5 | ++5 |
| 0 | 5 | 95 | +++7 | ++6 |
| 0 | 10 | 90 | ++10 | ++10 |
| 0 | 20 | 80 | ++12 | ++10 |
| 20 | 80 | 0 | ++4 | ++4 |
| 25 | 75 | 0 | +3 | +2 |
| 30 | 70 | 0 | — | — |
| air | | | ++10 | ++10 |

* *Camellia japonica* pollen stored in refrigerator for 120 days.

Table 1. Germination of pollen in gas.

| Gas Ratio | | | I | II |
|-----------------|----------------|----------------|------|-----|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | | |
| 100 | 0 | 0 | — | — |
| 0 | 100 | 0 | +++7 | ++7 |
| 0 | 0 | 100 | — | — |
| 50 | 50 | 0 | — | — |
| 50 | 0 | 50 | — | — |
| 0 | 50 | 50 | +++7 | ++7 |
| air | | | ++8 | ++7 |
| vacuum | | | — | — |

* *Camellia japonica* pollen stored in refrigerator for 60 days.

管長に達するには O_2 が 10 % 以上必要なこと、および CO_2 が 25 % でほとんど発芽が抑えられ、30 % で完全に抑えられることが明らかになった。さらに、 O_2 の 0.5~5 % と N_2 の組合せ、および O_2 1、5、10 % のそれぞれに対して CO_2 1、5、10、20、30 % を組合せた (N_2 を加えて 100 % とする) 実験を行なったところ、Table 4. に示すように、まず O_2 は 0.5 % の低濃度でも発芽すること、および O_2 が 1、5、10 % のいずれにおいても CO_2 濃度が 30 % 以上になると発芽が完全におさえられることが明らかになった。

同様の実験をチャの花粉で行なったところ、Table 5. に示すように、 CO_2 に対する抵抗性が若干強いなどの差がみられるものの、ヤブツバキ花粉の場合とほとんど同じ結果が得られた。

CO_2 による発芽阻害が培地 pH の低下に起因する可能性があるため、培地 pH の花粉発芽に及ぼす影響を

Table 4. Germination of pollen in gas.

| Gas Ratio | | | I | II |
|-----------|-------|-------|------|-----|
| CO_2 | O_2 | N_2 | | |
| 0 | 0.5 | 99.5 | +++4 | ++3 |
| 0 | 1 | 99 | ++5 | ++5 |
| 0 | 2 | 98 | ++5 | ++5 |
| 0 | 5 | 95 | ++5 | ++5 |
| 1 | 1 | 98 | ++4 | ++4 |
| 5 | 1 | 94 | ++7 | ++6 |
| 10 | 1 | 89 | ++3 | ++2 |
| 20 | 1 | 79 | ++3 | +2 |
| 30 | 1 | 69 | - | - |
| 5 | 5 | 90 | ++6 | ++5 |
| 10 | 5 | 85 | ++6 | ++5 |
| 20 | 5 | 75 | ++4 | ++3 |
| 30 | 5 | 65 | - | - |
| 5 | 10 | 85 | ++7 | ++7 |
| 10 | 10 | 80 | ++8 | ++8 |
| 20 | 10 | 70 | ++3 | ++3 |
| 30 | 10 | 60 | - | - |
| air | | | ++7 | ++6 |

* *Camellia japonica* pollen stored in refrigerator for 125 days.

Table 5. Germination of pollen in gas.

| CO_2 | O_2 | N_2 | I | II |
|--------|-------|-------|------|------|
| | | | - | - |
| 0 | 0 | 100 | - | - |
| 0 | 0.5 | 99.5 | +++4 | ++4 |
| 0 | 1 | 99 | +++4 | ++3 |
| 10 | 1 | 89 | ++5 | ++5 |
| 20 | 1 | 79 | ++3 | ++2 |
| 30 | 1 | 69 | ±1 | - |
| 40 | 1 | 59 | - | - |
| 10 | 5 | 85 | +++7 | +++6 |
| 20 | 5 | 75 | +++7 | +++6 |
| 30 | 5 | 65 | +2 | ±1 |
| 40 | 5 | 55 | - | - |
| 10 | 10 | 80 | ++5 | ++5 |
| 20 | 10 | 70 | ++5 | ++3 |
| 30 | 10 | 60 | +2 | +2 |
| 40 | 10 | 50 | ±1 | ±1 |
| 10 | 90 | 0 | +++3 | +++3 |
| 20 | 80 | 0 | ++2 | ++2 |
| 30 | 70 | 0 | - | - |
| 40 | 60 | 0 | - | - |
| air | | | ++6 | ++6 |

