

休眠種子の発芽におよぼすジベレリンの影響 (第1報)

セルリー種子の発芽について

沢 完, 門田 寅太郎

(農学部蔬菜園芸学教室)

The Effect of Gibberellic acid on the Germination of Dormant Seeds. I. Germination of Celery Seeds.

By Yutaka SAWA and Torataro KADOTA

(Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture)

Summary

1. The effects of alternating temperature on the germination of celery seeds were reported by many authors, but the effects of gibberellin are not known.

This report deals with the effects of gibberellin and cold treatment on celery seeds.

2. Seeds of *Apium graveolens* L. "Utah No. 15" and "Conell No. 619", harvested in summer 1964 in Kochi prefecture and kept in a desiccator, were used in the experiments.

3. The germination beds were double filter paper laid in a Petri dish of 9 cm in diameter and wet it with enough amount of distilled water.

One hundred seeds were sown on the each Petri dish and two Petri dishes were prepared for each germination test.

4. Gibberellin treatments were soaked at 24 hours in aqueous solution of 100, 200, 400, 800, 1600, and 3200 milli-gram per litre.

5. The results obtained are as follows:

i) Germination at 10~20°C was excellent but the germination at 25° or 30°C was inhibited.

ii) Chilling for 30 days at 0~3°C before the sowing effected on the germination.

iii) Germination of celery seeds at 25°C did not differ among controls and lower concentrations of gibberellin, however, when seeds soaked in gibberellin solution of 1600 or 3200 ppm for 24 hours, germination percentage was increased and the germination was hastened.

iv) Gibberellin was not effective on the germination at 30°C, however, the germination induced when seeds were chilled for 30 days at 0~3°C and soaked in solution of 1600 ppm for 24 hours.

v) Gibberellin treatments for 12 hours or less were not effective on the germination. Best result was obtained when seeds were soaked for 24 hours in gibberellin solution of 3200 ppm. Germination inhibited when the seeds were kept in gibberellin solution.

vi) Celery seeds which they are very small size are difficult to handle when they are wet with gibberellin treatments. Therefore, when it make to drying them before sowing, effect of gibberellin was found to be reversed by drying of seed for 6 hours or more before setting them in germination beds.

vii) Thiourea or potassium nitrate was not effective on the germination of celery seeds.

6. The results of this examination suggest that gibberellin is able to replace partially the cold requirement of celery seeds.

I. 緒 言

従来よりセルリーの種子は15°C前後で良く発芽し、25°C以上の高温下では発芽の非常に悪いることが認められている^(10,12,19)。しかしセルリーの冬出しを目的とする場合には夏季に播種せねばならず、必然的に高温下で発芽させることとなりその発芽率は極めて低く、発芽日数も長期を必要とし、発芽が著しく不揃いとなる。

一方GAはいろいろな植物種子の不良環境下での発芽に対し促進的作用を示すことが報告されている^(1,5,6,7,8,9,13,14)。本実験はこのセルリーの高温下での発芽抑制をGAにより除去させることは出来得ないか否かを確かめるために行ったものである。

II. 材料および方法

材料植物として実験1にはユタ15号の輸入種子を、その他の実験には高知大学農学部の圃場で1964年7～8月に採種したユタ15号およびコーネル619号の2品種を供試した。

発芽床としては9cmの純硬質のペトリ皿に濾紙を2枚敷き、吸水させた後、コッホの殺菌器で蒸気消毒したものを使用した。GA処理は断りのない限り各種濃度のGA水溶液にそれぞれ24時間浸漬し、処理後数回水を替えることにより水洗した。種子は全てクロールカルキ濾液(サラシ粉150gを100ccの蒸留水に混入し10分程攪拌後濾過)に約20分間浸漬した後殺菌蒸留水で数回水洗し、ペトリ皿に100粒づつ播種した。なお発芽勢は10日毎切とし実験は全て2回反復とした。

