馬鈴薯の生育に及ぼすジベレリン処理の影響*

申 崎 光 男・星

忍

(北海道農業試験場)

緒 言

従来実施して来た馬鈴薯の生理学的解析によつて、馬鈴薯の葉部生育量を速かに増大させ、これを開花期以後損傷を受けることなく長くその機能を持続させることが、塊茎部の増大をはかる上に最も重要な点であると推論した。このような立場から、ジベレリンが器官の著しい伸長、増大に顕著な作用を呈する点を利用して、馬鈴薯の生育上有利な効果をもたらし得るもの

か否かについて、1958年に予備的な

実験を行ない、さらに1960年に高濃度

処理について重ねて

実験を行なつた。

MORGAN & MEES¹⁾

は、馬鈴薯、蕪菁、

人参など根菜類につ

いては茎葉の生育促

進にも拘わらず、収

量の減少することを

認めた。また HUM-

PHRIES²⁾ は Gib. 処

理によつて葉面積を

増しても、光合成効率には殆んどまたは全く影響はないが、乾物生産量および塊茎乾物重は増大することを認めている。ただしこのような増大が成熟期まで持続するか否かについては疑問であるが、短期間については、葉面積と乾物生産の増大を惹起することは確実であるとしている。

実 験 方 法

馬鈴薯「男爵薯」を供試し、1区 27.5m²の圃場で

第1表 処理の概要

試 験 区 別	
1 区 無処理	
2 区 尿素 2 回葉面撒布	1.5%水溶液 600g, N/10a Gib. 溶液は第1回 6 月18日, 第2回 7月18 日 2.5 l/1 区
3 区 Gib. 50 ppm 2 回 撒布	
4 区 Gib. 100ppm 1 回 撒布	
5 区 Gib. 100ppm 2 回 撒布	
6 区 Gib. 100ppm 2 回 撒布 (尿素併用)	同上 第2回 6月30日
	同上 同上

* 昭和 36 年 5 月 8 日 受理

第2表 生育状況の概要

区 別	草 丈 (cm)			無処理区生育相	
	6 月 30 日	7 月 7 日	8 月 2 日		
1 区	29.8	43.9	49.1	播種期	5 月 2 日
2 区	34.5	—	52.2	発芽期	6 月 7 日
				開花始	7 月 5 日
3 区	39.5	66.4	64.7	黄変期	8 月 13 日
				枯凋期	9 月 5 日

第3表 個体各部位の株当たり新鮮重、葉面積および比重測定による塊茎澱粉価

	地 上 部 総 重 g	葉 身 g	葉 柄 g	茎 g	ス ト ロ ン g	根 g	塊 茎 g	澱粉価 新鮮物 %	葉面積 dm ²
6 月 { 1 区	152.9±8.0	69.8	35.1	48.0	3.4	14.2			18.06±0.83
27 日 { 4 区	161.8±9.1	74.7	34.5	52.6	3.9	13.1			20.29±1.16
7 月 { 1 区	299.9±12.2	116.8	60.3	122.8	4.5	15.4	65.9		32.71±2.20
7 日 { 5 区	335.6±19.5	132.3	59.0	143.3	9.0	22.5	14.5		49.32±2.48
8 月 { 1 区		161.7	65.5	127.1	3.1	15.3	512.0	13.9	56.78±1.31
2 日 { 4 区		146.2	48.6	120.8	6.1	14.7	546.4	13.9	52.06±0.75
{ 5 区		163.9	45.9	164.5	8.2	17.5	522.4	13.0	77.09±1.90
9 月 { 1 区							722.6	16.4	
{ 2 区							801.5	17.0	
9 日 { 3 区							718.3	17.0	
{ 4 区							698.8	16.7	
{ 5 区							690.9	15.3	
{ 6 区							741.9	15.5	

