花粉ノ瓦斯代謝ニ就テ

奥 貫 一 男

KAZUO OKUNUKI: Über den Gaswechsel des Pollens.

Received, July 13, 1932.

緒 言

花粉及び花粉管ニ關スル研究ハ古クヨリ多々アリ枚舉スルニ遑ナシト雖大別シテ細胞學的研究ト生理學的研究トナスコトガ出來ル。其ノ内生理學的研究ニ關シテノミ略述スレバ、授粉ニ關係シタル研究トシテ花粉ノ發芽及ビ花粉管ノ伸長ニ及ボス種々ナル物質或ハ條件ノ影響ト生物化學的ニ花粉及ビ花粉管ノ生成スル酵素ニ關シテノ研究トヲ舉ゲルコトガ出來ル。Y. TOKUGAWA,¹⁾ R. A. BRINK,²⁾ K. GOTOH³⁾ 氏等ハ先ニ B. LIDFORSS⁴⁾ (1896) ノ指摘シタル中性鹽類ノ花粉ノ發芽及ビ花粉管ノ伸長ニ及ボス阻害作用ヲ充分ニ研究シテ、コレ等鹽類ノ阻害作用ノ大ナルモノハ花粉内ニ滲透スルカモ大ナルモノデアリ、Ca⁺⁺ ハ Na⁺ 或ハ K⁺ 等ノ滲透スルカヲ弱メルカ或ハ妨害スルモノデアルト結論シテキル。更ニ又蔗糖ノ適當ナル濃度ガ花粉ノ發芽及ビ花粉管ノ伸長ニ對シテ著シク促進的ニ作用スルノハ蔗糖ガ榮養物トシテ價値アルニ由ルモノデハナク最適ナル滲透壓ヲ與ヘル爲メデアルトイフ。又、C. PICADO,⁵⁾ D. F. JONES,⁶⁾ E. KATZ,⁷⁾ S. YASUDA,⁸⁾ H. SCHOCH-BODMER,⁹⁾ P. BRANSCHIEDT¹⁰⁾ 氏等ニヨレバ、子房乃至花柱或ハ柱頭ヨリノ浸出液或ハ Diastase ヲ加ヘルト花粉管ノ伸長ガ著シク促進サレルコト並ビニ蛋白質及ビソノ分解物質或ハ Pepsin 等ニヨリ阻害的ニ作用サレルコトガ知ラレテキル。J. B. PATON¹¹⁾ ハ種々ナル植物ニツキ花粉及ビ花粉管中ニ生成セラレタル酵素ニ關シテ實驗ヲナシ細胞膜ヲ縮シテキル Mittellamella 即チ Pektinstoff ヲ破壊スル Pektinase ノ存在スルコトヲ證明シテ STRASBURGER 等ノ細胞學者ガ認メタル結果即チ花粉管ガ花柱組織ヲ通過スル場合ニハ花粉管ハ細胞中ヲ通抜ケルノデハナク細胞ト細胞トノ間ヲ通ル

1) Y. TOKUGAWA: Journ. Coll. Sci. Tokyo, **35**, 1914, 1-35.2) R. A. BRINK: Bot. Gaz. **78**, 1924, 361; Am. J. of Bot. **12**, 1925, 149; J. of gen. Physiol., **6**, 1924, 677.3) K. GOTOH: Memoirs of the Fac. Sci. et Agri. Taihoku, **3**, 1931, 62.4) B. LIDFORSS: Jahrb. wiss. Bot., **23**, 1896, 1.5) C. PICADO: Compt. rend. séa. soc. biol., **87**, 1922, 924.6) D. F. JONES: Biol. bull. marine biol. lab., **43**, 1922, 167.7) E. KATZ: Flora, **20**, 1926, 243.8) S. YASUDA: Bot. Mag. (Tokyo), **44**, 1930, 392;9) H. SCHOCH-BODMER: Ber. schw. bot. Ges., **39**, 1930, 15.10) P. BRANSCHIEDT: Planta, **11**, 1930, 368.11) J. B. PATON: Am. J. Bot. **8**, 1921, 471.

トイフ結果ヲ肯定シ、更ニ花粉管ノ伸長速度ガ Ca イオンニヨリ促進サレルノハ Mittellamella ガ Ca ヲ含有シテキルコトトヨク符合シ興味アル問題ヲ提供シテキルト論ジテキル。然ルニ花粉ノ代謝生理ノ方面ニ關スル研究ハ未ダ見當ラザルニヨリ、自分ハ椿 (*Camellia japonica*, L.) 及ビ山百合 *Lilium auratum*, LINDL.) 等ノ花粉ニツキ實驗セル所ヲ論ジ此處ニ報告セントスルモノデアル。

方 法

花粉ヲ所要液中ニ懸濁シ、ソノ 0.5cc. (約 10mg. 乾燥量) ヲ攝リ WARBURG ノ測壓計容器ノ主腔ニ入レ、(側腔ニハ目的ニ應ジテ種々ナル藥品ヲ入レル) 更ニ所要ノ試藥溶液ヲ加ヘテ 1.0cc. トナシ椿ノ場合ニハ 20°C, 百合ノ場合ニハ 25°C ニ於テ酸素吸収並ビニ炭酸放出量ヲ測定シタガ其ノ際溶液ハ常ニ PH=6.0 ニ調整シテ實驗ニ用キタ。花粉管ノ伸長ハ接眼ミクロメーターニヨリ測定シ、發芽率ヲ考慮シテ平均伸長ヲ算出シタ。花粉ノ量ハ其ノ懸濁液一定量ヲ時計皿ニトリ 70°C ニ一晝夜乾燥シタル後 CaCl₂ エキシカトール中ニ於テ放冷シタル後秤量シ決定シタ。

實 驗 記 述

1. 諸種ノ花粉ニ於ケル酸素吸収量ト炭酸放出量。

前述ノ如クシテ作リタル諸種ノ花粉懸濁液中ニ於イテ測定シタル瓦斯代謝ノ結果ハ次ノ如クデアル。(第一表參照)

第 一 表

花粉ニ於ケル酸素吸収量並ビニ炭酸放出量ハ比較的小デアル。

2. 葯ニ於ケル花粉ノ瓦斯代謝

椿或ハ百合ノ花粉ノミヲ葯ヨリ攝リ、コレヲ正シク 20mg. 宛秤量シテ、WARBURG 測壓計容器ノ主腔ニ入レ、側腔ニ適當ナル濃度ノ糖液或ハ蒸溜水ヲ入レテ置キ、先ヅ花粉ノミノ場合ノ瓦斯代謝ヲ、次ニ側腔内ノ糖液或ハ蒸溜水ヲ主腔中ニ流入セシメテ糖液内ニ於ケル瓦斯代謝ヲ測定シタ。