III. 実験結果

実験1：GA処理、並びに低温処理の影響

1963年9月19日にユタ15号の種子を蒸留水および50, 100, 200, 400, 800, 1600 ppmの各GA

第1表：セルリーの発芽におよぼすジベレリンおよび低温処理の影響

	発芽勢 (%)	発芽率 (%)	平均発芽期間 (日)
無 処 理	0	8	19.6
GA 0 ppm	3	12	15.8
50	2	14	17.6
100	1	12	17.7
200	7	23	14.0
400	26	53	11.3
800	48	63	7.8
1600	54	71	7.9
冷蔵 15 日	22	22	6.3
30	74	74	5.1

品種：ユタ15号，23～25°C，暗発芽

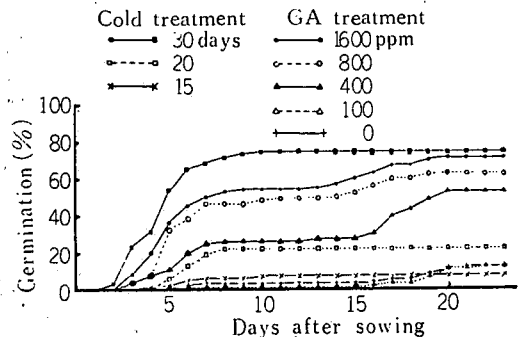


Fig1. The effect of gibberellin and low temperature on the germination of celery seeds.

var. name : Utha No. 15

Germinating temperature : 24°C

Sowing day : Sep. 19th 1963

水溶液で浸漬処理後24°C±1°Cの暗所で発芽させた。その結果は第1表および第1図にみられるごとく、発芽率で無処理区の8%に比し800 ppm区で63%、1600 ppm区では71%とかなり高濃度のGA処理により顕著な発芽促進作用を示すことが認められた。これに対し低濃度処理の50 ppm区では14%、100 ppm区で12%とGAの影響は認められなかった。なお蒸留水のみ浸漬することに

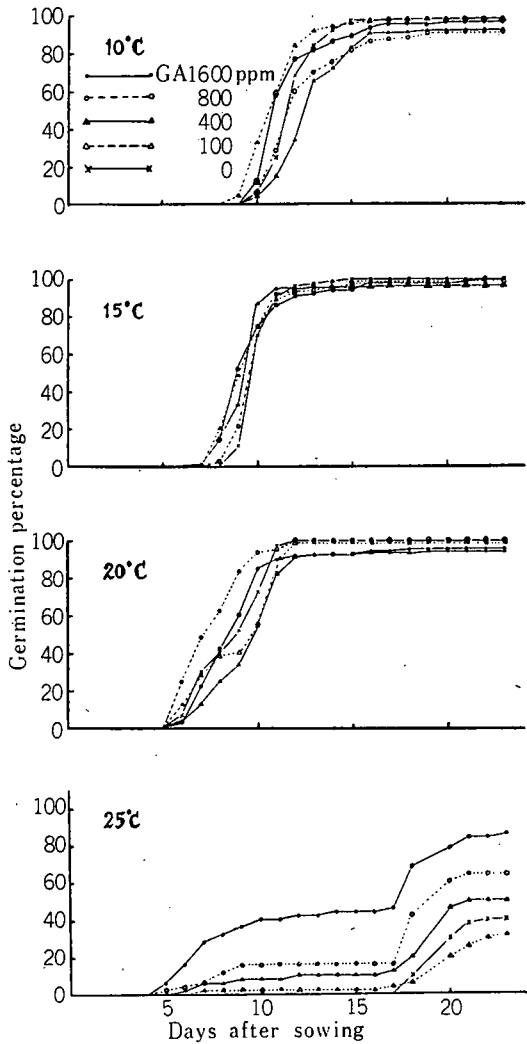


Fig. 2 : Interaction of gibberellin and temperature on the germination of celery seeds.
var. name : Conell No. 619
Sowing day : Sep. 4th 1964

よっても無処理に比しわづかながら発芽が促進された。

一方播種前に種子を0~3°Cの電気冷蔵庫で15日および30日間冷蔵処理することにより発芽率はそれぞれ22%および74%と著し増大を示した。即ち高温下での発芽は低温予措によっても顕著に促進されることが確かめられた。

