馬鈴薯澱粉に関する育種学的研究

(第2報) 澱粉粒径および無機成分含量の品種間および種間差異

村上紀夫*・浅間和夫*・伊藤平一*・伊藤 武**

(昭和55年8月25日受理)

Studies on Starch in Potato Breeding

II. Variation in Diameter of Starch Granule and Inorganic Constituents among Various Potato Varieties and *Solanum* Species

Norio MURAKAMI,* Kazuo ASAMA,* Hei-ichi ITOH* and Takeshi ITOH**

* *Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station*
(Nakashibetsu-cho, Hokkaido 086-11, Japan)

** *Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station*
(Memuro-cho, Hokkaido 082, Japan)

The present tests had studied to find out the variations in diameter of starch granule and inorganic constituents among various potato varieties and breeding lines, and *Solanum* species, respectively.

The each characteristics among potato varieties or breeding lines varied to the extent ranging 13.7-40.9 μm in diameter of starch granule, 100-439 mg in ash, 26-128 mg in P, 19-65 mg in K, 2.2-7.5 mg in Mg, and 0.2-2.4 mg/100g in Ca content. Similarly, the each characteristics among *Solanum* species varied to the extent ranging 13.0-39.1 μm in diameter of starch granule, 73-494 mg in ash, 21-101 mg in P, and 6-68 mg/100g in K content.

We also recognized several varieties or breeding lines which showed less 200 mg/100g in ash and over 28.0 μm in diameter of starch granule. These results are thought as very useful to select the excellent varieties or breeding lines as cross parents for future breeding work.

最近、馬鈴薯澱粉の消費量は安価なコーンスターチと競合して伸び悩み、供給量は相対的に過剰気味である²⁾。したがって、コーンスターチに対する馬鈴薯澱粉の競争力を高めるためには、澱粉原料用品種の澱粉含量を増加させるなどにより馬鈴薯澱粉のコストダウンをはかるとともに、澱粉特性をいっそう向上させることが必要である。

これまで、当場における澱粉原料用品種の育種目標は、多収、耐病性および高澱粉含量などであった¹⁾。したが

って、これらの育種目標を達成するため、外国から導入した品種や異種馬鈴薯(野生種)を使用し、多くの交配が行われてきた。しかし、これら大部分の品種および異種馬鈴薯は澱粉糊化特性が明らかでないまま交配母本材料として使用されてきた。そして、最近では澱粉糊化特性のより向上したものの育成にも重点をおいてきている。

このようなことから、本試験では当場に保存している内外の多数の品種、育成系統および異種馬鈴薯(野生種)について、育種事業のなかでも分析、調査の比較的容易な粒径および無機成分含量の品種差異および種間差異を明らかにしようとした。そして、これらの結果は育種事業を実施するための基礎資料にしようとした。

* 北海道立根釧農業試験場 (086-11 北海道標津郡中標津町)

** 北海道立十勝農業試験場 (082 北海道河西郡芽室町)

実験方法

1. 材料と耕種法

本試験は2つより成立っている。まず、内外の品種および育成系統の粒径と無機成分含量の品種間差異に関する試験では、当場の品種保存に関する試験から132品種・育成系統を供試した。試験は1978年に実施した。

つぎに、異種馬鈴薯(野生種)の粒径と無機成分含量の種間差異に関する試験では、当場の異種馬鈴薯に関する試験から、収量の比較的多い28種を供試した。試験は1974年と1978年の2カ年実施した。

各品種・育成系統および異種馬鈴薯の植付期はいずれも平年なみに行った。また、栽培期間中の生育は、各品種・育成系統および異種馬鈴薯ともほぼ順調に経過した。収穫はいずれも枯凋期後に行った。なお、施肥量、栽植密度および管理などは当場の標準耕種法に準じた。

2. 澱粉の採取と分析方法

澱粉の採取法、粒径の調査、灰分含量、P含量、K含量、Mg含量およびCa含量の分析方法はいずれも前報⁴⁾に示したとおりである。粒径の調査は11月、無機成分含量の分析は翌年2月から3月にかけてそれぞれ実施した。