第一、第二表及ビ第一圖ノ示サガ如ク椿ニ於テモ鐵砲百合ニ於テモ同様ニ花粉ノミデハ瓦斯代謝ガ極メテ僅少デアルガ糖液又ハ蒸溜水ヲ加ヘルト忽チ多量ノ瓦斯代謝ヲナスノデアル。故ニ花粉ハ葯ニ附着シテキル状態ニ於テハ其ノ生命ヲ維持スルニ必要ナル最少限度ノ瓦斯代謝ヲナシテキルノデアルガ一度花粉ガ適當ナル條件(濕度)ニ置カレルト直チニ發芽センガ爲メニ生活機能ヲ覺醒セシメテ多量ノ瓦斯代

	Q _{O₂} ¹⁾	Q _{CO₂} ^{N₂ 2)}
<i>Amargyllis</i> sp.	5.15	2.15
<i>Camellia japonica</i> , L.	5.58	2.18
<i>Lilium auratum</i> , LINDL.	4.69	4.21
" <i>elegans</i> , THUNB.	6.13	2.43
" <i>Hansonii</i> , LEICHT.	3.39	2.55
" <i>longiflorum</i> , THUNB.	5.46	3.47
<i>Papaver orientale</i> , L.	5.19	0

1) Q_{O₂} ハ、花粉乾燥量 1mg. ガ 1 時間ニ吸収スル酸素量 (cmm) ヲ表ハス。

2) Q_{CO₂}^{N₂} ハ室素中ニ於テ花粉乾燥量 1mg. ガ 1 時間ニ放出スル炭酸量 (cmm) ヲ表ハス。

第 一 圖

つばきノ花粉ノ瓦斯代謝

—×— 培養液中ニ於ケルモノ 實線ハ何レモ Q_{O_2} フ點線ハ $Q_{CO_2}^{N_2}$ フ表ハス
 —○— 2.5 時間後ニ培養液ヲ加ヘタルモノ 矢印 培養液ヲ加ヘタル時

第 一 表

時 間 (分)	つばきノ花粉 1mg (乾燥量)ニ對スル			
	酸素吸収量		炭酸放出量	
	培養液中ニ於 ケルモノ	150 分後ニ培養 液ヲ加ヘタルモノ	培養液中ニ於 ケルモノ	150 分後ニ培養 液ヲ加ヘタルモノ
30	cmm 1.76	cmm 0.21	cmm 0.69	cmm 0.11
60	4.24	0.48	1.51	0.23
90	6.69	0.74	2.38	0.23
120	9.53	0.96	3.63	0.23
150	12.74	1.12	5.67	0.29
180		2.75		0.40
210		4.82		0.74
240		7.26		1.37
270		10.13		2.40
300		13.16		3.77
330		16.93		5.71
360		20.65		7.93

第 二 表

時 間 (分)	てつばうちゆりノ花粉 1 mg. (乾燥量) = 對スル			
	酸 素 吸 收 量		炭 酸 放 出 量	
	蒸溜水中ニ於 ケルモノ	120 分後ニ蒸溜 水ヲ加ヘタルモノ	蒸溜水中ニ於 ケルモノ	120 分後ニ蒸溜 水ヲ加ヘタルモノ
30	5.17	0.52	3.83	0.03
60	8.47	0.93	6.54	0.06
90	10.40	1.24	8.19	0.10
120	11.99	1.75	9.17	0.12
150		3.73		0.90
180		8.50		4.30
210		11.82		6.33
240		13.69		7.91
270		15.45		9.27
300		16.38		10.43

謝ヲナスノデアルト考ヘラレル。從ツテ蒴ガ破レテ後雨ナドニ逢ハバ忽チ花粉ハ發芽ノ準備ノタメニ代謝機能ヲ覺醒セシメ限アル貯藏物質ヲ浪費シテ著シク發芽能力ヲ減少セシメルカ或ハ一度代謝機能ヲ覺醒セル花粉ハ外況ノ變化ニ對シテ抵抗カヲ減少スルト考ヘルナラ濕度ノ變化ニヨリ花粉ノ發芽力ガ甚ダシク減殺サレルトイフ事實ヲ説明シ得ルト考ヘラレルノデアアル。

第 三 表

時 間 (分)	つばきノ花粉 1mg. (乾燥量) = 對スル			
	酸 素 吸 收 量		炭 酸 放 出 量	
	蔗糖液中ニ於 ケルモノ	蒸溜水中ニ於 ケルモノ	蔗糖液中ニ於 ケルモノ	蒸溜水中ニ於 ケルモノ
15	0.91	0.59	0	0
30	2.44	1.88	0	0
45	4.18	3.24	0.19	0.12
60	6.13	4.70	0.73	0.46
75	8.08	6.23	1.23	0.65
90	10.21	7.77	1.92	1.00
105	12.47	9.40	2.73	1.35
120	14.80	10.94	3.54	1.69
Q_{O_2}	7.40	5.47		
$Q_{CO_2}^{N_2}$			1.77	0.84

第 四 表

時 間 (分)	やまゆりノ花粉 1mg (乾燥量) ニ對スル			
	酸 素 吸 收 量		炭 酸 放 出 量	
	葡萄糖液中ニ 於ケルモノ	蒸溜水中ニ於 ケルモノ	葡萄糖液中ニ 於ケルモノ	蒸溜水中ニ於 ケルモノ
15	2.91	3.14	2.61	2.78
30	6.40	6.54	5.54	5.68
45	8.85	8.90	7.86	8.07
60	10.77	10.99	9.59	9.94
90	13.17	13.13	11.03	11.33
120	14.99	14.95	12.10	12.33
150	16.60	16.72	12.97	13.06
180	17.96	18.23	13.61	13.69
Q_{O_2}	5.99	6.07		
$Q_{CO_2}^{N_2}$			4.54	4.56

第 二 圖

つばきノ花粉ノ瓦斯代謝ニ及ボス蔗糖ノ影響 cmm

3. 花粉ノ瓦斯代謝ニ 及ボス糖ノ影響

。花粉管ノ伸長ニ際シテ蔗糖ノ存在ハ適當ナル滲透壓ヲ與ヘル爲メニ必要ナノデアツテ榮養トシテ役立ツコトハ極メテ少イト考ヘラレテキル。實際多クノ種類ノ花粉ハ蒸溜水¹⁾中デモ發芽シ、可ナリ花粉管ノ伸長スルコト及ビ花粉管ノ伸長ハ蔗糖液中デモ、蒸溜水中デモ殆ドソノ伸長度ニ差異ナキコトモ知ラレテキル。因ツテ瓦斯代謝ノ見地ヨリミテ上述ノ考ヘガ果シテ正シイカ否カ椿及ビ山百合ノ花粉ニ就テ次表ニ示スガ如キ實驗ヲシタ。