増しても、光合成効率には殆んどまたは全く影響はないが、乾物生産量および塊茎乾物重は増大することを認めている。ただしこのような増大が成熟期まで持続するか否かについては疑問であるが、短期間については、葉面積と乾物生産の増大を惹起することは確実であるとしている。

栽培した。施肥は慣行にしたがい 10 a 当り堆肥 1,100 kg, 魚粕 24 kg, 硫安 (21%) 30 kg, 過石 (21%) 30 kg, 硫加 (50%) 20 kg の割りに施用した。処理の内容は第1表に示す如くである。

分析法、乾燥粉細せる試料を常法により分析した。すなわち、

- 全 窒 素 ケルダール法により分解蒸溜
- 蛋白態窒素 Stutzer 氏試薬により、沈澱物をケルダール分解して蒸溜
- 硝酸態窒素 Phenol-di-Sulphonic acid により発色して比較
- 燐 酸 Allen 氏法によるモリブデン青の比色
- 加里, 曹達 ランゲフレームフオートメーターによる
- 石 灰 Ammonium-Oxalate による Ca-oxalate の沈澱を KMnO₄ 滴定
- 苦 土 Titan yellow による比色

実験結果および考察

1. 生育の概： 沉Gib. 撒布後 2 日目頃から褪色が見られ、新しく展開してきた葉の葉脈間の褪色が

第4表 無機成分含有率(乾物%)

		粗灰分	全窒素	蛋白態窒素	硝酸態窒素 (NO ₃ -N)	磷酸 (P)	加里 (K)	石灰 (Ca)	苦土 (Mg)	曹達 (Na)	
6月	1区	葉身	13.55	6.87	5.79	0.26	0.55	4.37	1.34	0.50	0.04
		葉柄	23.67	5.69	2.21	2.80	0.37	9.85	1.69	0.34	0.31
		莖	20.91	4.76	1.61	2.15	0.34	8.50	1.52	0.38	0.19
		根	12.26	3.81	1.54	0.63	0.33	3.40	0.99	0.47	0.48
		ストロン	9.04	3.34	2.30	0.11	0.47	3.40	0.43	0.10	0.10
27日	4区	葉身	12.83	5.64	4.93	0.13	0.46	4.29	1.18	0.38	0.04
		葉柄	22.16	4.21	1.88	1.84	0.45	9.55	1.51	0.27	0.21
		莖	18.94	3.50	1.38	1.37	0.34	8.58	1.47	0.30	0.12
		根	11.10	3.14	1.38	0.35	0.34	3.15	1.06	0.47	0.46
		ストロン	8.19	2.82	2.03	0.05	0.46	3.10	0.41	0.07	0.12
7月	1区	葉身	12.10	6.24	5.34	0.06	0.46	3.72	1.39	0.24	0.07
		葉柄	20.46	4.43	1.64	1.52	0.35	8.51	1.54	0.25	0.19
		莖	16.42	3.48	1.28	1.28	0.36	6.75	1.28	0.39	0.11
		根	9.62	2.75	2.16	0.25	0.30	2.28	0.92	0.41	0.80
		ストロン	7.15	1.74	1.29	0.09	0.29	2.46	0.60	0.05	0.15
7日	5区	葉身	11.35	5.49	4.74	0.08	0.44	3.72	1.04	0.27	0.08
		葉柄	19.34	3.24	1.50	1.19	0.33	8.41	1.18	0.34	0.09
		莖	15.08	3.17	1.45	0.84	0.39	6.98	0.86	0.28	0.13
		根	8.54	2.76	2.16	0.12	0.28	1.91	0.79	0.35	0.78
		ストロン	6.52	1.91	1.37	0.09	0.32	2.29	0.57	0.03	0.13

第5表 要素含有量 (mg/株)