* *Camellia sinensis* pollen stored in refrigerator for 21 days.

調べることにした。まず CO_2 ガス交換した培地の pH がどれほど低下するのかを知るため、 CO_2 を含む各種組成比にガス交換して 25°C に 1 時間放置したツンベルグ管内の寒天培地および蒸溜水の pH を測定したところ、Table 6. に示すように、 CO_2 30 % 区で寒天培地の pH は 5.7、蒸溜水で 5.0、 CO_2 100 % 区でも培地で 5.2、蒸溜水で 4.3 であった。そこで、酢酸バッファー ($\frac{1}{5}$ M CH_3COOH と $\frac{1}{5}$ M CH_3COONa を適当比に混合後さらに 50 倍稀釀) およびリン酸バッファー ($\frac{1}{5}$ M NaH_2PO_4 と $\frac{1}{5}$ M Na_2HPO_4 を混合後 50 倍稀釀) で培地を作り、ヤブツバキ花粉の発芽および管伸長をみたところ、Table 7. に示すように pH 6.1 で発芽が最も良く、とくにそれ以下の pH では著しく発芽が抑制された。しかし、酢酸バッファ

Table 6. pH of agar medium or water in Thunberg tube, head space in which is gas exchanged.

| Gas Ratio | | | pH | |
|-----------------|----------------|----------------|-------------|-------|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | Agar Medium | Water |
| 0 | 10 | 90 | 6.5 | 6.1 |
| 10 | 10 | 80 | 6.5 | 5.5 |
| 20 | 10 | 70 | 6.0 | 5.5 |
| 30 | 10 | 60 | 5.7 | 5.0 |
| 40 | 10 | 50 | 5.6 | 4.8 |
| 50 | 10 | 40 | 5.6 | 4.7 |
| 100 | 0 | 0 | 5.2 | 4.3 |
| air | | | 6.6 | 6.0 |

Table 7. Effect of pH of agar culture medium on germination of pollen.

| pH of Medium | Buffer | I | II |
|--------------|------------------------|--------|-------|
| 4.2 | Acetic ¹ | — | — |
| 5.0 | 〃 | ++ 0.3 | + 0.3 |
| 6.1 | Phosphate ² | +++11 | +++11 |
| 7.0 | 〃 | +++ 7 | +++ 7 |
| 7.6 | 〃 | +++ 5 | +++ 5 |

* *Camellia japonica* pollen stored in refrigerator for 7 days.

¹ : 1/50 (M/5 CH₃COOH + M/5 CH₃COONa)

² : 1/50 (M/5 NaH₂PO₄ + M/5 Na₂HPO₄)

—そのものの影響も考えられたのでクエン酸バッファー ($\frac{1}{10}$ M Na₃C₆H₅O₇ + $\frac{1}{10}$ M HCl あるいは $\frac{1}{10}$ M NaOH を混合後 50 倍稀釈) で培地を作り、同様の実験を行なったところ、Table 8. に示すように pH 6.1 で最も成育が良く、pHが低下するにつれて発芽率および管長共に悪くなつたが、pH 4.0 でも管長は非常に短いながらもかなりの率 (30~40 %) で発芽がみられた。これらのことから、高濃度の CO₂による発芽阻害は培地 pH の低下のみに起因するのではないことが明らかになった。

さらに、これらヤツツバキおよびチャの花粉は発芽できないようなガス条件におかれた場合もすぐ死ぬのではなく、一定時間発芽力を保持していることが確かめられた。即ち、チャの花粉を例にとると、Table 9. に示すように N₂100 %では 48 時間、CO₂100 %では 2 時間、CO₂30 %、O₂70 %では 24 時間、真空では 48 時間まで発芽力を保持していて、O₂に置換すると発芽することが明らかになった。

