HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	バレイショにおける S. demissum 戻し交雑系統の乾物生産特性および形態的形質
Author(s)	礒田, 昭弘; 中世古, 公男; 後藤, 寛治
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 13(3), 330-335
Issue Date	1982-11-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11980
Type	departmental bulletin paper
File Information	13(3)_p330-335.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

バレイショにおける *S. demissum* 戻し交雑系統の乾物生産特性および形態的形質

礒田昭弘・中世古公男・後藤寛治
(北海道大学農学部食用作物学教室)

(昭和57年4月21日受理)

Dry Matter Production and Some Morphological Characters of *S. demissum* Backcrossed with *S. tuberosum*

Akihiro ISODA, Kimio NAKASEKO and Kanji GOTOH
(Laboratory of Field Crops, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japan)

緒　論

現在，世界で栽培されているバレイショ栽培品種，*S. tuberosum* は，16世紀に南米からヨーロッパに導入された数少ない *S. tuberosum* ssp. *andigena* から育成されたものである[10]。したがってその遺伝的背景が狭いため，野生種および近縁種のもつ優良形質を栽培品種へ導入する試みが盛んに行われてきた[1,2,3,4,5,7,8,11]。こうした近縁種のうち，栽培品種との交雑に最も広く利用されている *S. demissum* は，疫病 (*Phytophthora infestans*) 抵抗性，ウイルス抵抗性 (特に leaf-roll virus) を持つ種で，ドイツでは栽培品種の70%が *S. demissum* の遺伝子を含むとされ[9]，我が国でもヨウラク，リシリなどの品種がこの遺伝子を含んでいる。このように *S. demissum* は主として疫病抵抗性導入の目的で利用され(戻し交雑が一般的である)てきたため，その交雑種の乾物生産特性，形態的形質について研究した報告は比較的少ない。

そこで本研究は，*S. demissum* と *S. tuberosum* 交雑種に *S. tuberosum* を戻し交雑した系統の乾物生産特性ならびに茎葉の形態的形質について検討した。

本研究のとりまとめにあたり，有益な御助言をいただいた北海道農業試験場作物第1部畑作物第2研究室室長西部幸男氏，ならびに実験遂行に御協力いただいた渡辺春雄氏をはじめとする北海道大学農学部附属農場作物第1部の職員の方々に深謝の意を表する。

材料および方法

試験は，1980年北海道大学農学部附属農場で行った。供試系統・品種は，*S. demissum* と *S. tuberosum* 交雑

Table 1. Yield and yield components

Strain and cultivar	Growing period (day)	Yield		Number of tubers (/pl.)	Single tuber weight (g)	Starch value (%)
		Flesh (g/m^2)	Dry (g/m^2)			
BC_1 41089-8	149	1838.9	500.18	6.6	62.7	19.4
BC_2 Rishiri	151	4836.0	1186.60	10.6	102.3	17.3
BC_3 60096-16	151	4138.4	1015.93	10.5	93.0	19.3
63030-2	151	4812.0	1294.42	8.8	124.1	20.8
Hokkai No. 29	151	6282.0	1703.29	11.1	128.4	20.0
Mean of BC_3	151	5077.5	1337.88	10.1	155.2	20.0
BC_4 Hokkai No. 46	151	4182.2	1130.02	18.4	51.1	24.5
Norin No. 1	147	7762.2	1832.93	12.0	145.1	16.2
Significance	—	**	*	*	**	**

Note. *: 5% and **: 1% level of significance.