実験2 : 発芽温度とGA処理の影響

1964年7月24日コーネル619号の種子を蒸溜水および100, 400, 800, 1600 ppmのGA水溜液で浸漬処理し10°, 15°, 20°, 25°および30°Cの明室内に置いた。その結果は第2表および第2図にみられるように、20°C以下の区では温度が低い程発芽開始が遅れる傾向を示したが、各処理とも無処理区でも良く発芽しGAの影響は認められなかった。しかし25°Cではユタ15号の場合と同様に、高濃度のGA処理による顕著な発芽促進効果が認められた。さらに30°Cでは1600 ppm区で6%の発芽を示した以外は全ての区で発芽が認められなかった。

実験3 : GA処理における濃度の影響

実験1においては輸入種子を供試したために種子の前歴が解からず、すでに低温に遭遇していたとも考えられるので、前歴の解った種子で再びGAの濃度による影響についての実験を行った。

1964年8月に採種しデンケーター中に保存したユタ15号およびコーネル619号

第2表 セルリーの発芽におよぼす発芽温度とジベレリンの影響

発芽温度 (°C)	発芽勢 (%)					発芽率 (%)					平均発芽期間 (日)				
	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30
GA濃度 0 ppm	6	70	73	0	0	98	100	100	20	0	12.2	10.3	9.0	19.6	—
100	3	75	56	1	0	98	99	99	16	0	11.3	10.0	9.3	19.3	—
400	3	87	55	4	0	92	98	95	25	0	13.3	9.8	9.9	17.0	—
800	6	75	94	9	1	91	99	100	32	1	12.6	10.3	7.9	16.0	7.0
1600	12	75	85	20	5	98	100	97	43	6	12.0	10.1	9.1	11.5	8.8

品種 : コーネル619号, 明発芽

の種子を12月17日に蒸留水および 400, 800, 1600 ppm の他本実験ではさらに 3200 ppm のGA水溶液にそれぞれ24時間浸漬処理して、ペトリ皿に播種し25°Cの暗黒下に保った。

その結果両品種共に 3200 ppm 区で最も顕著な発芽促進が認められた。(第3表および第3図) 即ちユタ15号では、発芽率において無処理区ではわずか2%であったのに対し400 ppm区で11%, 800 ppm区で27%, 1600 ppm区では67%, さらに3200 ppm区では92%とGAの処理濃度の増大と共に発芽率も著しく増加した。一方コーネル619号においても無処理区では全く発芽が認められなかったのに対し、1600 ppm区で19%, 3200 ppm区では56%とユタ15号と同様高濃のGA処理により顕著な発芽促進がみられた。なお各処理区においてユタ15号はコーネル619号に比し高い発芽率を示した。

実験4: GA処理における浸漬時間の影響
前実験でセルリーの種子発芽に対し低濃度

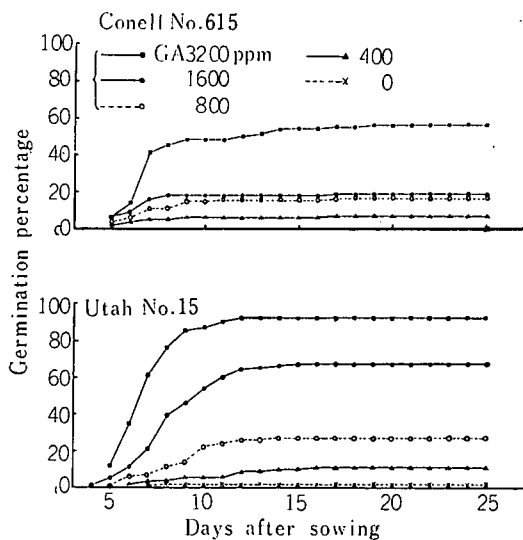


Fig. 3: The effect of concentration of gibberellin on the germination of celery seeds.