結果および考察

1. 粒径および無機成分含量の品種間差異

品種・育成系統を育成国別に分けて、澱粉の粒径および無機成分含量をTable 1に示した。粒径は13.7～40.9 μm の範囲に分布し、約半数の品種・育成系統は20.0～26.0 μm の大きさに属した。品種・育成系統別に粒径をみると、Lorhが最も大きく、ついで、根育6号、MaraおよびWB59177-4があり、14品種・育成系統が30 μm 以上であった。一方、Mentorが最も小さく、ついで、根系5号および48097-3があり、いずれも16.0 μm 以下であった。澱粉原料用品種の粒径は、ビホロおよびタルマエで大きく、ハツフブキで小さかった。また、食用および加工用品種の男爵薯、シマバラ、トヨシロ、セトユタカおよびワセシロの粒径はいずれもやや小さかった。粒径の大きい馬鈴薯澱粉は、小さい粒径のものに比較して粘度が高く、糊化開始温度が低くなる望ましい特性を示す³⁾。さらに、前報⁴⁾と同様に粒径の大きい澱粉は灰分含量が少なくなる関連性を認めた($r=-0.129^*$)。したがって、澱粉原料用品種の選抜は粒径の大きいものを対象としており、これまで交配母本材料として使用頻度が高かった根育16号、WB60015-7、64030-525、

K66018-154 および WB59177-4 はいずれも 28.0 μm 以上で大きいほうに属した。

灰分含量は100～439 mg の範囲に分布した。そして、農産物検査法による馬鈴薯澱粉の規格0.2% (水分18%含有、1等級) 以内のものは72品種・育成系統と多かった。品種・育成系統別に灰分含量をみると、根系8号が最も多く、ついで、北海43号、Lorh、490012 および Elenita があり、12品種・育成系統が250mg 以上であった。一方、Canso が最も少なく、ついで、Saskia、1682-c(1)、根育10号、根育17号、北海33号および Pentland Ace があり、いずれも120mg 以下であった。

なお、現在栽培されている品種の灰分含量は、トヨシロ、男爵薯およびハツフブキが200mg 以下、ワセシロ、タルマエおよびビホロが200～240mg の範囲を示し、いずれもやや少ないほうに属した。また、交配母本材料としての WB60015-7、K66018-154、64030-525 および WB59177-4 は190～260mg の範囲にあった。

灰分含量は多くなると最高粘度が増す傾向がみられるが^{5,6)}、農産物検査法による検査規格から灰分含量は200 mg (1等級) 以下であることが望ましい。したがって、育種目標は灰分含量が200mg 以下で、しかも粒径が大きいものを対象としている。このようなことから、本試験の結果、根育6号、Mara、北海33号、Atleet、根系25号および WB59177-4 は灰分含量200mg 以下で、30 μm 以上の粒径を示した。さらに、根育13号、根育16号、Green Mountain、根系7号、根系34号、根系51号および北海46号は灰分含量が200mg 以下で、28 μm 以上の粒径を示した。したがって、これらを交配母本材料として利用することにより、灰分含量が基準以内(0.2%)で、しかも粒径が大きく、粘度特性の優れた品種の育成は可能と思われる。

P含量は他の無機成分含量に比べ澱粉糊化特性に与える影響が大きく、灰分含量と同様に最高粘度との間に正、および最高粘度到達温度との間に負の関係のあることが明らかにされている⁹⁾。したがって、P含量についての育成系統は多いものを選抜の対象にしている。P含量は26～128mg の範囲に分布していた。品種・育成系統別にP含量をみると、最も多いのは北海43号であり、ついで、1512-c(16)、セトユタカ、Chenango、北海27号、Chippewa、根系33号、北海53号および64030-525があり、いずれも80mg 以上であった。一方、根育10号が最も少なく、根系6号、北海49号、根育17号およびヨウラクがいずれも30mg 以下と少なかった。

K含量が最高粘度および最高粘度到達温度に及ぼす影

Table 1. Diameter (μm) and inorganic constituents (mg/100 g) of the starch granule in potato varieties.