Table 8. Effect of pH of agar culture medium on germination of pollen.

| pH of Medium | Buffer | I | II |
|--------------|---------------------|--------|--------|
| 4.0 | Citric ¹ | ++ 0.3 | ++ 0.3 |
| 4.4 | 〃 | +++ 1 | ++ 1 |
| 4.7 | 〃 | +++ 2 | +++ 2 |
| 5.1 | Citric ² | +++ 3 | +++ 3 |
| 5.7 | Citric ³ | +++ 8 | +++ 8 |
| 6.1 | 〃 | +++11 | +++11 |

* *Camellia japonica* pollen stored in refrigerator for 8 days.

¹ : 1/50 (M/10 Sodium Citrate + M/10 HCl)

² : 1/50 (M/10 Sodium Citrate)

³ : 1/50 (M/10 Sodium Citrate + M/10 NaOH)

Table 9. Maintenance of germinability of pollen (placed on medium) in gas.

| Gas Ratio | | | Treatment Time (hr) | After Treatment | I | II |
|-----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------|-----|-----|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | | | | |
| 0 | 0 | 100 | 24 | O ₂ | ++5 | ++4 |
| 0 | 0 | 100 | 48 | 〃 | ±3 | ±2 |
| 100 | 0 | 0 | 1 | 〃 | ++3 | ++2 |
| 100 | 0 | 0 | 2 | 〃 | ++3 | ++3 |
| 100 | 0 | 0 | 3 | 〃 | — | — |
| 30 | 70 | 0 | 1 | 〃 | ++3 | ++3 |
| 30 | 70 | 0 | 2 | 〃 | ++3 | ++3 |
| 30 | 70 | 0 | 3 | 〃 | ++3 | ++3 |
| 30 | 70 | 0 | 4 | 〃 | +2 | — |
| 30 | 70 | 0 | 24 | 〃 | +1 | — |
| vacuum | | | 24 | 〃 | ++6 | ++5 |
| vacuum | | | 48 | 〃 | +2 | ±2 |
| vacuum | | | 72 | 〃 | — | — |
| air | | | — | — | ++6 | ++6 |

* *Camellia sinensis* pollen stored in refrigerator for 27 days.

Table 10. Germination of pollen in gas.

| Gas Ratio | | | I | II |
|-----------------|----------------|----------------|---------|---------|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | | |
| 0 | 0 | 100 | — | — |
| 0 | 0.5 | 99.5 | — | — |
| 0 | 1 | 99 | + 4 | ± 4 |
| 10 | 1 | 89 | + 3 | + 3 |
| 20 | 1 | 79 | ++ 6 | ++ 6 |
| 30 | 1 | 69 | ± 2 | ± 2 |
| 10 | 5 | 85 | ++ + 10 | ++ + 10 |
| 20 | 5 | 75 | ++ + 7 | ++ + 7 |
| 30 | 5 | 65 | ++ + 3 | ++ + 3 |
| 10 | 10 | 80 | ++ + 8 | ++ + 7 |
| 20 | 10 | 70 | ++ 5 | + 3 |
| 30 | 10 | 60 | + 2 | + 2 |
| 0 | 100 | 0 | ++ 10 | ++ 8 |
| 10 | 90 | 0 | ++ + 10 | ++ + 10 |
| 20 | 80 | 0 | ++ 3 | ++ 3 |
| 30 | 70 | 0 | + 2 | ± 2 |
| air | | | ++ 5 | ++ 5 |
| vacuum | | | — | — |

* *Lilium longiflorum* fresh pollen.