Germinating temperature: 25°C
Sowing day: Dec. 17th 1964

第3表: セルリーの発芽におよぼすジベレリン処理濃度の影響

品 種	G A 濃 度 (ppm)	発芽勢 (%)	発芽率 (%)	平均発芽期間 (日)
ユタ15号	0	2	2	7.5
	400	6	11	10.1
	800	22	27	8.9
	1600	54	67	8.5
	3200	87	92	7.2
コネール号 619号	0	0	0	—
	400	6	7	8.0
	800	16	17	7.9
	1600	18	19	6.9
	3200	48	56	8.2

25°C, 暗発芽

第4表: セルリーの発芽におよぼすジベレリン処理時間の影響

浸漬時間 (時間)	G A 濃 度 (ppm)	発芽勢 (%)	発芽率 (%)	平均発芽期間 (日)
0.5	1600	0	0	—
	"	0	0	—
	"	1	1	9.0
	"	2	3	7.0
	"	6	6	7.6
	"	67	69	6.0
48	0	1	1	6.0
	100	1	1	5.0
	400	23	26	8.3
	1600	86	99	6.6
∞	0	0	0	—
	50	0	0	—
	100	0	44	22.9
	400	0	0	—
	1600	0	0	—

品種: ユタ15号, 25°C, 暗発芽

のGA処理では何らの影響も認められなかった。これはいずれも24時間浸漬の結果であって、より長時間GA処理を行えば低濃度のGAによっても顕著な発芽促進作用を示すかも知れない。一方高濃度のGA処理においても最適の浸漬時間を知る必要があるので以下の実験を行った。

1964年12月16日 ユタ15号種子を0, 100, 400, 1600 ppmのGA水溶液に48時間浸漬処理した後濾紙上に播種したものおよび濾紙に蒸留水および0, 50, 100, 400, 1600 ppmのGA水溶液中に直接播種したもの、さらにGA1600 ppmに0.5, 1, 3, 6, 12, および24時間浸漬処理をした後濾紙

上に播種したものをそれぞれ 25°C の暗所で発芽させた。

その結果48時間GA水溶液に浸漬することにより、発芽率は無処理区の1%に比しGA 400 ppm 区で26%、1600 ppm 区では99%と24時間処理の69%よりもさらに発芽が促進されたが100 ppm 区ではGAの影響は全く認められなかった。(第4表、第4図)

しかしながら 1600 ppm の48時間浸漬により発芽率は高められたものの発芽後、根の伸長は停止しその先端部は褐変した。これはGA浸漬後の水洗が不充分であったとも考えられるが高濃度のGA溶液中に長時間浸漬しておくことは根の伸長に望ましくないものではない。

GA水溶液中での発芽は完全に抑制された。即ち 100 ppm 区では播種後15日目より発芽し始め25日で43%の発芽率を示した

が、1600 ppm、48時間処理と同様に根の伸長は発根後まもなく停止し先端部は褐変した。さらに400 および 1600 ppm 区では播種後4日目頃より種皮が縦裂し根が種皮外へ現れかけたがそのまゝの状態になってしまった。

一方 1600 ppm での短時間処理の効果は認められなかった。即ち第4表のごとく1時間以内の浸漬処理では全く発芽はみられず、12時間処理でもわずか6%の発芽率を示したにすぎなかった。

実験5：GA処理後の乾燥の影響

セルリーの種子は微細なうえに、GA処理をすることにより種子が湿めって重なり合い種子の塊を生じ播種の操作に著しく不便を感じる。それには一担乾燥させれば良いが、一時的にも乾燥することによりGA浸漬の効果が消失する恐れがある。この点を明かにするために、GA処理後種子の表面に附着している水分を濾紙で吸い取り、25°Cの恒温器中で0、1、6、12および24時間乾燥させたものゝ発芽試験を行った。同時に、実験4でみられたごとく、高濃度のGA処理のため播種した後種子の表面に附着しているGAによりその発芽に悪影響をおよぼすのではないかと考えられるため、播種に先き立ち、GA浸漬後充分水洗した後乾燥させた種子についても発芽試験を試みた。