Varieties	Diameter	Ash	P	K	Mg	Ca	Varieties	Diameter	Ash	P	K	Mg	Ca
USA							USSR						
Canso	22.8	100	36	25	2.2	0.2	Prueski Rannij	21.2	153	50	22	3.8	0.8
Red Warba	22.7	152	48	30	3.5	0.7	Klasneufimsk	27.7	218	66	46	3.8	0.4
Earlaine	21.6	152	45	25	4.2	0.8	Lorh	40.9	284	78	61	4.1	0.4
Green Mountain	29.1	164	64	35	3.7	0.8	Mexico						
Russet Burbank	27.4	169	61	39	4.6	0.8	Dorita	29.3	233	79	43	4.4	1.3
Irish Cobbler	22.4	170	52	26	4.1	0.8	Elenita	29.5	273	77	61	3.9	0.8
Norland	26.6	174	52	30	4.8	0.9	Rumania						
Atleet	30.6	180	64	39	3.3	0.2	Brasovean	25.1	171	58	37	3.9	0.8
Warba	20.7	199	65	26	4.9	0.8	Magura	18.5	231	64	43	5.7	0.2
Red Beauty	19.9	205	65	33	4.5	1.2	Japan						
Pungo	20.9	211	61	49	4.3	0.6	Setoyutaka	20.9	136	86	59	5.5	1.0
Triumph	23.3	215	78	34	5.3	0.8	Youraku	24.0	143	30	30	3.4	0.8
Chippewa	22.8	231	80	50	4.1	1.4	Toyoshiro	22.2	148	42	29	4.6	0.2
Multa	29.8	232	66	56	4.9	0.8	Shimabara	21.1	166	60	39	4.1	1.2
Teton	26.7	233	77	49	5.0	1.8	Musa	25.3	169	64	35	4.1	0.8
Chenango	17.4	238	81	39	6.4	0.8	Hatsufubuki	22.4	175	64	41	3.9	0.8
Holland							Tarumae	28.1	201	44	45	4.4	0.8
Saskia	20.9	103	36	19	3.5	0.8	Hon-iku 393	20.4	201	58	37	5.3	1.2
Mentor	13.7	150	53	33	3.0	0.8	Waseshiro	23.6	209	69	37	3.8	0.2
Sirtema	20.1	155	43	19	3.7	0.8	Bihoro	31.2	237	48	44	5.0	1.2
Prevalent	24.5	169	55	39	4.1	0.9	Japan (Breeding line)						
Ehud	25.7	180	62	45	5.3	0.8	Kon-iku 4	22.7	137	43	27	2.9	0.8
Fina	22.6	183	58	38	4.1	2.4	do. 5	29.6	220	62	55	3.5	0.8
Froma	26.9	185	58	41	4.7	0.8	do. 6	36.3	126	36	29	2.7	0.8
Mara	35.9	191	64	44	4.1	0.8	do. 7	29.6	258	31	42	4.9	0.8
Isora	26.5	199	45	39	4.5	0.2	do. 8	23.6	155	51	23	4.7	0.2
Noordeling	21.4	210	63	40	4.3	0.8	do. 10	22.2	106	26	21	3.1	0.2
Rode Star	20.8	218	58	44	5.0	0.2	do. 12	27.8	153	46	35	3.4	0.2
Pinpernel	25.8	228	66	55	4.6	0.8	do. 13	29.1	156	35	27	3.8	0.2
Regina	26.6	231	70	48	4.0	0.2	do. 14	26.8	210	38	32	4.5	0.2
Germany							do. 15	27.9	167	42	29	3.0	0.2
Frümölle	24.0	149	50	29	4.6	0.8	do. 16	29.4	127	32	23	2.6	0.2
Parnassia	24.7	161	55	35	3.3	1.2	do. 17	23.8	113	29	20	2.7	1.2
Susanna	24.9	198	69	45	4.8	0.2	do. 18	24.6	200	62	44	4.7	0.8
Skutella	21.9	213	59	22	5.2	0.8	do. 19	23.5	182	59	43	4.0	0.2
Tunika	21.6	216	64	34	4.5	0.9	Konkei 1	21.2	183	43	39	4.1	0.2
Pavo	16.5	219	68	33	5.1	2.2	do. 4	18.4	246	56	33	3.2	0.2
Kamiyaimo	22.4	264	69	58	4.1	0.2	do. 5	15.9	153	49	30	4.0	1.2
England							do. 6	24.1	194	28	42	3.9	1.2
1682-c(1)	25.4	106	37	24	2.9	2.1	do. 7	29.9	177	62	36	4.9	0.8
Pentland Ace	20.4	120	43	23	3.5	0.2	do. 8	29.5	439	67	50	4.2	0.7
1506-b(31)	28.2	205	55	37	4.7	0.8	do. 12	32.2	227	43	24	3.9	0.2
1512-c(16)	28.0	267	87	50	4.0	0.9	do. 13	26.9	126	43	26	3.2	1.2
							do. 14	23.4	164	49	37	4.1	0.7