第三表及ビ第二圖並ビニ第四表參照。

成程多クノ研究者ガ實驗セル如ク花粉管ノ伸長ニハ蔗糖ノ存在ノ有無ニヨル差異ハ殆ドミラレナイガ椿ノ

—○— 蔗糖 (5.0%) } 中ニ於ケル Q_{O_2}
 —●— 蒸溜水 } フ表ハス
 點線ハ夫々ソノ $Q_{CO_2}^{N_2}$ フ表ハス

1) 植物ノ種類ニヨリ花粉ノ發芽ノ爲メニ必要トスル滲透壓ハ甚ク異リ蔗糖液ノ濃度 80 %ヲ凌駕スルモノガ知ラレテキル。從ツテ蒸溜水中ニ於テハ忽チ花粉ノ破裂ヲ起スモノモ多ク知ラレテキル。

花粉ニ於ケル酸素吸収及ビ炭酸放出量ハ蔗糖ノ存在ニヨリ明ニ増加セシメラレルノデアル。然ルニ山百合ノ場合ニハ少クトモ三時間ノ實驗時間中ニ於テハ糖ノ存在ニヨリ瓦斯代謝ノ變化ハ全ク認メラレナカツタノデアル。從ツテ山百合ノ場合ニアツテハ糖ガ花粉管ノ伸長ニ際シテ榮養トナラズトイフ結論ハ正シイガ棒ノ場合ニ於テハ少シク妥當ヲ缺クノデアル。コレヲ要スルニ花粉ノ發芽及ビ花粉管ノ伸長ノ初メハ花粉内ノ貯藏物質ノミヲ營養物トシテ用キテ不足ナラザルモ花粉管ノ甚ダシク伸長セル後ニ於テハ糖モ營養トシテ用キラレルモノト考ヘラレル。事實柱頭ニ到達セル花粉粒カラ伸長セル花粉管ニヨツテ長キ花柱ヲ貫ク爲メニハ花粉中ニ貯藏サレタル物質ノミデハ到底不可能ト考ヘラレル場合ガ多々アルノデアルカラ、上述ノ考ヘハ正シイト信ゼラレル。

4. 花粉ノ瓦斯代謝ニ及ボス種々ナル鹽類ノ影響

花粉ノ發芽及ビ花粉管ノ伸長ニ對シテ種々ノ鹽類ガ $M/100 - M/1000$ 程度ニ於テ極メテ強ク阻害的ニ作用スルコトハ既ニ B. LIDFORSS²⁾ ノ指摘シテキル所デアル。爾後 Y. TOKUGAWA,³⁾ R. A. BRINK,⁴⁾ K. GOTOH⁵⁾ 氏等ノ研究ニヨリ、コノ阻害作用ハ植物ノ種類ニヨリソノ影響ノ程度ニ差異アルコト及ビソノ阻害作用ハ鹽類ノイオンガ花粉内ニ滲透スル力ノ大ナルモノ程、ソノ阻害作用モ大デアルコトガ明ニサレテキルノデアル。從ツテ諸種ノイオンノ阻害作用ノ程度ニヨリ順列ヲ作レバ所謂 HOFMEISTER イオン系列、或ハ Lyotrope Reihe トナルトイフ。自分ハコノ阻害作用ヲ受ケタル花粉ノ瓦斯代謝ガ如何ニ影響ヲ受ケルカニ就テ、陰イオンノ場合ニハカリウム鹽ヲ、陽イオンノ場合ニハクロール鹽ヲ用キテ實驗シタノデアル。其ノ際鹽類溶液ハ種類ニヨリ酸性度ヲ異ニスルガ故ニ、各々他ノイオンヲ導入セザル様ナ酸或ハアルカリヲ用キテ、滴定シ何レモ $pH=6.0$ トナシテ實驗ニ用キタ。

I. 棒ノ花粉

1. 陰イオン

i) K_3PO_4

種々ナル濃度ニ於テ實驗セルニ酸素吸収量ハ比較的ニ著シキ阻害作用ヲ受ケザルモ ($M/100$ デ 56%) 無酸素状態ノ炭酸放出量ハ全ク阻止サレ、 $M/300$ ヲ加ヘタル場合ニノミ僅カニ 24% 見ラレタノデアル。發芽ハ窒素ヲ以テ瓦斯腔ヲ置換セル程度ニ於テハ相當ニヨク行ハレルガ、THUNBERG 管内ニ於テ眞空ニナス時ハ全クミラレナクナルノデアル。發芽率ハ空氣酸素ノ存在スル場合ニハ濃度 $M/200$ ニ於テ 23.8% ヲ示スニ對シ窒素中ニ於テハ 32.8% デアル。(第五表及實驗記錄第一參照)

ii) K_2SO_4

酸素吸収量ハ濃度 $M/100$ ニ於テ著シク阻害 (66%) サレルガ炭酸放出量ハ更ニ強

2) B. LIDFORSS: loc. cit.

3) Y. TOKUGAWA: loc. cit.

4) R. A. BRINK: loc. cit.

5) K. GOTOH: loc. cit.

第 五 表

		鹽類濃度		鹽類ノ花粉ニ及ボス影響（百分比）					
		鹽 類	0	M/50	M/100	M/200	M/300		
空 氣	酸 素 吸 收 量 (Q _{O₂})	KCl	100	62	79	66	97		
		K ₃ PO ₄	"		44		80		
		CH ₃ COOK	"	46	78		91		
		K ₂ SO ₄	"	29	34		74		
		KNO ₃	"	24	28		60		
		CaCl ₂	100	78	85		96		
		MgCl ₂	"	58	61		82		
		NaCl	"	56	72		91		
		KCl	"	55	65		84		
		LiCl	"	37	39		53		
		氣	花 粉 管 伸 長	KCl	100	6	24	4	46
				K ₃ PO ₄	"		1		17
				CH ₃ COOK	"	0	3		45
				K ₂ SO ₄	"	0	0		14
KNO ₃	"			0	0	15			
CaCl ₂	100			6	48		98		
MgCl ₂	"			6	21		60		
KCl	"			1	9		56		
NaCl	"			1	8		55		
LiCl	"			0	0		0		
室	炭 酸 放 出 量 (Q _{CO₂} ^{N₂})			KCl	100	0	51	0	75
				K ₂ SO ₄	"	0	19		44
				CH ₃ COOK	"	15	42		56
				KNO ₃	"	17	27		61
		K ₃ PO ₄	"		0	24			
		NaCl	100	14	43		56		
		MgCl ₂	"	0	31		27		
		LiCl	"	0	0		25		
		素	花 粉 管 伸 長	K ₃ PO ₄	100		13	74	100
				KCl	"	50	67		104
				K ₂ SO ₄	"	5	27		55
				KNO ₃	"	0	9		29
				CH ₃ COOK	"	0	9		19
				MgCl ₂	100	10	28		34
NaCl	"			17	33	49			
LiCl	"			0	1	3			