Table 11. Germination of pollen in gas.

| Gas Ratio | | | I | II |
|-----------------|----------------|----------------|---------|---------|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | | |
| 0 | 0 | 100 | — | — |
| 0 | 0.5 | 99.5 | ++ 10 | ++ 10 |
| 0 | 1 | 99 | ++ 10 | ++ 10 |
| 10 | 1 | 89 | + 7 | + 3 |
| 20 | 1 | 79 | + 4 | + 2 |
| 30 | 1 | 69 | — | — |
| 10 | 5 | 85 | ++ 10 | ++ 8 |
| 20 | 5 | 75 | + 2 | + 2 |
| 30 | 5 | 65 | — | — |
| 10 | 10 | 80 | ++ 7 | ++ 5 |
| 20 | 10 | 70 | ++ 7 | + 5 |
| 30 | 10 | 60 | ± 2 | — |
| 0 | 100 | 0 | ++ + 15 | ++ + 15 |
| 10 | 90 | 0 | ++ 12 | ++ 12 |
| 20 | 80 | 0 | ± 5 | ± 2 |
| 30 | 70 | 0 | + 3 | ± 2 |
| air | | | ++ + 15 | ++ + 13 |
| vacuum | | | — | — |

* *Oenothera erythrosepala* fresh pollen.

(2) テッポウユリ花粉の場合

テッポウユリの新鮮花粉を用いて同様の実験を行ない、Table 10. に示すような結果が得られた。まず、O₂の要求性に関しては、0.5 %では発芽が認められないが、1 %で弱いながらも発芽が認められた。また、CO₂に対してはヤブツバキより抵抗性がやや強く、どの O₂濃度の場合も CO₂30 %で発芽が認められたが、相当の抑制を受けていることは明らかであった。それ以上の濃度での実験を行なっていないが、おそらく CO₂濃度が 30 %を余り越えないところで発

芽が完全に抑えられるものと思われる。テッポウユリで興味深い点は、O₂ 1 %の場合を除き、CO₂が 10 %になると対照（空気）よりも管長が著しく長くなつたことで、CO₂による促進効果と考えられる。

(3) オオマツヨイグサ花粉の場合

オオマツヨイグサ新鮮花粉の場合は、Table 11. に示すように、ヤブツバキ同様 O₂が 0.5 %でも発芽可能で、それもかなり良好な成績を示した。CO₂に対する抵抗性は、ほぼヤブツバキ同様で O₂濃度が 10 %、70 %の場合を除き CO₂30 %で発芽が完全に抑えられ

Table 12. Germination of pollen in Gas.

| Gas Ratio | | | I | II |
|-----------------|----------------|----------------|-----------|-----------|
| CO ₂ | O ₂ | N ₂ | | |
| 0 | 0.5 | 99.5 | + 300(-) | + 300(-) |
| 0 | 1 | 99 | + 500 | + 500 |
| 0 | 2 | 98 | ++ 1000 | + 1000 |
| 0 | 5 | 95 | ++ + 2000 | ++ + 2000 |
| 0 | 10 | 90 | ++ + 2000 | ++ + 2000 |
| 0 | 20 | 80 | ++ + 3000 | ++ + 2000 |
| 0 | 100 | 0 | ++ + 1000 | ++ + 1000 |
| 1 | 5 | 94 | ++ + 1000 | ++ + 1000 |
| 5 | 5 | 90 | ++ + 500 | ++ + 500 |
| 10 | 5 | 85 | ++ 500 | + 500 |
| 20 | 5 | 75 | - (+) | - (+) |
| 30 | 5 | 65 | - (+) | - (+) |
| 1 | 10 | 89 | ++ + 2000 | ++ + 1000 |
| 5 | 10 | 85 | ++ 500 | ++ 500 |
| 10 | 10 | 80 | + 500 | + 500 |
| 20 | 10 | 70 | - (+) | - (+) |
| 30 | 10 | 60 | - (+) | - (+) |
| 1 | 20 | 79 | ++ + 1000 | ++ + 1000 |
| 5 | 20 | 75 | ++ + 1000 | ++ + 1000 |
| 10 | 20 | 70 | ++ 500 | + 500 |
| 20 | 20 | 60 | - (+) | - (+) |
| 30 | 20 | 50 | - (+) | - (+) |
| 50 | 20 | 30 | - (-) | - (-) |
| air | | | ++ + 3000 | ++ + 3000 |