Table 1 (continue)

Varieties	Diameter	Ash	P	K	Mg	Ca	Varieties	Diameter	Ash	P	K	Mg	Ca
Konkei 15	20.3	163	58	31	3.3	0.8	Hokkai 25	21.9	242	54	37	4.2	1.1
do. 17	27.0	149	49	31	3.5	0.8	do. 27	22.3	242	81	61	4.5	2.3
do. 18	25.9	220	61	43	4.6	0.2	do. 31	24.0	227	55	58	3.9	1.2
do. 19	21.7	220	65	43	5.0	1.1	do. 33	30.2	119	31	31	3.3	0.2
do. 20	32.1	225	70	51	4.0	0.8	do. 34	23.1	164	54	33	3.7	1.2
do. 21	29.2	228	73	44	4.9	1.1	do. 36	20.5	181	63	29	3.8	1.2
do. 25	32.7	172	44	38	3.8	0.8	do. 39	22.4	216	66	35	4.2	1.2
do. 28	26.0	176	61	36	4.3	0.2	do. 42	25.8	121	48	30	3.0	0.7
do. 29	24.0	215	64	52	3.2	0.2	do. 43	28.2	341	128	65	7.5	0.9
do. 30	25.3	166	63	37	4.1	2.4	do. 46	28.6	170	46	46	3.8	0.2
do. 32	25.8	204	56	41	3.3	0.8	do. 49	18.4	127	28	23	4.0	2.4
do. 33	34.9	259	80	62	4.1	0.8	do. 50	22.3	132	43	24	4.3	1.2
do. 34	29.3	164	58	40	3.9	0.2	do. 51	31.1	223	68	51	4.6	0.8
do. 37	20.2	236	72	55	5.5	0.2	do. 52	21.3	169	65	41	4.1	0.2
do. 40	20.6	241	59	37	4.1	1.1	do. 53	21.6	224	80	48	5.0	0.2
do. 44	26.7	130	50	32	3.8	0.8	do. 54	23.9	176	58	27	3.4	0.2
do. 47	26.5	193	56	46	3.1	0.8	do. 56	22.2	169	63	41	3.4	2.3
do. 48	29.9	223	67	36	4.7	0.2	48097-3	15.9	243	67	60	5.0	0.2
do. 49	27.1	208	56	48	3.2	0.6	490012	25.8	275	77	59	4.2	0.2
do. 51	29.3	168	42	37	3.3	0.8	WB59177-4	35.1	197	50	51	3.5	0.2
do. 52	29.0	219	57	45	3.8	0.4	WB60015-7	31.0	229	67	57	4.3	0.2
do. 53	24.3	203	60	42	4.5	0.2	WB61037-94	23.3	138	39	21	3.4	0.2
Hokkai 5	26.7	255	76	37	4.4	0.2	64030-525	28.1	251	80	62	4.8	1.2
do. 13	21.5	180	64	38	4.5	0.8	64033-535	27.9	148	44	38	3.2	0.2
do. 19	22.3	152	40	33	3.0	0.2	K66018-154	28.5	204	71	47	5.9	0.8
do. 21	30.4	261	51	35	4.2	0.2	Mean	25.1	193	57	39	4.1	0.7
do. 23	23.4	176	50	40	2.7	0.2	CV (%)	17.6	25.3	26	28	19	71

Kon-iku, Konkei: selected breeding line at Hokkaido Prefectural Konsen Argicultural Experiment Station.

Hokkai: selected breeding line at Hokkaido National Agricultural Experiment Station.