ク 81% 阻害サレル。然シ發芽率ハ空氣中ニ於テハ濃度 M/100 ナル場合ニ 0 デアルガコレニ反シ室素中ニ於テハ 29% モミラレルノdealル。(第五表及實驗記錄第二參照)

iii) KNO_3

酸素吸収量ハ濃度 $M/100$ デ 72% 炭酸放出量ハ 73% 阻害サレルニ對シテ、發芽率ハ窒素中ニ於テノミ 25.9% ミラレ、濃度 $M/300$ ニナツテ初メテ空氣中ノモノハ 26.4% ノ發芽率ヲ示スニスギナイノデアル。(第五表及實驗記錄第三參照)

iv) KCl

コノ鹽類ハ上記ノモノニ比シテ著シク弱キ阻害作用ヲ示スモノナレドモ尙濃度 $M/100$ ニ於テ酸素吸収量ハ 21% 炭酸放出量ハ 49% ヲ阻害サレル。然シ發芽率ハ空氣中ニ於テ 59.9% ヲ示スガ窒素中ニ於テハ 20.1% ニスギナイノデアル、(第五表實驗記錄第四參照)

第 三 圖

つばきノ花粉ノ瓦斯代謝ニ及ボス CH_3COOK ノ影響

v) CH_3COOK

濃度 $M/100$ ニ於テ酸素吸収量ハ 22% 阻害サレルガ、炭酸放出量ノ阻害ハ 58% ニ達ス、然ルニ發芽率ハ空氣中ニ於テ 8.1% アルニスギザレドモ窒素中ニ於テハ 11.8% ミラレル。(第三圖第五表及實驗記錄第五參照)

2. 陽イオン*

i) NaCl

*) 本實驗ニ用キラレタル椿ハ小石川植物園内ノ八重咲ノモノニシテ御所車ト稱バレルモノデアル。

比較的ニ阻害作用弱キモ、濃度 $M/100$ ニ於テ尙酸素吸収量 28% 炭酸放出量 57% ガ阻害サレル。發芽率ハ空氣中ニ於テ 10.2% フ示スニ過ギヌガ窒素中ニ於テハ 36.8% モミラレタノデアル。(第五表實驗記錄第六)

ii) $MgCl_2$

濃度 $M/100$ ニ於テ酸素吸収量ハ 39%、炭酸放出ハ 69% モ阻害サレタルニ反シ、空氣中ニ於ケル發芽率ハ 16.8% 窒素中ニ於ケルモノハ 23.2% フ示シタノデアル。(第五表及實驗記錄第七)

iii) $LiCl$

最モ著シキ阻害作用ヲ示ス鹽ニシテ濃度 $M/100$ ナル場合酸素吸収量ハ 61%、濃度 $M/300$ ニ於テモ尙 47% フ阻害サレル。而シテ炭酸放出量ハ濃度 $M/100$ ニテハ全ク阻止サレ、 $M/300$ ニ至リテ初メテ 25% ダケ現レルノデアル。然ルニ發芽率ハ濃度 $M/100$ ナル場合ニ窒素中ニ於テノミ僅カ 4.7% ミラレ濃度 $M/300$ ニ於テ 9.3% トナルニ反シ空氣中ニ於テハ濃度 $M/300$ ニ到リ僅カニ 4.7% フ發芽セシメルニスギナイノデアル。(第五表及實驗記錄第八)

iv) $CaCl_2$

最モ阻害作用少キモノデアル、植物ノ種類ニヨツテハ花粉管伸長ガ促進サレルモノモアルガ、椿ノ花粉ノ花粉管伸長ハ濃度 $M/50$, $M/100$ ナル場合ハ阻害サレ、 $M/300$ ニ於テハ殆ド阻害サレズ、發芽率モ略同様ノ關係デアル。酸素吸収量ハ濃度 $M/100$ ニ於テ僅カニ 15% フ阻害サレルガ $M/300$ ニ於テハ 4% ノ阻害ガミラレルノミデアル。(第五表及實驗記錄第九)

v) KCl

酸素吸収量ニ就テハ濃度 $M/100$ ニ於テ 35% ノ阻害作用ガミラレルガ、發芽率ハ對照ノ 48.6% ニ對シ僅カニ 10.8% フ現ハスノミデアル。(第五表及實驗記錄第十)

以上ノ結果ヨリ各種イオンニヨリ瓦斯代謝並ビニ花粉管ノ伸長ガ阻害サレル程度ヲ順列トナシテ示セバ次ノ如クデアル。

酸素吸収量

炭酸放出量

空氣中ニ於ケル花粉管ノ伸長

窒素中ニ於ケル花粉管ノ伸長

斯ノ如ク花粉管ノ伸長ト酸素吸収量トハ並行シテ阻害サレルノデアルカラ花粉管ノ伸長ニ際シテ酸素吸収即チ呼吸ニヨリ必要ナル**エネルギー**ガ獲ラレテキルコトハ疑モナキ事實デアル。之ニ反シ炭酸放出能ト花粉管ノ伸長トノ間ニハ密接ナル相關關係アルト考ヘルコトハ出来ナイ。尙コノコトハ窒素中ニ於ケル炭酸放出量ガ極メテ著シク各種**イオン**ニ阻害サレルニモ拘ラズ發芽率ハ空氣中ニ於ケル場合ヨリモ却ツテ良好デアルコトヨリモ考ヘラレルノデアル。

II. 山百合ノ花粉

山百合ノ花粉管ノ伸長ハ椿ノ花粉ノ場合ト比較スルト著シク弱ク一時間ニ對スル平均伸長ガ約 10μ デアルカラ椿ノ場合ノ $50-80\mu$ ノ $\frac{1}{5}-\frac{1}{8}$ 程度デアル。發芽率モ略 20% (三時間後) ヲ數ヘルノミデアル。從ツテ諸種ノ**イオン**ノ及ボス影響モ比較的ニ弱ク K_3PO_4 ノ如キモノト雖モ、酸素吸収量ニ關シテハ濃度 $M/100$ ニ於テ少シモ阻害セズ炭酸放出ニ關シテノミ 55% ノ阻害作用ヲ示スノミデアル。因ツテ他ノ諸種ノ**イオン**ニ關シテハ $M/50$ 等量ノ阻害作用ヲ實驗シタ。

第六表及ビ實驗記錄第十一乃至第十四ヨリ明ナルガ如ク、酸素吸収ハ 50% ニ達スル阻害作用ヲ受ケタルモノナク、又炭酸放出量モ僅カニ Li ト CH_3COO **イオン** ノミニヨリガ夫々 53% 及ビ 60% 阻害サレタニ過ギナイノデアル。尙、 Ca **イオン** ハ酸素吸収並ビニ炭酸放出ノ何レニモ促進的ニ作用シ、 Mg **イオン** ハ炭酸放出ニミ促進作用ヲ及ボシタノデアル。