種に *S. tuberosum* を戻し交雑1回行った41089-8 (BC_1), 2回のリシリ (BC_2), 3回の60096-16, 63030-2, 北海29号 (BC_3) の3系統, 4回の北海46号 (BC_4), および比較品種として農林1号を用いた (Table 1 参照)。種薯は北海道農業試験場作物第1部畑作物第2研究室 (恵庭市島松) で前年採種されたものを使用した。

栽植密度は, 畦間75 cm, 株間30 cm (4,444株/10 a) で, 施肥量は10 a当たり, N 6.3 kg, P_2O_5 9.9 kg, K_2O 8.1 kg の割合で全量基肥として施与した。区制は2反復乱塊法で, 5月8日に植え付けた。

調査は, 7月9日 (植え付け後62日目, 開花期—Stage 1), 7月31日 (植え付け後84日目, 早生品種地上部最大期—Stage 2), 8月27日 (植え付け後112日目, 極晩生系統地上部最大期—Stage 3) に行い, 1区より4個体掘り取り, 葉面積および部位別乾物重 (80°C, 48時間熱風乾燥) を測定した。各系統・品種とも10月6日に収穫し, 塊茎収量および収量構成要素を調査した。また, 7月20日に第1花房節位葉とその下2葉を対象とし, 頂小葉面積, 重なり部分をそのままの状態で投影した複葉面積 (複葉面積A), および小葉を切り離し求めた全複葉面積 (複葉面積B) を測定した。

なお, 生育日数は各系統・品種ともすべて150日前後となり, 晩生ないしは極晩生種に類した。

結　果

1. 乾物重の推移

Fig. 1 は各戻し交雑系統と農林1号の各 Stage における地上部および塊茎乾物重を示したものである (BC_3 は3系統の平均値を使用)。図に明らかなように, 全乾物重および塊茎乾物重はいずれの Stage においても戻し交雑回数の少ない世代が小さく, 戻し交雑回数が増えるにしたがって栽培品種, 農林1号に近づくことがわかる。収穫期では, BC_4 の塊茎乾物重は BC_2, BC_3 に比べ小さいが, これは生育後半に倒伏したため, その影響によるものと考えられる。一方, 地上部乾物重は BC_1 を除くと各系統とも農林1号と大差なく推移しているのが特徴で, 検討の結果, BC_1, BC_2 および BC_3 は農林1号に比

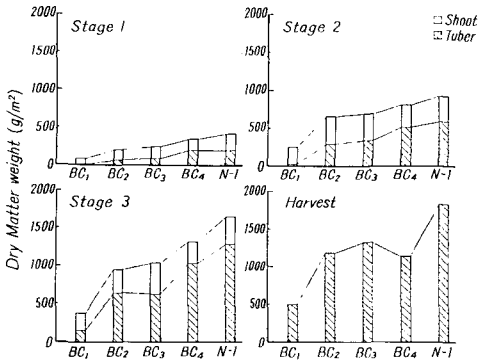

Fig. 1. Differences in dry matter accumulation (Shoot and Tuber) among the strains differed in number of back cross.

Note. 1) $BC_{1, 2, 3 \text{ and } 4}$ indicate the number of back cross.
2) N-1 indicates Norin No. 1.
3) Stage 1, 2, 3 and Harvest are 62, 84, 112 and 150 days after planting, respectively.

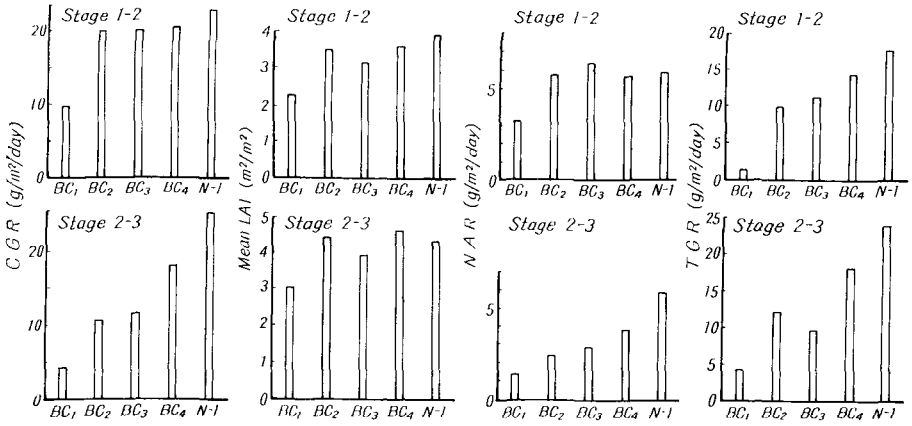

Fig. 2. Relations of generations on Crop Growth Rate (CGR), Mean Leaf Area Index (Mean LAI), Net Assimilation Rate (NAR) and Tuber Growth Rate (TGR).