* *Zea mays* fresh pollen. (Length of pollen tube : μm)

た。テッポウユリでみられたような CO_2 による促進効果は認められず、 CO_2 10 % でも阻害傾向が認められた。

(4) トウモロコシ花粉の場合

トウモロコシ花粉の場合の結果は Table 12. に示す。まず、 O_2 濃度に関しては 0.5 % でも若干発芽が認められたが、他の場合の発芽と異なり、管を伸ばしていくながら、管内および粒内で原形質流動が認められないという変則的な発芽であった。(表中 (−) とあるのが原形質流動が認められなかったことを示し、(+) は発芽が認められないにもかかわらず原形質流動が存在したことを示す。前報¹⁾ 参照) O_2 が 1 ~ 10 % と増加するにつれて管長および発芽率は増大するが、 O_2 100 % ではかえって管長が短くなった。 O_2 5 % で CO_2 濃度を 1 ~ 30 % と変えた(他は N_2) ところ、 CO_2 1 % ですでに阻害的傾向が認められ、 CO_2 20 % 以上で発芽は抑えられたが、原形質流動は認められた。 O_2 を 10 %、20 % にしても同様の傾向がみられたが、 O_2 20 % で CO_2 を 50 % にした場合は原形質流動も完全におさえられた。

考 察

活動相の花粉とは、花粉が雌蕊柱頭上か人工培地上に置かれた状態を意味するが、休止相にあった花粉は吸水すると共に活性が上昇し、活動相に入るやただちに発芽過程を開始するものと考えられる。しかしながら、必ずしも柱頭上や人工培地上に置かれなくても、花粉は一般に粒内の含水率が高まると活動相に入るものと考えられ(それ故、含水率が貯藏性を左右する大きな要因となる)、含水率が休止相と活動相を二分する最も大きな要因になっている。

高湿度条件での花粉の呼吸が調べられた例は、特に 2 核性花粉と 3 核性花粉の相違に主眼が置かれた報告^{4),5)}などかなりみられるが、活動相の花粉に及ぼす種々のガス条件の影響、言い換えれば、種々のガス条件下において花粉の発芽はどうなるのか、が調

べられた例は従来みられなかったように思われる。

活動相の花粉の O_2 の要求性は、 O_2 が 0 % では発芽がみられないことからも不可欠であることは明らかであるが、0.5 ~ 1 % というかなりの低濃度でも発芽および管伸長が可能であり、10 % では空気中と何ら変わりない正常な発芽を示すことが明らかになった。雌蕊の柱頭上ではガス組成は空気と等しいが、雌蕊の花柱および子房内ではガス組成が空気と異なっているものと考えられる。緒言で述べたように、子房壁が未熟胚の、大気中に増加した O_2 に対する防御壁として発達してきたのかどうかを知るためには、実際に未熟胚を有する子房中のガス組成を調べる必要がある。そこで子房内部に大きな空洞部を有するフウセンカズラ (*Cardiospermum halicacabum*) およびピーマン (*Capsicum annuum* var. *grossum*) の子房内空洞部のガス組成をガスクロマトグラフィーで測定したところ、両者とも比較的成熟して大きくなつた果実内のガス組成は空気とほとんど差はなかつたが、ピーマンの比較的未熟な果実では N_2 85.5 %、 O_2 14.0 %、 CO_2 0.5 % という組成を示す例があった。この点、テッポウユリの開花時の雌蕊中で調べられた O_2 15.4 % という値⁶⁾ と良く以ており、一般に未熟胚を有する子房中では O_2 濃度がかなり低くなっていると考えられるが、そのような O_2 濃度の低い子房中を伸長していけるように花粉の方も十分適応していることが裏付けられた。