次ニコレラ諸種ノ**イオン**ガ山百合ノ花粉ニ及ボシタル阻害作用ヲ順列トスレバ下ノ如クデアル。

酸素吸収量

炭酸放出量

斯ル結果ナルガ故ニ椿ノ如ク花粉管ノ伸長速度ノ大ナルモノノ瓦斯代謝ハ山百合ノ如キ花粉管伸長速度ノ小ナルモノノ瓦斯代謝ヨリモ、諸種ノ**イオン**ニヨリ著シク阻害作用ヲ受ケル、即チ花粉管伸長ノ難易ト瓦斯代謝ノ受ケル阻害作用トハ密接ナル關係ニアルト結論スルコトガ出来ルノデアル。

5. 山百合ノ花粉ニ及ボス Ca ノ促進作用

R. A. BRINK¹⁾ ハ既ニ Sweet pea ノ花粉ガ $CaCl_2$, $Ca(NO_3)_2$ 或ハ $CaSO_4$ 等ノ**カルシウム鹽** (0.01 M) ニヨツテ發芽並ビニ花粉管ノ伸長ガ促進セラレルコト及ビコノ促進的作用ハ $NaCl$ 等ノ鹽類ニヨニ阻害サレタルモノヲ恢復セシメ更ニ促進作用ヲ示スニ至ラシメル、即チ Ca **イオン** ハ Na 或ハ K **イオン** ニ拮抗シテ作用スル

1) R. A. BRINK: loc. cit.

第 六 表

		鹽 類 濃度	鹽類ノ花粉ニ及ボス影響 (百分比)				
			0	M/50	M/100	M/200	M/300
空 氣	酸 素 吸 收 量 (Q_{O_2})	K_3PO_4	100	85	101	100	106
		K_2SO_4	"	"	96		
		KCl	"	93			
		KNO_3	"	78			
		CH_3COOK	"	71			
		$CaCl_2$	100		129		
		$MgCl_2$	"		86		
		$SrCl_2$	"		83		
		KCl	"	81			
		NaCl	"	77			
空 氣	花 粉 管 伸 長	K_3PO_4	100	0	0	16	53
		KCl	"	19			
		K_2SO_4	"		10		
		KNO_3	"	0			
		CH_3COOK	"	0			
		$CaCl_2$	100		0		
		$MgCl_2$	"		0		
		$SrCl_2$	"		0		
		KCl	"	0			
		NaCl	"	0			
室 素	炭 酸 放 出 量 ($Q_{CO_2}^{N_2}$)	K_2SO_4	100		69		
		KNO_3	"	64			
		K_3PO_4	"	12	45	70	93
		KCl	"	50			
		CH_3COOK	"	40			
		$MgCl_2$	100		116		
		$CaCl_2$	"		111		
		$SrCl_2$	"		92		
		NaCl	"	75			
		KCl	"	48			
室 素	花 粉 管 伸 長	K_3PO_4	100	0	0	57	76
		K_2SO_4	"	0	0		
		KNO_3	"	0			
		KCl	"	0			
		CH_3COOK	"	0			
		$MgCl_2$	100		0		
		$CaCl_2$	"		0		
		$SrCl_2$	"		0		
		NaCl	"	0			
		KCl	"	0			
		LiCl	"	0			

コトヲ報告シテキル。同様ノコトヲ K. GOTOH²⁾ 氏モ報告シテキルガ P. BRANSCHIEDT³⁾ 氏ハ酸性度 (pH) ノ小ナル時ニハ Na 並ビニ K イオンハ Ca イオンノ

2) K. GOTOH: loc. cit.

3) P. BRANSCHIEDT: loc. cit.

第 四 圖

やまゆりノ花粉ノ瓦斯代謝ニ及ボス
Ca⁺⁺ノ促進作用

存在ニ於テモ阻害的
ニ作用スルガ pH ノ
大ナルトキハ促進的
作用ヲ表ハスコトヲ
實證シテキル。故ニ
山百合ノ場合ニモ Ca
イオンニヨリ僅カニ
瓦斯代謝ガ促進サレ
タコトヲ最適濃度ニ
於テ確認セントシテ
實驗ヲ重ネタノデア
ル。

第四圖並ビニ實驗
記録第十五ニ示サレ
タ如ク Ca イオンノ
促進作用ハ花粉伸長
ニ關シテハ R. A.
BRINK 氏等ガ報告
セルガ如ク著シキモ
瓦斯代謝ニ就テハ僅
カニ酸素吸收ニ於テ
18.6% 炭酸放出ニ於
テ 22.3%ヲ促進セン
メタルニ過ギナイノ
デアルガ、曲線ノ性
質ヨリ推論スレバコ
ノ促進作用ハ時間ノ
増加ト共ニ増加スル
コトハ確實ナノデア
ル。實驗ノ初メニ於
テ瓦斯代謝ガ僅カニ
阻害サレ 2 時間—3

時間後ニ於テ促進作用ガ現ハレテ來ルコトヨリ見レバ、Ca イオンハ花粉ノ發芽ニ
作用スルヨリハ發芽セル花粉ニ作用シテ花粉管ノ伸長ヲ促進スルコトニ大ナル意味
アリト考ヘルコトガ出來ル。

結 論

花粉ハ葯ニアル場合ニハ完全ナ Latentes Leben ニアルモノデハナク、極メテ僅

カニ瓦斯代謝ヲナスコトヨリミレバ、生命ヲ維持スルニ必要ナル最小限度ノ生活機能ヲ働カシテキルモノデアツテ、發芽シ得ル状態ニ置カレト發芽センガ爲メニ生活機能ヲ覺醒セシメ盛ニ瓦斯代謝ヲナシ**エネルギー**ヲ獲得利用スルモノデアルト考ヘラレル。發芽ニ際シテハ適當ナル滲透壓ガ最モ大切デアルガ故ニ、糖液中ニ於テ發芽セシメタル場合ニハ糖ハ適當ナル滲透壓ヲ與ヘルコトト後ニ營養物トナルコトト二ツノ意義ヲ有スルノデアル。花粉ノ覺醒シタル生活機能ニ對シテハ諸種ノ**イオン**ハ甚ダ阻害的ニ作用スル。花粉管ガ伸張スル爲メニハ花粉内ニ貯藏サレタル物質ガ空氣酸素ニヨツテ燃燒サレ遊離サレタル**エネルギー**ヲ利用スルノデアルコトハ花粉管伸張ト酸素吸收トノ間ニ並行關係ノアルコトヨリ考ヘラレルノデアル。又花粉管ノ伸長速度ノ大ナルモノハ生活機能モ圓滑ニ進行シテキルモノデアルカラ微量ノ**イオン**ノ滲透ニヨリ阻害サレル。之ニ反シテ Ca **イオン**ノ促進作用ハ發芽能ノ弱キ山百合ノ花粉ニハ促進的ニ作用スルガ棒ノ如キ發芽能ノ強キモノニハ促進的作用ヲ示サズ僅カニ阻害的ニ作用スルモノデアル。

終リニ本實驗ノ遂行ニアタリ御指導ヲ賜リタル柴田先生並ビニ田宮博士ニ深謝スル。

(於徳川生物學研究所)

Résumé

In vorliegender Arbeit habe ich den Gaswechsel der Pollen von *Camellia japonica* und *Lilium auratum* manometrisch (nach Warburg) untersucht. Die erhaltenen Resultate werden folgendermassen zusammengefasst:

1. Die in den Antheren ligenden Pollen führen den Gaswechsel in sehr geringem Maße aus, aber wenn die Pollen in den keimfähigen Zustand gebracht werden, so betätigt sich der Gaswechsel sofort lebhaft.