響は、P含量の場合と同様であることが明らかにされている⁶⁾。また、K含量は前報⁴⁾と同様に灰分含量およびP含量との間に密接な正の相関関係を認めた($r=0.481^{**}$, 0.687^{**})。そして、K含量は19~65mgの範囲に分布し、北海43号、根系33号、64030-525, Lorh, Elenita, 北海27号および48097-3は60mg以上で多く、SaskiaおよびSirtemaは20mg以下で著しく少なかった。

Mg含量は2.2~7.5mgの範囲に分布し、灰分含量に占める割合は平均で2.1%と少なかった。そして、北海43号、Chenango, K66018-154, Magura, セトユタカおよび根系37号は5.5mg以上で多かった。

Ca含量は0.2~2.4mgの範囲に分布した。大部分の品種・育成系統は1.0mg以下を示したが、Fina, 根系

30号、北海49号、北海27号、北海56号、Pavo および1682-c(1)は2.0mg以上で多かった。

以上、本試験では前報⁴⁾で供試しなかった多数の品種および育成系統について粒径および無機成分含量を明らかにした。したがって、これらの結果は、交配母本材料の選定の際などに参考になると思う。今後、これらの品種・育成系統の澱粉がどのような粘度特性を示すかについてさらに調べる必要がある。

2. 粒径および無機成分含量の種間差異

異種馬鈴薯(野生種)は栽培品種に比較して高澱粉含量、蛋白質含量および耐病性など一部優良な特性を具備しているものもあるが、地上部形態、収量性および塊茎形状など大部分の特性で劣る場合が多い。そのため、異

Table 2. Diameter (μm) and inorganic constituents (mg/100 g) of the starch granule in *Solanum* species.

Group	Species	Polyploid ($x=12$)	Diameter	Ash	P	K	Mg	Ca
Pin.	<i>S. cardiophyllum</i>	2x	25.8	73	24	6	4.3	4.7
	<i>S. cardiophyllum</i> (w 225)	2x	21.4	90	21	9	2.1	3.0
Com.	<i>S. chacoense</i> (w 34)	2x	35.7	365	89	47	12.0	2.0
	<i>S. gibberulosum</i> (w 168) [P]	2x	26.0	377	101	60	7.5	0.2
	<i>S. commersonii</i> (w 54)	2x	26.7	285	85	50	6.4	0.2
	<i>S. laplaticum</i> (w 65)	2x	26.3	342	77	62	9.9	1.3
	<i>S. cardasii</i> (w 98)	2x	33.0	298	80	62	11.0	1.9
	<i>S. dolichostigma</i> (w 62)	2x	39.1	278	70	56	10.3	1.4
	<i>S. demissum</i> [yv. sens.]	6x	21.2	305	90	60	6.5	0.9
Dem.	<i>S. semidemissum</i> (w 242)	5x	17.9	240	91	37	7.2	5.8
Long.	<i>S. longipedisellatum</i>	4x	23.1	392	69	51	16.4	4.6
	<i>S. papita</i> (w 273)	4x	14.4	232	64	25	9.3	9.0
	<i>S. stoloniferum</i>	4x	18.8	392	69	51	16.4	4.6
Poly.	<i>S. polyadenium</i> (w 278)	2x	17.6	291	86	56	5.2	2.1
Tub. (w)	<i>S. vernei</i>	2x	31.2	494	87	68	17.0	3.9
	<i>S. ballsii</i> (w 93)	2x	22.7	318	96	63	6.1	0.8
	<i>S. famatinae</i>	2x	35.6	240	71	35	6.3	0.7
	<i>S. multidissectum</i> (w 237)	2x	14.1	281	68	40	4.6	3.0
Tub. (c)	<i>S. goniocalyx</i> (w 103)	2x	18.3	255	56	43	10.4	2.6
	<i>S. kesselbrenneri</i> (w 64)	2x	14.5	275	60	27	9.5	8.9
	<i>S. chaucha</i> var. <i>surimana</i> (w 99)	2x	13.0	325	99	56	6.3	2.1
	<i>S. phureja</i> (w 253)	2x	30.2	312	57	13	5.6	4.0
	<i>S. phureja</i> (w 276)	2x	19.1	316	62	37	10.3	3.0
	<i>S. rybinii</i> (w 113) [R]	2x	15.8	299	63	20	6.1	9.9
	<i>S. rybinii</i> (w 113) [L]	2x	17.4	355	40	10	5.2	12.9
	<i>S. rybinii</i> (w 113) [Y]	2x	30.6	288	82	50	5.2	1.1
	<i>S. stenotomum</i> (w 287) [Y]	2x	20.5	239	64	41	9.1	1.2
	<i>S. stenotomum</i> (w 287) [YW]	2x	14.5	239	64	35	9.6	4.4
	Mean		23.0	293	71	42	8.4	3.6
	CV (%)		31.7	28.5	28.3	43.4	44.4	88.9