CO_2 は O_2 濃度の如何にかかわらず、どの花粉でもほぼ 30 % 以上で発芽を阻害したが、トウモロコシ花粉では 20 % で発芽が抑えられた(ただし、原形質流動は CO_2 30 % でも認められ、50 % になっておさえられた)。また、 CO_2 の阻害が培地 pH の低下のみによるのではないことが明らかになったので、 CO_2 には培地の pH を低下させる以外に何か直接的に花粉の生理活性を阻害する作用があるものと考えられるが、その作用機構については今後追求する必要がある。ネズミの麻酔に CO_2 が利用された例^{7),8)} では CO_2 40 %、 O_2 60 % の混合ガスが使用されており、花粉が発芽しなくなる CO_2 濃度の 30 % という値に以ている点は興

味深い。また、コイで行なわれた実験では^{9),10)}、CO₂の溶解による水のpHの低下が麻醉の原因になっていないこと、また、その麻醉はCO₂が水に溶けてできる重炭酸イオンではなく分子状のCO₂によってひき起されていることが明らかにされている。CO₂は動植物を問わず生物に共通した生理効果を有するものと考えられる。

テッポウユリ花粉ではCO₂10%区で対照より良好な成績が得られたが、この点は同じテッポウユリ花粉を用いたSfakiotakis他⁶⁾の結果と同じである。彼らはこの現象を雌蕊中のCO₂濃度と関連させて考え、テッポウユリ雌蕊中のCO₂濃度の平均1.59%という

値が花粉の最適CO₂濃度に近いことから雌蕊の代謝によって発生したCO₂が花粉管の伸長を調整していると考えている。

N₂は花粉発芽に対しては全く不活性のように思われた。また、エチレンについても若干検討を加えたが、少なくとも高濃度のエチレンでは発芽に対して影響するような結果は得られなかった。

以上、活動相の花粉のガス生理について報告したが、前報の結果と合わせて、花粉の休止相と活動相の主としてガス生理における相違をまとめたのがTable 13. である。

Table 13. Differences between resting and active phase pollen.

| | Resting Phase | Active Phase |
|-----------------|---------------|---------------|
| O ₂ | low level | not necessary |
| | excessive | bad influence |
| CO ₂ | more than 30% | no influence |
| Humid | | bad influence |
| Vacuum | | favorable |
| | | inhibitive |

参考文献

1. 多田 洋, 河合文雄, 満田久輝(1982). 花粉のガス生理 I, 休止相のガス代謝(1). 日本花粉学会会誌 28 (2) : 15-26.
2. Nakamura,S.J., T.Uchida, and M. Hamada. 1975. Atmospheric condition controlling the seed germination of an achlorophyllous orchid, *Galeola septentrionalis*. Bot. Mag. Tokyo 88 : 103-109.
3. Nakamura,S.J. 1976. Atmospheric conditions required for the growth of *Galeola septentrionalis* seedlings. *ibid.* 89 : 211-218.
4. Hoekstra,F.A., and J.Bruinsma. 1975. Respiration and vitality of binucleate and trinucleate pollen. Physiol. Plant. 34 : 221-225.
5. ———, ———. 1980. Controle of respiration of binucleate and trinucleate pollen under humid conditions. *ibid.* 48 : 71-77.
6. Sfakiotakis,E.M., D.H.Simons, and D.R.Dilley. 1972. Pollen germination and tube growth : dependent on carbon dioxide and independent of ethylene. Plant Physiol. 49 : 963-967.
7. 満田久輝, 上野三郎, 水野 洋, 上田忠司, 藤川廣美, 野原智子, 深田千枝子(1981). ネズミの血清生化学パターンおよび臓器の病理組織学的所見に及ぼす炭酸ガスの影響. 環境科学総合研究所年報 1 : 1-11.
8. 満田久輝, 上野三郎, 水野 洋, 藤川廣美, 深田千枝子, 小中佳子(1981). ネズミの脳波および心電図パ

- ターンに及ぼす炭酸ガスの影響. *ibid.* 1 : 13-21.
9. 満田久輝, 上野三郎, 水野 洋, 上田忠司, 藤川廣美, 野原智子, 深田千枝子(1981). 炭酸ガスのコイに及ぼす影響(1)コイの生理学的諸因子の変動一. *ibid.* 1 : 23-33.
10. Mitsuda,H., K.Nakajima, H.Mizuno, F.Kawai, and A.Yamamoto. 1980. Effects of carbon dioxide on carp. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 26 : 99-102.