2. Der Gaswechsel des Pollens wird bei *Camellia japonica* durch Zusatz des Rohrzuckers (5.0%) unverkennbar befördert, aber keineswegs bei *Lilium auratum*.

3. Der Zusatz von verschiedenen Ionen wirkt auf den Gaswechsel der Pollen hemmend ein; zugleich wird die Keimung des Pollens oder Streckung des Pollenschlauches gehemmt. In Bezug auf die Stärke der Hemmung des Gaswechsels wurden die folgenden Ionenreihen festgestellt:

Bei den Pollen von *Camellia japonica*:

Sauerstoffaufnahme.

$\text{NO}_3 > \text{SO}_4 > \text{CH}_3\text{COO} > \text{PO}_4 > \text{Cl} > \text{H}_2\text{O}$

$\text{Li} > \text{K} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{H}_2\text{O}$

Kohlensäureabgabe bei der Anaerobiose.

$\text{PO}_4 > \text{NO}_3 > \text{CH}_3\text{COO} > \text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{H}_2\text{O}$

$\text{Li} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{H}_2\text{O}$

Die Streckung des Pollenschlauches bei Aerobiose

bei Anaerobiose

Bei der Pollen von *Lilium auratum*: Sauerstoffaufnahme

Kohlensäureabgabe bei der Anaerobiose

Wie aus den oben angegebenen Ionenreihen ersichtlich, steht es hierbei fest, dass ein Parallelismus zwischen der Hemmung der Sauerstoffaufnahme und der Streckung des Pollenschlauches vorhanden ist.

4. Ca-Ionen, die, wie schon BRINK mitgeteilt hat, auf die Streckung des Pollens begünstigend wirken, befördern auch den Gaswechsel des Pollens von *Lilium auratum*.

實 驗 記 録

第

一

時間 (分)	濃度	K ₃ PO ₄ ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 對 1mg. (乾燥量)				炭酸放出量 對 1mg. (乾燥量)			
		0	M/100	M/200	M/300	0	M/100	M/200	M/300
30		2.30	1.79	2.36	2.59	2.72			
60		5.19	3.63	5.07	5.99	3.97			
90		8.01	4.78	7.20	8.64	5.33			
120		11.06	5.76	8.76	10.49	6.80			
150		14.52	6.45	9.62	11.58	9.75			0.79
180						12.70			1.81
210						16.78			3.40
240						20.75			4.99
Q _{O2}		5.81	2.58	3.85	4.63				
Q _{CO₂} ^{N₂}						5.19	~	~	1.25
發芽率 (%)		70.5	5.8	23.8	40.0	30.5	8.7	32.3	38.9
平均伸長 (μ)		204	2	9	35	31	4	23	31
對時間 (μ)		81.6	0.8	3.6	14.0	8	1	5.7	8.0

第

二

時間 (分)	濃度	K ₂ SO ₄ ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 對 1mg. (乾燥量)				炭酸放出量 對 1mg. (乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300	0	M/50	M/100	M/300
		cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm
30		2.17	0.82	1.23	2.17				
60		4.29	1.35	1.82	4.11				
90		6.22	1.76	2.29	5.64	0.15			
120		8.10	2.29	2.76	6.93	0.60			
150		10.27	2.82	3.41	8.34	1.20			0.08
180		12.86	3.58	4.23	9.92	2.11			0.53
210		15.97	4.64	5.34	11.80	3.23			1.13
240						4.51		0.15	1.88
270						6.09		0.75	2.63
300						7.97		1.50	3.53
Q _{O₂}		4.53	1.32	1.52	3.37				
Q _{CO₂} ^{N₂}						1.59	~	0.30	0.70
發芽率 (%)		57.9	~	~	20.6	40.5	9.4	29.0	27.6
平均伸長 (μ)		138	~	~	19	116	6	31	64
對時間 (μ)		39.3	~	~	5.4	23.2	1.2	6.2	12.9

第

三

時間 (分)	濃度	KNO ₃ ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 (對 1mg 乾燥量)				炭酸放出量 (對 1mg 乾燥量)			
		對 照	M/50	M/100	M/300	對 照	M/50	M/100	M/300
		cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm
30		2.62	1.63	1.70	2.48	1.89	1.26	1.39	2.02
60		5.10	2.41	2.62	4.61	3.02	2.02	2.39	3.53
90		8.01	3.19	3.47	6.80	4.66	2.39	3.15	4.79
120		10.84	3.76	4.18	8.43	6.68	3.02	4.03	6.30
150		14.60	4.11	4.68	9.78	8.82	3.28	4.79	7.56
180		19.06	4.61	5.31	11.41	11.47	3.65	5.67	9.07
210						14.11	3.78	6.17	10.58
240						17.39	4.03	6.55	12.10
270						20.92	4.16	6.68	13.61
300						24.70	4.16	6.68	15.12
Q _{O₂}		6.35	1.54	1.77	3.80				
Q _{CO₂} ^{N₂}						4.94	0.83	1.34	3.02
發芽率 (%)		70.8	~	~	26.4	53.7	4.2	25.9	29.1
平均伸長 (μ)		212	~	~	32	173	1	15	50
對一時間 (μ)		70.8	~	~	10.5	34.6	0.2	2.9	10.0

第

四

時間 (分)	濃度	KCl ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 (對 1mg 乾燥量)				炭酸放出量 (對 1mg 乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300	0	M/50	M/100	M/300
		cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm
30		3.22	3.00	3.27	3.44	1.19			
60		6.56	5.73	6.49	6.98	2.48			1.08
90		10.20	8.18	9.49	10.58	3.13			1.40
120		13.75	9.76	11.89	13.80	4.10		0.43	2.38
150		17.73	11.02	13.96	17.13	4.97		1.30	3.13
180						6.26		2.38	4.21
210						8.20		4.21	6.16
Q_{O_2}		7.09	4.41	5.58	9.85				
$Q_{CO_2}^{N_2}$						2.34	~	1.20	1.76
發芽率 (%)		87.9	26.3	59.9	67.0	20.0	20.4	20.1	20.2
平均伸長 (μ)		211	13	51	98	24	12	16	25
對時間 (μ)		84.2	5.2	20.3	39.1	6.9	3.5	4.7	7.1