		乾物重 Dry matter (g)	粗灰分 Crude ash (mg)	全窒素 Total-N (mg)	蛋白態窒素 Protein-N (mg)	硝酸態窒素 NO ₃ -N (mg)	磷酸 P(mg)	加里 K(mg)	石灰 Ca(mg)	苦土 Mg(mg)	曹達 Na(mg)
6月27日	1区	12.3	1,980	739	509	113	58	712	169	56	17
	4区	13.3	2,014	625	447	90	56	791	169	47	11
7月7日	1区	27.7	3,954	1,363	943	175	112	1,361	371	80	36
	5区	31.2	4,165	1,284	908	153	123	1,660	300	86	43

第6表 蛋白態窒素/全窒素比 および
器官別窒素配分比

6月27日				7月7日			
	Protein-N/ Total-N %	配分 比 %		Protein-N/ Total-N %	配分 比 %		
1区	葉身	84.3	66.1	葉身	85.6	63.7	
	葉柄	38.8	11.7	葉柄	37.1	11.1	
	茎	33.8	15.8	茎	36.8	21.9	
	根	40.3	4.5	根	78.5	2.2	
	ストロン	68.0	1.3	ストロン	73.6	0.8	
4区	葉身	87.4	64.0	葉身	86.3	57.5	
	葉柄	44.7	12.0	葉柄	46.3	9.5	
	茎	39.4	18.3	茎	45.7	27.9	
	根	44.1	4.2	根	78.3	3.5	
	ストロン	71.7	1.5	ストロン	71.9	1.6	

第7表 純同化率, 相対生長率, 葉面積比

	純同化率 (NAR) g/dm ² /day	相対生長率 (RGR)	葉面積比 (LAR) dm ² /g
6月18日~			
6月27日 { 1区	0.108	0.145	1.333
{ 4区	0.112	0.154	1.371
6月27日~			
7月7日 { 1区	0.062	0.089	1.298
{ 5区	0.055	0.085	1.553

2. 体内組成: 以上の如く生態的調査を行なつた個体についてその無機組成を検討した結果は第4表に示す如くである。

一般に要素含有率は処理区において低下する傾向を示すが, 特に窒素の低下が目立ち, 磷酸, 加里は殆んど影響を受けない。さらにこれを要素含有量でみると第5表の如き関係にある。すなわち全窒素, 蛋白態窒素, 硝酸態窒素はそれぞれ明らかに低下するが, 一方加里は明らかに増大を示す。これは土壤中の無機態窒素の供給は潤沢な段階であるから, Gib. 処理によつて著しい吸収の抑制が起るものとみられる。

これらの結果から蛋白態窒素/全窒素 および個体内各器官別の配分比を算出すると, 第6表の如くであつて, この結果より蛋白態窒素/全窒素は一般に処理区で高く, 全窒素の器官別配分は Gib. 処理により葉身で低下し, 茎, ストロンの増大する傾向が明らかである。このような結果は Gib. 処理が茎, ストロンの,

起る。やがて草丈の伸長, 花梗の著しい伸長が起り開花は促進される。特に 100 ppm 2回撒布区では第2表に示す如く草丈の伸長および開花は旺盛である。

Gib. 処理によつて葉面積の増大と茎, ストロンの著しい生長が認められ, 塊茎化は明らかに遅延し塊茎重量, 澱粉価ともに低減する。さらに塊茎の畸型が著しく, 塊茎化を始めたものが Gib. 撒布を受けると再び伸長生長を行なうものようで, いわゆる二次生長薯の形成が極めて著しい。

伸長性器官の機能を促進し、蛋白の合成を促し、呼吸を増大するであろうから、炭水化物蓄積とは相反する代謝の方向をとらせる可能性が予想され、塊茎化および澱粉の蓄積には望ましくないものと考えられる。

葉面積と乾物重量の測定結果から Watson³⁾ らの方法に従い純同化率、相対生長率を算出し Gib. 処理の前後について示すと第7表の如くである。Gib. 処理によつて純同化率、相対生長率ともに殆んど差異がなく、葉面積比は増大する傾向がみられ、葉面積の増加が乾物増大に有効に作用しないものの如く考えられる。