その結果は第5表および第5図に示されるごとくGA処理後6時間以上乾燥させることにより著しく発芽率が低下することが確かめられた。なおGA処理後充分水洗した種子では水洗しない場合より発芽率の低下の程度が少なく、平均発芽期間でも約1日短縮された。以上の結果よりGA処理後一度乾燥させた後に播種する際には、出来るだけ早く、出来れば1時間以内に播種する必要があることが確認された。

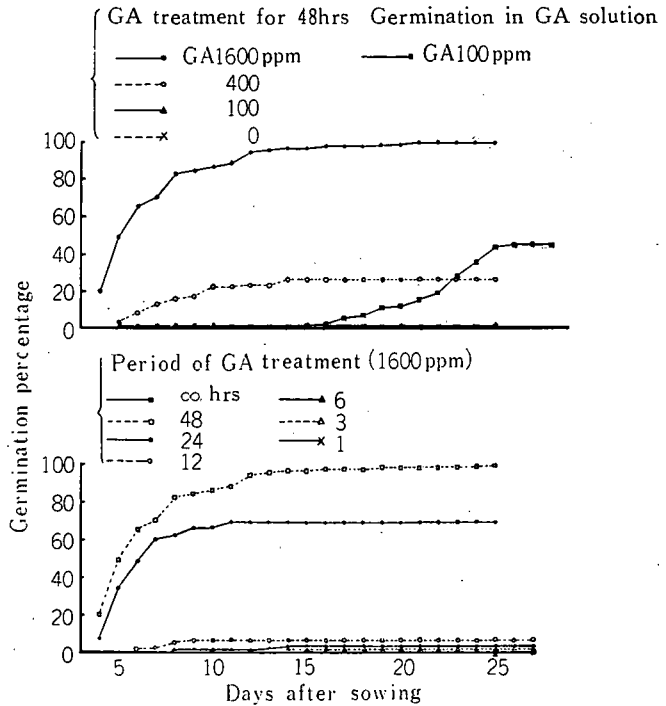


Fig. 4 : The effect of period of gibberellin treatments on the germination of celery seeds.
var. name : Utha No. 15
Germinating temperature : 25°C
Sowing day : Dec. 15th 1964

第5表 セルリーの発芽におよぼすジベレリン処理後の乾燥の影響

処 理	乾 燥 時 間	発芽勢 (%)	発芽率 (%)	平均発芽期間 (日)
GA 浸漬 ↓ 乾 燥	0	55	61	7.3
	1	40	44	6.8
	6	5	5	7.2
	12	6	6	8.2
	24	6	6	7.7
GA 浸漬 ↓ 水 洗 ↓ 乾 燥	0	48	51	6.3
	1	40	43	6.5
	6	12	13	7.4
	12	10	11	6.9
	24	10	12	6.5

品種：ユタ15号，25°C，暗発芽

実験6：チオウレアおよびKNO₃の影響

従来よりレタス⁽⁶⁾，ハガラシ⁽¹⁷⁾，ゴボウ⁽²⁰⁾，ペチュニヤ⁽²⁰⁾，タバコ^(4,16)等多くの植物の種子でチオウレアあるいはKNO₃処理によりそれらの発芽に促進的作用を示すことが認められている。本実験では，セルリー種子の発芽におよぼすチオウレアおよびKNO₃の影響について観察した。

1964年12月16日にコーネル619号を供試し，チオウレアおよびKNO₃の各0.4および0.8%水溶液に24時間浸漬処理し常法のごとく播種した区，あるいは各水溶液を含んだ濾紙上に播種した。その結果いずれの場合も50日後において無処理と同様に全く発芽が認められず，セルリー種子の発芽にはチオウレアあるいはKNO₃は何らの影響もおよぼさないことが確かめられた。

IV. 考 察

セルリー種子の発芽は25°C以上の高温下では著しく抑制されるが，10~20°Cでは良く発芽し，中でも15°Cで最もそろって発芽した。即ちセルリー種子の発芽適温は15°C前後であることが確認された。この結果は矢吹⁽¹⁹⁾の報告と一致する。