第

五

時間 (分)	濃度	CH ₃ COOK ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 (對 1mg 乾燥量)				炭酸放出量 (對 1mg 乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300	0	M/50	M/100	M/300
		cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm	cmm
30		2.66	3.18	3.11	2.98	0.34			0.12
60		5.45	5.65	6.49	6.03	0.43			0.17
90		8.57	7.01	9.47	8.95	0.60			0.17
120		11.68	7.92	11.75	11.87	0.86	0.17	0.09	0.52
150		15.05	8.50	13.50	14.54	1.46	0.60	0.52	1.38
180		19.27	8.95	14.99	17.59	2.58	1.03	1.03	1.98
210						3.87	1.21	1.64	2.67
240						5.25	1.29	2.24	3.27
270						7.15	1.38	3.01	4.22
300						9.13	1.38	3.87	5.17
Q_{O_2}		6.42	2.98	4.99	5.86				
$Q_{CO_2}^{N_2}$						1.83	0.28	0.77	1.03
發芽率 (%)		62.8	~	8.1	43.8	36.8	~	11.8	13.3
平均伸長 (μ)		152	~	5	69	139	~	12	27
對時間 (μ)		50.7	~	1.6	23.1	27.8	~	2.3	5.3

第

六

時間 (分)	濃度	NaCl ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 (對 1 mg 乾燥量)				炭酸放出量 (對 1 mg 乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300	0	M/50	M/100	M/300
		emm	emm	emm	emm	emm	emm	emm	emm
30		2.35	1.91	2.13	2.13				
60		4.11	3.23	3.82	3.89				
90		5.65	4.11	4.99	5.43				
120		7.41	4.99	6.17	6.97				
150		9.32	5.80	7.19	8.59				
180		11.16	6.31	8.07	10.20	0.57		0.19	0.38
210						1.32		0.44	0.88
240						2.21		0.63	1.39
270						3.47		1.01	1.95
300						5.61	0.69	1.64	3.21
330						6.68	1.26	2.71	4.54
360						9.07	1.26	3.91	5.10
Q _{O₂}		3.72	2.10	2.69	3.40				
Q _{CO₂} ^{N₂}						1.51	0.21	0.65	0.85
發芽率 (%)		5.27	2.3	10.2	43.6	42.7	29.4	36.8	36.4
平均伸長 (μ)		132	1	10	72	144	24	48	70
對時間 (μ)		44.1	0.3	3.4	23.9	24.1	4.0	8.0	11.7

第

七

時間 (分)	濃度	MgCl ₂ ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 (對 1 mg 乾燥量)				炭酸放出量 (對 1 mg 乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300	0	M/500	M/100	M/300
		emm	emm	emm	emm	emm	emm	emm	emm
30		1.97	1.65	1.65	2.03				
60		3.75	2.73	2.80	3.62				
90		5.47	3.75	3.88	5.08				
120		7.24	4.70	4.83	6.42				
150		9.41	5.78	6.04	7.94				
180		11.57	6.74	7.05	9.47				
210						0.15			
240						0.44		0.29	0.07
270						0.73		0.44	0.15
300						1.31		0.58	0.29
330						2.03		0.80	0.58
360						2.97		0.94	0.80
Q _{O₂}		3.86	2.25	2.35	3.16				
Q _{CO₂} ^{N₂}						0.49	~	0.15	0.13
發芽率 (%)		44.5	10.8	16.8	39.5	39.5	13.5	23.2	27.8
平均伸長 (μ)		119	7	25	72	107	11	30	36
對時間 (μ)		59.6	2.4	8.4	24.1	17.8	1.8	5.0	5.9

第 八

時間 (分) 濃度		LiCl ノつばきノ花粉ニ及ボス影響							
		酸素吸収量 (對 1 mg 乾燥量)				炭酸放出量 (對 1 mg 乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300	0	M/50	M/100	M/30
30	emm	2.04	1.32	1.53	1.73	emm	emm	emm	emm
60		3.97	2.34	2.55	3.06				
90		6.01	3.36	3.57	4.59	0.12			
120		8.36	4.28	4.69	6.11	0.41			0.06
150		11.00	5.20	5.60	7.34	1.06			0.24
180		14.06	5.91	6.22	8.36	1.71			0.35
210		17.42	6.52	6.83	9.17	2.47			0.47
240						3.29			0.76
270						4.12			1.00
300						4.94			1.23
Q_{O_2}		4.97	1.86	1.95	2.62				
$Q_{CO_2}^{N_2}$						0.99	~	~	0.25
發芽率 (%)		57.9	~	~	4.7	32.9	~	4.7	9.3
平均伸長 (μ)		196	~	~	1	75	~	1	2
對時間 (μ)		56.1	~	~	0.4	15	~	0.1	0.4

第 九

時間 (分) 濃度		CaCl ₂ ノつばきノ花粉ニ及ボス影響			
		酸素吸収量 (對 1 mg 乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300
30	emm	2.20	1.76	2.08	2.14
60		4.34	3.46	4.09	4.28
90		6.00	5.47	6.04	6.42
120		9.25	7.61	8.30	9.06
150		12.52	9.94	10.82	12.01
180		15.79	12.37	13.46	15.22
Q_{O_2}		5.25	4.09	4.49	5.07
發芽率 (%)		66.8	25.8	54.8	60.9
平均伸長 (μ)		225	14	108	221
對時間 (μ)		75.0	4.7	35.9	73.6

第

十

時間 (分)	濃度	KCl ノつばきノ花粉ニ及ボス影響			
		酸素吸収量 (對 1mg 乾燥量)			
		0	M/50	M/100	M/300
30		1.84 ^{emm}	1.51 ^{emnu}	1.51 ^{emm}	1.51 ^{emm}
60		3.57	2.49	2.49	3.03
90		5.08	3.46	3.89	4.54
120		6.81	4.43	4.87	5.95
150		8.65	5.08	5.84	7.46
180		10.71	5.95	6.92	8.98
Q _{O₂}		3.57	1.98	2.31	2.00
發芽率 (%)		48.6	2.0	10.8	29.1
平均伸長 (μ)		140	1	12	79
對時間 (μ)		46.6	0.3	4.1	26.5