Note. 1) Stages and symbols are the same as those in Fig. 1.

べ塊茎への乾物分配率が小さいことが明らかとなった。

2. 生長パラメータの推移とその相互関係

Fig. 2 に Stage 1-2 および Stage 2-3 における個体群生長速度 (CGR), 平均葉面積指数 (Mean LAI), 純同化率 (NAR), および塊茎乾物増加速度 (TGR) を示した。

これについてみると, (GR は Stage 1-2 では BC_1 が著しく小さいが, BC_2, BC_3, BC_4 は農林1号とほとんど差がなかった。Stage 2-3 では系統間に差が認められ, 戻し交雑回数の多い世代ほど高い値を示し, 農林1号に近づく傾向が認められた。

Mean LAI は, 両 Stage とも BC_1 がやや小さく, BC_2 以降の系統は農林1号とほとんど差がなかったが, NAR は Stage 1-2 では Mean LAI と同様の対応関係を示すものの, Stage 2-3 では戻し交雑回数の多い世代ほど大きくなる傾向が認められた。一方, TGR は両 Stage とも戻し交雑回数の多い世代ほど大きかった 。

以上のように, 戻し交雑回数と各生長パラメータの対応関係は Stage によって異なることから, 両 Stage における CGR の支配要因を明らかにするため CGR と Mean LAI および NAR との関係を Fig. 3 に示した。

Stage 1-2 では CGR は Mean LAI と有意な正の相関を示し, LAI の増加に伴い増大したが, ある一定以上の値を越えると増加割合は低下した。また NAR とも有意な相関を示したが, これは BC_1 の値に起因するものと考えられ, BC_1 を除いた相関は有意ではなかった (r=0.297)。一方, Stage 2-3 では CGR は Mean LAI と有意な相関を示さず, NAR と直線的対応関係を示した。

以上のことから, Stage 1-2 では CGR は主として Mean LAI の差を, Stage 2-3 では NAR の差を反映したものと考えられる。また, TGR も Stage 1-2 では Mean LAI と (r=0.923**), Stage 2-3 では NAR と有意な相関 (r=0.943**) を示し, 戻し交雑系統間の TGR の差異は, 生育前半では LAI, 生育後半では NAR の差に起因しているものと推察された。

3. 塊茎収量および収量構成要素

塊茎収量および収量構成要素を Table 1 についてみると, 塊茎生収量および乾物収量とも戻し交雑系統が農林1号に比べ小さかった。しかし, BC_2 以降の世代では戻し交雑回数に関係なく, リシリ, 北海29号など比較的高収を示す系統が存在した。

個体当塊茎数は, 北海46号が18個と著しく多かったが, 他の系統では農林1号とほぼ同程度であった。また平均一個塊茎重は, 戻し交雑系統では概して小さかったが, BC_3 の 63030-2, 北海29号は農林1号の値に近かった。デンプン価は, いずれの戻し交雑系統も17～25%と高い値を示し, 農林1号を上回った。

4. 茎葉の形態的形質

茎長, 茎太, 葉数は, 戻し交雑系統では農林1号に比べ著しい差異はなかった。しかし, Table 2 に明らかなように, 戻し交雑系統は複葉面積 A および B, 頂小葉面