本実験の結果高温下におけるセルリー種子の発芽にGAが顕著な促進作用を有することが認められた。このような現象はすでにレタス⁽⁷⁾，ナス⁽¹¹⁾，カランコエ⁽¹⁾，キンギョソウ⁽¹⁵⁾などでも認められている。また，モモ⁽²⁾，アカマツ⁽³⁾，コムギ⁽¹⁸⁾などでは，GAが低温処理の一部を代行することも知られている。しかしセルリーでの発芽促進に有効なGA濃度は，従来種子発芽に使用されているよりもはるかに高濃度を必要とすることが確かめられた。この理由としてはセルリーの種皮が硬膜のために低濃度では必要量のGAが種子内に入り得ないのか，あるいは高温下での発芽に多量のGAを必要とするものと考えられるが，GA処理時間が12時間以内では効果のないこと，あるいは染色液の滲透性等より，セルリーの種皮はかなり不透水性であることが推察され，前者の理由によるものと考えられる。従来セルリー種子の発芽におよぼすGAの影響についての研究は一部で行われていたが，その促進的効果は認められていない⁽¹¹⁾。これは高濃度のGA処理が試みられなかったためであろう。

Period of dryness following GA treatment

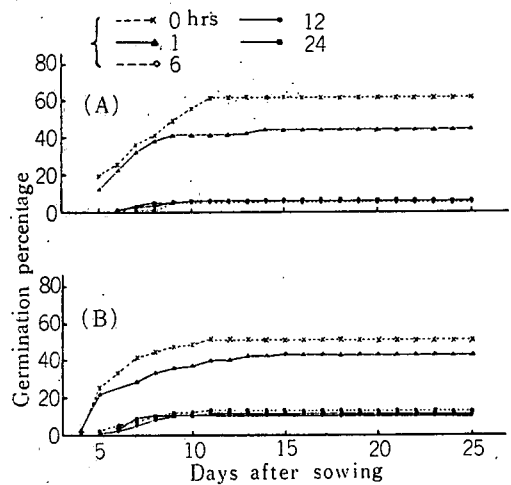


Fig. 5: The effect of dryness following gibberellin treatments on the germination of celery seeds.

A: Dryness following gibberellin treatment

B: Dryness after watering following gibberellin treatment

var. name: Utha No. 15

Germinating temperature: 25°C

Sowing day: Dec. 15th 1964

一方播種前に種子を冷蔵処理することによっても高温下での発芽が促進されることが認められた。さらに冷蔵処理(0°C)とGA処理を併用した場合には、第6表のごとく、30°Cにおいても顕著な発芽促進作用が認められた。

以上の結果よりセルリー種子の高温下での発芽の際に、GAは低温で行われる発芽過程に必要な生化学反応の一部を代行し得るものと考えられる。

V. 摘 要

セルリー種子の発芽におよぼすGAの影響について、ユタ15号およびコーネル619号を供試し実験を行い以下の結果を得た。

1) 発芽温度が10~20°Cの範囲では発芽は良好であったが、25°C以上の高温下では抑制された。

2) 播種前にGA水溶液に浸漬することにより、高温下における発芽が促進された。GAの処理濃度は100 ppm以下では効果なく、1600あるいは3200 ppmの高濃度を必要とした。一方浸漬時間は、12時間以内では効果なく、24~48時間浸漬処理を必要とした。さらに長時間GA水溶液中に浸漬した場合には発根した根のその後の伸長が抑制されることが認められた。

3) GA処理後播種に際し種子を乾燥させる場合、6時間以上乾燥することにより発芽率は著しく低下し、GAの効果が消失することが認められた。

4) 播種前30日間の冷蔵処理によってもGA処理と同様高温下での発芽は著しく促進された。

5) チオウレアあるいはKNO₃によっては何らの影響も認められなかった。

6) 品種についてみると、ユタ15号の方がコーネル619号より発芽は良好であった。

7) GAの高濃度処理により発芽後幼苗の徒長現象はみられず、良くそろうた大苗が得られた。

謝 辞

本研究の一部は名古屋大学農学部の恒温室で行ったものである。その際種々と御便宜をはかって下さった、同大学の志佐誠教授並びに同研究室諸氏の御好意に衷心より御礼申し上げる。