Summary

In continuation of previous studies on the behaviors of the resting phase pollens under various gas conditions, those of the active phase pollens were examined.

Viable pollens of *Camellia japonica*, *C. sinensis*, *Lillium longiflorum*, *Oenothera erythrosepala* or *Zea mays* were sown on the slanting surface of agar culture medium in a Thunberg tube and head space gas in the tube was exchanged for various gas mixtures consisting of CO₂, O₂ and N₂. After incubation for 24 hours at 25°C, germination rate and tube length of the pollens were examined microscopically.

The presence of O₂ was indispensable for pollen germination, although such low concentration of O₂ as 1.0% sufficed for pollens to initiate germination : for normal elongation of pollen tube, 10 % of O₂ was necessary. These results are consistent with the fact that pollens are capable of elongating their tubes in stylar cavity which is in relatively low O₂ concentration. Unfavorable influence of high concentration of O₂ was not found except that germination rate and tube elongation of *zea* pollens under pure O₂ were considerably inferior to those under air.

High concentration of CO₂ such as more than 30% inhibited germination of all kinds of pollens examined. This inhibition is not considered to be caused simply by lowering pH of the culture medium, because pH of the medium exposed to such an atmospheric gas containing CO₂ more than 30 % was 5.7, while detectable inhibition of pollen germination solely due to the acidity of the medium was observed at pH lower than 4.0. In *Lillium* pollen, growth promotion of pollen tube was found under the conditions containing 10% of CO₂.

The difference in behavior between pollens of the resting and the active phase has also been summarized.



鼻アレルギー治療薬の 新しいエポック

①くしゃみ、鼻汁、鼻閉を改善する

②抗原の有無・種類、症度に関係なく予防的・治療的に効果が期待できる

③他剤(ステロイド剤を除く)無効例にも有効

その他の特長④局所性グルココルチコイド作用が強い

⑤全身性グルココルチコイド作用が少ない

⑥噴霧器をとりかえることにより、気管支喘息にも使用できる

⑦使用が簡便

(効能・効果) 効能・効果拡大許可 昭和56年9月19日

(1) 下記の気管支喘息

- 全身性ステロイド剤依存の患者におけるステロイド剤の減量または離脱
- ステロイド剤以外では治療効果が十分得られない患者

(2) アレルギー性鼻炎、血管運動性鼻炎

(用法・用量) 気管支喘息に対するアルデシンの用法・用量については、製品添付文書をご参照下さい。

本剤使用にあたっては、専用の鼻炎用噴霧器を用いて、下記により噴霧吸入する。

喷霧後十分の呼吸を行わせ、吸気の際に本剤を1側鼻孔より1回噴霧し、この際他側の鼻孔は指で閉鎖する。

次いで他側鼻孔に同様の操作を行う。

成人は、通常、1回上記1操作の吸入(プロピオニ酸ベクロメタゾンとして100μg)を、1日4回鼻腔内に噴霧吸入する。

小児は、通常、1回上記1操作の吸入(プロピオニ酸ベクロメタゾンとして100μg)を、1日2回鼻腔内に噴霧吸入する。

なお、年令・体重・症状により適宜増減するが、1日の最大投与量は、成人では16吸入、小児では8吸入を限度とする。また、症状の緩解がみられた場合は、その後の経過を観察しながら減量する。

気管支喘息とアレルギー性鼻炎または血管運動性鼻炎に本剤を同時投与する場合でも、1日の最大投与量は、両投与をあわせて、成人では16吸入、小児では8吸入を限度とする。また、症状の緩解がみられた場合は、その後の経過を観察しながら減量する。

(包装)

アルデシン12g：1缶、10缶 健保適用

* 使用上の注意等は製品添付文書をご参照下さい。

輸入・発売元 シオノギ製薬株式会社

アレルギー性鼻炎・血管運動性鼻炎に

アルデシン®
プロピオニ酸ベクロメタゾン 吸入剤

昭和57年6月作成

アメリカ・シェリング
エッセックス日本株式会社
U.S.A.