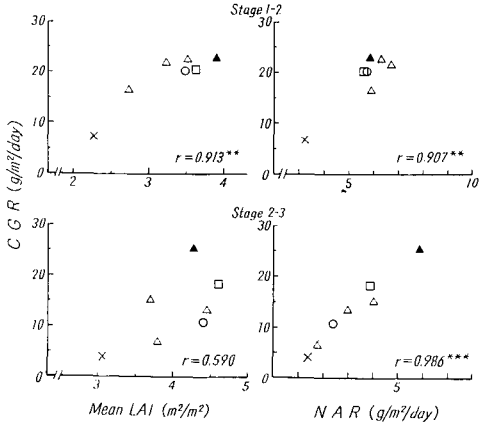

Fig. 3. Relations of CGR with Mean LAI and NAR.

Note. 1) ×: BC_1, ○: BC_2, △: BC_3, □: BC_4 and ▲: Norin No. 1.
2) Stages are the same as those in Fig. 1.

Table 2. Some leaf characters

Strain and cultivar	Compound leaf area A (cm²)	Compound leaf area B (cm²)	A/B (%)	Terminal leaflet area (cm²)	Leaf area /petiole length (cm²/cm)
BC_1 41089-8	117.2	120.5	97.6	21.0	68.7
BC_2 Rishiri	245.5	262.5	93.2	37.8	71.1
BC_3 60096-16	137.4	158.7	97.0	24.2	79.9
63030-2	199.2	221.0	90.8	29.5	93.4
Hokkai No. 29	259.5	280.0	92.5	28.7	107.6
Mean of BC_3	198.7	219.9	93.4	27.5	93.6
BC_4 Hokkai No. 46	182.0	202.2	87.0	27.8	100.8
Norin No. 1	303.7	333.1	91.2	43.7	121.5
Significance	—	—	—	*	*

Note. 1) A: Leaf area measured regardless duplications of leaflets.
B: leaf area accumulated all leaflets area.
2) *: 5% level of significance.

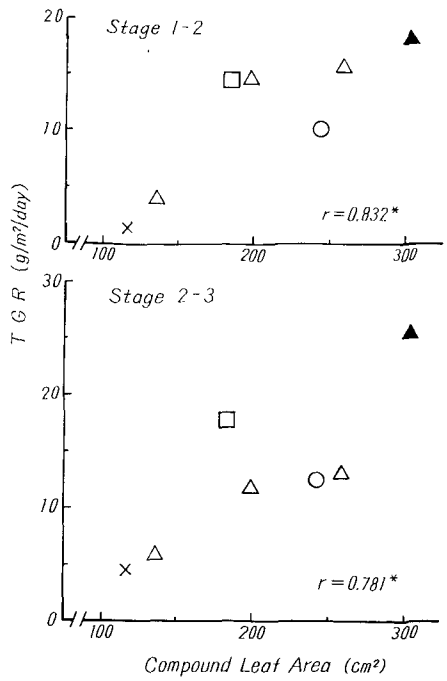

Fig. 4. Relationships between Compound Leaf Area and TGR.

Note. 1) Stages are the same as those in Fig. 1.
2) Symbols are the same as those in Fig. 3.

積のほか，複葉面積Aを葉柄長で割った複葉の横への広がり度合はそれぞれ小さく，複葉の重なり度合を示すA/Bが大きかった。すなわち，戻し交雑系統は複葉面積が小さく，小葉の着生状態が疎であった。しかしながら，戻し交雑回数とこれらの形質との間には明確な関係は認められなかった。また，複葉面積Aは Stage 2，3のLAIおよび各 Stage の NAR と相関を示さなかったが，Stage 1 の LAI と有意な相関を示した（$r=0.846^*$）ほか，Fig. 4 に示すように TGR との間にも有意な正の相関が存在した。特に Stage 1-2 で高い相関を示す（$r=0.832^*$）ことから，生育前半では複葉面積が大きいほど塊茎の生育が旺盛なことが示唆された。