文 献

- 1) Bünsow, R., und Bredow, K. V. (1958) Einfluss der gibberelline auf die Tageslängenabhängigkeit der Samenkeimung von Kalanchoe. Naturw. 45: 95-96.
- 2) Donoho, C. W., and Walker, D. R. (1957) Effect of gibberellic acid on breaking of rest period in Elberta peach. Science 126: 1178-1179.
- 3) 郷 正士・土橋平太郎 (1958) ジベレリンによるアカマツのタネの発芽促進. 日林誌 40: 509-511.
- 4) Hashimoto, T. (1958) Increase in percentage of gibberellin-induced dark germination of tobacco seeds by N-compounds. Bot. Mag. Tokyo 71: 845-846.
- 5) Kahn, A. (1960) An analysis of "dark-osmotic inhibition of germination of lettuce seeds. Plant Physiol. 35: 1-7.
- 6) ——— (1960) Promotion of lettuce seed germination by gibberellin. ibid. 35: 333-339.

第6表 セルリーの発芽におよぼすジベレリン処理および低温処理の相互作用

冷蔵期間 日	G A 濃 度 ppm	発芽勢 (%)	発芽率 (%)	平均発芽期間 (日)
0	0	0	0	—
5	0	0	0	—
	100	0	1	13.0
	400	1	2	14.0
	1600	3	5	10.0
10	0	0	0	—
	100	0	1	12.0
	400	0	0	—
	1600	11	15	9.2
30	0	0	0	—
	100	0	0	—
	400	0	0	—
	1600	10	22	10.4

品種：コーネル619号, 28~31°C, 暗発芽

- 7) ———, and Goss, J. A. (1957) Effect of gibberellin on germination of lettuce seed. *Science* 125 : 645—646.
- 8) ———, ———, and Smith, D. E. (1956) Light and chemical effects on lettuce seed germination. *Plant Physiol.* 31 (Suppl.) : xxvii.
- 9) Nagao, M., Esashi, Y., Tanaka, T., Kumagai, T., and Fukumoto, S. (1959) Effects of photoperiod and gibberellin on germination of seeds of *Begonia evansiana* Andr. *Plant and Cell Physiol.* 1 : 39—47.
- 10) Morinaga, T. (1926) Effect of alternating temperature upon the germination of seeds. *Amer. Jour. Bot.* 13 : 141—153.
- 11) 中村俊一郎 (1959) なす, しそ及びその他作物の種子に対するジベレリンの発芽促進. *農及園* 34 : 1277—1278.
- 12) 中山 包 (1960) 発芽生理学 : 18p. 内田老鶴園 東京
- 13) Ogawara, K., and Ono, K. (1961) Interaction of gibberellin, kinetin and potassium nitrate in the germination of light-sensitive tobacco seeds. *Plant and Cell Physiol.* 2 : 87—98.
- 14) 岡田正順・安岡順子 (1964) 好光性種子の発芽に及ぼすジベレリンの葉面散布処理と蒴の浸漬処理の影響. *園学雑* 33 : 345—356.
- 15) 小野謙二・小河原公司 (1959) キンギョソウ種子の発芽. *農及園* 34 : 1287—1288.
- 16) Takabashi, N., Yamada, T., Hashimoto, T., and Yamaki, T. (1962) Effect of inorganic compounds on the dark germination of tobacco seeds induced by gibberellin. *Bot. Mag. Tokyo* 75 : 49—55.
- 17) 渡辺 諭 (1959) 菜類種子の休眠打破剤としてのジベレリン, チオウレア混合液の効果. *農及園* 34 : 59—60.
- 18) Weibel, R. O. (1960) Effect of gibberellin on the vernalization period of winter wheat. *Agron. Jour.* 52 : 122—123.
- 19) 矢吹万寿・宮川逸平 (1957) 種子発芽に及ぼす温度日週期の影響. *農及園* 32 : 1515—1516.
- 20) 山田英一 (1958) 2・3 休眠種子の発芽に及ぼすジベレリンの影響. 第1回ジベレリン研究発表会抄録. 42 p.

(昭和40年9月20日受理)