Pin.: *Pinnatisecta*, Com.: *Commersoniana*, Dem.: *Demissa*, Long.: *Longipedicellata*, Poly.: *Polyadenia*, Tub.(w): *Tuberosa* (wild species), Tub.(c): *Tuberosa* (cultivated species), S.: *Solanum*, (): introduction number, []: characteristics.

種馬鈴薯のもつ優良な特性は栽培品種との種間交雑あるいは戻し交雑などを実施して栽培品種に導入している。本試験では、収量が比較的多く、澱粉が多く採取できた28種について、粒径および無機成分含量をTable 2に示した。

粒径は13.0~39.1 μm の範囲に分布した。最も大きいのは *S. dolichostigma* (w 62) であり、ついで、*S. chacoense* (w 34) および *S. famatinae* が35 μm 以上であった。一方、*S. chaucha* var. *surimana* (w 99) が最

も小さく、ついで、*S. multidissectum* (w 237), *S. papita* (w 273), *S. kesselbrenneri* (w 64) および *S. stenotomum* (w 287) [YW] がいずれも15 μm 以下であった。

灰分含量は73~494mg の広範囲に分布した。平均値は293mgを示し、品種・育成系統のそれと (Table 1) 比較して平均100mg多かった。そして、*S. vernei*, *S. longipedisellatum* および *S. stoloniferum* は390mg以上で多く、*S. cardiophyllum* および *S. cardiophyl-*

lum(w 225) はいずれも 100mg 以下と極端に少なく特異的であった。

P 含量は 21~101mg の範囲に分布した。最も多いのは *S. gibberulosum* (w 168) [P] であり、ついで、*S. chaucha* var. *surimana* (w 99), *S. ballsii* (w 93), *S. semidemissum* (w 242) および *S. demissum* [yv. sens.] があり、いずれも 90mg 以上であった。一方、*S. cardiophyllum* および *S. cardiophyllum* (w 225) は灰分含量の場合と同様に極端に少なかった。

K 含量は 6~68mg の広範囲に分布した。そして、*S. vernei* が最も多く、ついで、*S. ballsii* (w 93), *S. cardasii* (w 98), *S. laplaticum* (w 65), *S. gibberulosum* (w 168) [P] および *S. demissum* [yv. sens.] が 60mg 以上であった。一方、*S. cardiophyllum*, *S. cardiophyllum* (w 225) および *S. rybinii* (w 113) [L] が少なく、いずれも 10mg 以下を示した。そして、Mg 含量および Ca 含

量はそれぞれ 2.1~17.0mg, 0.2~12.9mg の範囲に属した。

以上、本試験では、これら異種馬鈴薯(野生種)の粒径および無機成分含量について種間差異を明らかにした。今後、これらの異種馬鈴薯がどのような粘度特性などを示すかについて明らかにする必要がある。

文 献

- 1) 浅間和夫：北農，**43**(3)，1(1976)。
- 2) 北海道農務部畑作振興課：北海道における馬鈴薯の概況，p. 49~59(1980)。
- 3) 貝沼圭二，鈴木繁男：澱粉工誌，**12**，69(1965)。
- 4) 村上紀夫，浅間和夫，伊藤平一，伊藤 武：澱粉科学，**25**，177(1978)。
- 5) 矢木繁博，鈴木 実，下村 司，吉岡真一：澱粉科学，**20**，51(1973)。
- 6) 吉岡真一，坂口 進，奥山善直，浅間和夫，村上紀夫：北農試研究報告，**118**，113(1977)。