考　察

戻し交雑系統は，一般に栽培品種，農林1号に比較して乾物生産力は劣るが，戻し交雑回数の多い世代ほど乾物生産力は栽培品種に近づくことが認められた。田口[12]は，*S. demissum* (D) に栽培種，*S. tuberosum* (T) を交雑した雑種に栽培品種を連続戻し交雑した場合，反復親である *S. tuberosum* に由来する遺伝子は理論上，D×T：1/2，D×T²：3/4，D×T³：7/8，……，D×Tⁿ：$2^n-1/2^n$ となることを報告している。本実験で得られた農林1号の全乾物重ならびに塊茎乾物重の値を100としてみると，一般的傾向は合致するものの，実際値は理論値よりかなり小さく，特に BC_1 が著しく小さかった。このことは，量的形質の累積的総合結果として表現される乾物生産力は，葉面積，光合成能力，受光態勢，塊茎形成など諸要因が複雑に関与しているため，戻し交雑回数の多い世代ほど農林1号の値に近づく傾向を示したものの，遺伝子比率から推定される理論値には必ずしも適合しなかったものと考えられる。

一般に認められているように[13]，本実験においても乾物生産は生育前半では LAI によって支配され，生育後半では NAR の支配に移行する傾向が認められた。開花期までの乾物生産は，Stage 1 で LAI と複葉面積との間に有意な正の相関関係が認められたことから，複葉面積の大小が葉面積の大きさに反映し，乾物生産が制御されたものと考えられ，戻し交雑系統が農林1号に比べ初期生長が劣る理由の一つは，複葉が小さく疎散型であることによるものと推定された。

Stage 1-2 では，葉面積は複葉面積の大小に係わらず，BC_1 を除く戻し交雑系統では農林1号と大差なく，乾物生産も著しい差はなかったが，Stage 2-3 では CGR は NAR と高い正の相関を示し，NAR は戻し交雑回数の少ない世代ほど小さく，乾物生産は農林1号，BC_4，BC_3，BC_2，BC_1 の順となった。この期間の NAR は LAI と相関を示さないことから，その差異は光合成能力の差に起因するものと推察されるが，NAR は TGR とも高い正の相関を示すことから，Sink 側の要因が関与しているのかも知れない。

一方，茎葉の形態的形質についてみると，戻し交雑系統は，一般に農林1号に比べ複葉面積ならびに複葉の横への広がり度合が小さく，小葉が疎に着生していることが明らかとなった。*S. demissum* は中米低緯度地方に生育している草丈の小さい無葉柄の円い葉を持った種[6]であり，本研究で用いた系統は戻し交雑により茎長，茎太，葉数は栽培品種との著しい差異は消失していたが，複葉の形態には *S. demissum* の影響が幾分残存していた。複葉の形態は受光を制御する大きな要因であり，今後複葉の形態の遺伝的，生理生態的試義について検討する必要があると思われる。

摘 要

S. demissum と *S. tuberosum* 交雑種に *S. tuberosum* を戻し交雑した系統の収量性と乾物生産特性ならびに茎葉の形態的形質との関係を検討するため，*S. demissum* 戻し交雑系統6系統，および栽培品種，農林1号を用い圃場実験を行った。得られた結果は以下のとうりである。

1. 乾物生産力は，戻し交雑回数の多い世代ほど農林1号に近づく傾向を示したが，各世代とも農林1号を下回った。また，戻し交雑4回の系統を除く各系統は塊茎への乾物分配率が小さかった。

2. 乾物生産は，生育前半では葉面積指数 (LAI) によって支配され，生育後半では純同化率 (NAR) による支配に移行する傾向が認められ，戻し交雑系統間の乾物生産の差異は，生育前半では葉面積の差に，生育後半ではNAR の差に起因するものと考えられた。

3. 戻し交雑系統は，農林1号に比べ塊茎生収量，乾物収量が小さかった。しかし，戻し交雑2回以上の世代では，戻し交雑回数に関係なく農林1号に近い収量性を示す系統が存在した。また，戻し交雑系統は個体当塊茎数ではほぼ農林1号と等しく，平均一個塊茎重では概して小さかった。デンプン価ではいずれの系統も高い値を示し，農林1号を上回った。