第

十

一

時間 (分)	濃度	K ₃ PO ₄ ノやまゆりノ花粉ニ及ボス影響									
		酸素吸収量 (對 1mg 乾燥量)					炭酸放出量 (對 1mg 乾燥量)				
		0	M/50	M/100	M/200	M/300	0	M/50	M/100	M/200	M/300
30		7.63 ^{emm}	5.12 ^{emm}	5.64 ^{emm}	6.25 ^{emm}	5.47 ^{emm}	7.79 ^{emm}	1.12 ^{emm}	2.77 ^{emm}	5.54 ^{emm}	6.07 ^{emm}
60		10.67	8.07	8.94	9.46	9.02	12.21	1.65	4.42	8.32	10.30
90		12.67	10.34	11.28	11.54	11.45	13.33	1.72	5.54	9.24	12.14
120		14.57	12.15	13.79	13.88	14.14	13.86	1.72	6.14	9.50	12.94
150		15.62	13.10	15.44	15.35	16.05	14.78	1.72	6.67	10.32	13.73
180		16.48	13.97	16.66	16.48	17.44					
Q _{O₂}		5.49	4.66	5.55	5.49	5.81					
Q _{CO₂} ^{N₂}							5.91	0.68	2.66	4.12	5.49
發芽率 (%)		23.4	~	~	12.1	24.5	9.5	~	~	7.8	11.1
平均伸長 (μ)		32	~	~	5	17	21	~	~	12	16
對時間 (μ)		10.6	~	~	1.7	5.6	8.4	~	~	4.8	6.4

第 十 二

時間 (分)	KCl, KNO ₃ , K ₂ SO ₄ , CH ₃ COOK ノやまゆりノ花粉ニ及ボス影響									
	酸素吸収量 (對 1 mg 乾燥量)					炭酸放出量 (對 1 mg 乾燥量)				
	對照	KCl	KNO ₃	K ₂ SO ₄	CH ₃ COOK	對照	KCl	KNO ₃	K ₂ SO ₄	CH ₃ COOK
15	2.82	2.65	1.37	3.04	2.43	3.12	3.06	2.39	3.25	1.78
30	5.56	5.29	3.22	5.64	4.19	5.70	4.23	3.74	4.78	2.70
45	8.86	7.98	5.25	8.47	6.17	7.29	4.66	4.29	5.39	3.00
60	11.69	10.54	7.23	11.16	8.25	8.33	4.90	4.78	5.82	3.43
90	15.61	14.46	10.28	15.00	11.11	8.88	4.90	5.21	5.94	3.61
120	19.80	18.48	14.77	19.23	14.11	9.07	4.90	5.57	6.00	3.74
150	23.46	21.96	18.07	22.83	16.63	9.43	4.90	5.94	6.37	3.80
180	26.81	24.89	21.02	25.87	18.94	9.86	4.90	6.31	6.68	3.98
Q _{O₂}	8.94	8.29	7.01	8.62	6.31					
Q _{CO₂} ^{N₂}						3.29	1.63	2.10	2.28	1.33
發芽率 (%)	15.0	5.0	~	3.4	~	4.4	~	~	~	~
平均伸長 (μ)	15	2	~	1	~	2	~	~	~	~
對時間 (μ)	3.8	0.6	~	0.4	~	0.6	~	~	~	~

第 十 三

時間 (分)	KCl, NaCl, CaCl ₂ , LiCl ノやまゆりノ花粉ニ及ボス影響									
	酸素吸収量 (對 1 mg 乾燥量)					炭酸放出量 (對 1 mg 乾燥量)				
	對照	KCl	NaCl	CaCl ₂	LiCl	對照	KCl	NaCl	CaCl ₂	LiCl
15	2.86	2.51	3.09	2.27	2.62					
30	6.24	5.19	5.66	5.19	5.01	6.24	4.83	4.33	4.99	4.24
45	8.63	6.88	7.23	7.93	6.35	7.49	5.08	5.16	6.16	4.49
60	10.32	8.16	8.45	10.44	7.35	7.99	5.08	5.49	6.74	4.49
90	13.06	10.38	10.55	14.75	9.21	8.99	5.08	6.16	8.15	4.49
120	15.33	12.30	12.18	18.19	10.61	9.57	5.08	6.74	9.32	4.49
150	17.49	14.17	13.70	21.86	11.78	9.90	5.08	7.07	10.32	4.49
180	19.71	15.97	15.22	25.48	13.00	10.48	5.08	7.90	11.65	4.49
Q _{O₂}	6.57	5.32	5.07	8.49	4.33					
Q _{CO₂} ^{N₂}							1.69	2.63	3.88	1.49
發芽率 (%)	18.9	~	~	46.7	~	3.49	~	~	~	~
平均伸長 (μ)	21	~	~	50	~	3	~	~	~	~
對時間 (μ)	6.9	~	~	16.9	~	1.0	~	~	~	~

第 十 四

時間 (分)	MgCl ₂ , S Cl ₂ ノやまゆリノ花粉ニ及ボス影響					
	酸素吸収量(對 1mg 乾燥量)			炭酸放出量(對 1mg 乾燥量)		
	對 照	MgCl ₂	SrCl ₂	對 照	SrCl ₂	MgCl ₂
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
15	3.07	3.00	1.75	1.81	0.73	1.13
30	5.33	4.97	3.80	2.65	1.26	1.90
45	7.45	6.65	5.11	3.17	1.66	2.49
60	10.08	8.55	7.08	3.56	2.06	3.02
90	13.88	11.69	10.52	4.17	2.83	4.10
120	17.45	14.68	13.81	4.81	3.68	5.12
150	20.89	17.68	16.80	5.52	4.76	6.20
180	23.96	20.60	20.01	6.07	5.59	7.03
Q _{O₂}	7.99	68.7	6.67			
Q _{CO₂} ^{N₂}				2.02	1.86	2.34

第 十 五

時間 (分)	CaCl ₂ ノやまゆリノ花粉ニ及ボス代謝促進作用							
	酸素吸収量(對 1mg 乾燥量)				炭酸放出量(對 1mg 乾燥量)			
	0	M/500	M/1000	M/2000	0	M/500	M/1000	M/2000
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
15	3.33	2.11	2.29	3.14	3.37	3.37	3.27	3.12
30	7.21	5.33	5.52	6.65	6.70	5.98	5.88	5.62
45	9.98	8.06	8.20	9.47	9.09	7.91	7.80	7.34
60	12.04	10.54	10.40	11.81	10.28	9.40	9.20	8.38
90	15.63	14.26	14.50	16.24	11.58	11.48	11.07	9.83
120	18.86	17.65	18.48	20.41	12.28	12.99	12.33	10.89
150	21.79	21.98	22.49	24.52	12.76	14.30	13.37	11.78
180	24.75	26.15	26.68	28.60	13.60	15.70	14.78	13.29
210	27.74	30.50	30.89	32.67	14.48	17.20	16.22	14.79
240	30.65	34.55	34.74	36.39	15.06	18.45	17.42	15.88
Q _{O₂}	5.11	5.76	5.79	6.06				
Q _{CO₂} ^{N₂}					2.51	3.07	2.90	2.65
發 芽 率 (%)	24.1	42.0	35.0	37.2	10.9	26.5	30.2	31.4
平均伸長 (μ)	44	133	139	124	20	31	36	47
對 時 間 (μ)	10.9	33.3	34.7	30.9	5.0	7.8	8.9	11.7