論 議

岡沢⁴⁾は馬鈴薯体内における natural gibberellin の存在を確認し、さらに生育中の馬鈴薯 Gib. の処理は長日条件の代行をなし、短日条件下においても塊茎形成を抑制するところから、馬鈴薯の natural gib. は塊茎形成の生理的機構に関与し、特に抑制的に作用するものと考えた。

石塚・広瀬⁵⁾は水稻について施肥量が充分である場合は、Gib. 処理が収量を増加させ、逆の場合は収量が減ずることを示唆し、水耕培地からの N の供給が充分であり、出穂前 40 日頃に Gib. 処理が行なわれると、水稻の収量に好影響を与える可能性があるとした。

PAUL De T. ALVIN⁶⁾ はビーンを用いて Gib. 処理が純同化率、相対生長率、茎の乾物重、葉面積、草丈を増大し、根の乾物重を減じ、葉の乾物重には殆んど影響を与えないこと、さらに NAR (光合成) の増加は Gib. 処理により光合成産物が葉から、より速かに茎に転流する結果であろうとしている。

LINCK & SUDIA⁷⁾ は組織の生長において中心をなす P の吸収と代謝の重要性という見地から、ビーンを用いて P の吸収と転流に及ぼす Gib. acid の影響をみているが、その結果僅か 1 ppm という低濃度に 4 時間浸漬しただけの処理が生長促進と P-32 吸収を増大させるに充分であることを見た。すなわち蒸散の自由な条件では然らざる場合より多くの P-32 を吸収し、両条件の場合ともに、Gib. 処理個体の方が P-32 の吸収が大である。また高濃度での Gib. 処理区では個体の下位の部分に多くの P-32 が存在し、蒸散自由な条件下では Gib. 処理区の個体は上部に多量の P-32 が移動していることを知った。

既往の研究の中にその結果が必ずしも一致せず、さらに今後の検討を必要とする面が少なくないが、著者らの実験結果は馬鈴薯の生育に及ぼす Gib. 処理の影響として次のような解釈を示唆するものである。すなわち Gib. 撒布処理は特に茎、ストロンなど伸長性器官の機能を活性化ならしめ、塊茎化の遅延または抑制乃至中断を惹起する。これは岡沢の言うように Gib. 処理が長日条件を代行して塊茎形成を抑制するものかも

知れない。いずれにしてもこのような器官の機能の促進は K の吸収の増強をもたらすことが可能であろうから、このことが N の吸収の抑制を結果することも考えられるし、また直接 N の吸収に関する根の機能的阻害が働くことも考えられる。したがって N 吸収の抑制を打消すような大量の N の附加的供与は総乾物生産量の増大を結果するであろうが、N と Gib. の相助効果が現われ、しかも馬鈴薯塊茎の如き貯蔵器官の生産量の増大と澱粉生産量の増大をもたらし得る可否かは疑問である。Gib. 処理によつて葉面積比は増大の傾向を示し、純同化率、相対生長率は第1回の撒布処理期には幾分増加しているが、第2回の処理期には逆に幾分減少し、一定の傾向を示さない。むしろ処理によつて殆んど変わらないとするのが妥当と思われる。すなわち Gib. 処理は茎、ストロンの機能の活性化を起し、N の吸収抑制を招く結果、例えば、葉身の犠牲をもたらす、葉面積の増大が乾物生産に有効に反映しないものと思う。

要 約

生育中の馬鈴薯(男爵薯)にジベレリンの撒布処理を行ない、葉部の顕著な褪色、草丈、ストロンの著しい伸長を認めた。葉面積、乾物重は増加するが、塊茎化は遅延し、かつ畸型薯を生ずることが多く、塊茎重、澱粉含量は低減する。純同化率、相対生長率は殆んど変らないか、あるいは若干増大し、葉面積比は増加する。窒素含有量は明らかに低下するが逆に加里含有量は著しく増加し、ジベレリン処理により窒素吸収の強い抑制の起ることが推定され、これら無機養分の変動は茎、ストロンの代謝機能の昂進に密接な関連をもつものと考えられる。