4. 戻し交雑系統は，複葉面積が小さく，複葉の横への広がり度合が小さいほか，小葉着生状態が疎であることが明らかとなった。

引 用 文 献

1. BLACK, W., C. MASTENBROEK, W. R. MILLS and L. C. PETERSON: A proposal for international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. *Euphytica* **2**: 173-240. 1953
2. BLACK, W. and M. E. GALLEGLY: Screening of *Solanum* species for resistance to physiological races of *Phytophthora infestans*. *Amer. Potato J.* **34**: 273-281. 1957
3. BLACK, W: The nature and inheritance of field resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes. *Amer. Potato J.* **47**: 279-288. 1970
4. DIONNE, L. A.: Studies on the use of *Solanum acaule* as a bridge between *Solanum tuberosum* and species in the series *bulbocastana, cardiophylla* and *pinnatisecta*. *Euphytica* **12**: 263-269. 1963
5. GUZMÁN-N. J.: Nature of partial resistance of certain clones of three *Solanum* species to *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* **54**: 1398-1404. 1964
6. HAWKES, J. G.: Modern taxonomic work on the *Solanum* species of Mexico and adjacent countries. *Amer. Potato J.* **43**: 81-103. 1966
7. MALCOMSON, J. F. and W. BLACK: New R genes in *Solanum demissum* LINDL. and their complementary of races of *Phytophthora infestans* (MONT.) de BARY. *Euphytica* **15**: 199-203. 1966
8. OCHOA, C. M.: A new tuber-bearing *Solanum* potentially useful for breeding for aphid resistance. *Amer. Potato J.* **57**: 387-390. 1980
9. ROSS, H.: The use of wild *Solanum* species in German potato breeding of the past and today. *Amer. Potato J.* **43**: 63-80. 1966
10. SIMMONDS, N. W.: Prospects of potato improvement.p. 18-38. *In* Scottish Society for Research in Plant Breeding Report to the Annual Meeting Pentlandfield, Scottish Plant Breeding Station. 1969
11. 田口啓作：馬鈴薯種間交雑育種に関する研究．東北農試研究報告，**4**: 1-26. 1955
12. 田口啓作・吉田 稔・中世古公男・由田宏一：ばれいしょの生理生態学的研究．第2報 乾物生産について，北大農場報告 **7**: 33-41. 1970
13. TOXOPEUS, H. J.: Over de mogelijke betekenis van *Solanum demissum* voor de veredeling gericht op verhoging van knolopbrengst. *Euphytica* **1**: 133-139. 1952

Summary

The present study in this paper were made to investigate dry matter production and some morphological characters of the strains of *S. demissum* backcrossed with *S. tuberosum* differing in number of back cross. Six strains and a cultivar, Norin No. 1 as a check were grown under field conditions in 1980. The results obtained are summarized as follows;

1. As number of back cross increased, dry matter weight became larger and similar to those of Norin No. 1 at each Stage (Fig. 1). The strains except BC_4 had smaller distribution ratio of tuber to total dry matter.

2. It was found that CGR (Crop Growth Rate) was strongly controlled, in the former half of season (by 84 days after planting) by LAI (Leaf Area Index), and in the latter half of season by NAR (Net Assimilation Rate) (Fig. 3). Therefore, differences in dry matter production of the strains might be attributable of leaf area in the former half of season, and of NAR in the latter half of season.

3. The strains examined showed lower yield than Norin No. 1. But some BC_2 and BC_3 strains had similar yield to Norin No. 1. They had almost equivalent number of tubers per plant, smaller single tuber weight, and larger starch value compared with Norin No. 1 (Table 1).

4. The strains had smaller compound leaf area and opened leaflets compared with Norin No. 1 (Table 2).