なお葉面積の測定は今村信子嬢、分析は草間達雄・吉野昭夫両君の協力を得た。記して深く感謝する。

本実験は日本ジベレリン研究会の援助を受けて行なわれたもので、御支援と御教示を賜った北海道大学農学部 石塚喜明教授に深甚の謝意を表する次第である。

引 用 文 献

- 1) MORGAN, D.G. & Mees, G.C.: Nature, Vol. 178, p. 1357 (1956).
- 2) MUMPHRIES, E.C.: Ann. Appl. Biol. Vol. 46, No. 3, p. 346~351 (1958).
- 3) WATSON, D.G.: Advances in Agronomy, 4, p. 101~145 (1952).
- 4) 岡沢養三: 日作紀. Vol. 28, No. 1, p. 129~133 (1959).
- 5) 石塚喜明・広瀬晃・木幡守: 日本土壤肥料学会北海道支部大会講演要旨, (1960).
- 6) PAULS De T. ALVIN: Plant Physiol., Vol. 35, No. 3, p. 285~288 (1960).

- 7) LINCK, A.F. & SUDIA, T.W.: Amer. Jour. Bot., Vol. 47, No. 2, p. 101~105(1960).
8) HUMPHRIES, E.C.: Modern Methods of Plant Analysis, Vol. 1, p. 468~502 (1956).

On the Effect of Gibberellin Treatment with Potato Plant

Mitsuo KUSHIZAKI and Shinobu HOSHI
(Hokkaido Agricultural Experiment Station)

Summary

In 1958 year's preliminary experiment, gibberellin treatments by rather lower concentrations had shown unfavourable effects on the tuber yield and starch content of potato plant (var. Irish Cobbler). These results had rather confirmed the observation of D.G. Morgan and G.C. Mees.

Later on, E.C. Humphries in Rothamsted stated his result saying that it was quite sure that the gibberellic acid treatment could increase the leaf area, dry matter and tuber weight, although had had some questions if these effects could last by the maturity time.

Following the results of Dr. Humphries, we wanted to repeat our field experiment with higher concentrations of gibberellin. The treatments, as illustrated in Table 1, included 50 ppm twice, 100 ppm once and twice spraying. Detailed comparison of results are made only between plots No. 1, 4 and 5 with the intention of avoiding complication. Gibberellin treatments have brought increases in plant height, leaf area and weights of stem and stolon, but on the other hand reduced the tuber weight and starch content as can be seen in Tables 2 and 3.

Another noticeable difference brought by the Gibberellin treatment is the difference of mineral content. Nitrogen contents of treated plants have been strikingly reduced in any form and potassium increased reversely. As it is highly possible that mineral nitrogen in soil should be enough to meet the requirement of potato plant by the time of flower initiation that is about the very beginning of July, we would suggest that the Gibberellin treatment might bring some suppressing effect or inhibition on the nitrogen uptake by potato plant.

As to the increase of potassium uptake we haven't any clear explanation at the moment but we might infer that it is closely related to the particular growth of stem and stolon.

These particular growth or elongation of stem and stolon brought by the treatment might enhance the metabolic activity and anabolic cell function in these part, so that it could be unfavourable for the tuberization and accumulation of starch. This might be the reason of the delay of tuber formation and the increased formation of deformed tubers.

Table 7 shows the slightly increased values of net assimilation rate and relative growth rate on the 1st measurment and the slight reduction of them on the 2nd and the increased leaf area ratios with the both measurements.

Judging from these results, it might be possible to increase the tuber yield of potato by the Gibberellin treatment if reasonable nitrogen application could be done; even though, it is still quite doubtful for us whether we could expect an additive effect on the yield from the cooperating function of Gibberellin and nitrogen.