

気象条件の異なる年次におけるバレイシヨの生育経過の差異

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	西部, 幸男 森元, 幸 磯田, 昭弘 中世古, 公男
巻/号	56巻1号
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	1987年3月

気象条件の異なる年次におけるバレイショ の生育経過の差異*

西部 幸男・森 元 幸・磯田 昭弘**・中世古 公男**

(北海道農業試験場, **北海道大学農学部)

昭和 61 年 3 月 6 日受理

作物の生育は、栽培期間中の気象条件によって大きく変動し、その収量も気象反応の累積的結果にもとづく。したがって、増収あるいは収量安定性の観点から気象要因の影響を解明することは必要不可欠のものである。気象要因が作物の生育、収量におよぼす効果の解析はかなり多く行われており、バレイショにおいても、温度、水分、光などの個々の要因の影響について数多く報告されている^{2,3,4,5,6,9,10,13,14,15}。しかしながら、それらの各要因が複雑に関わり合う圃場条件下での気象条件に対するバレイショの反応についての報告は少ない。そこで、本実験は圃場条件下で主要 5 品種を、気象条件の大きく異なる 2 年間に (1982 年 : 多照乾燥, 1983 年 : 寡照低温) 栽培し、同一暦日で調査を行い、バレイショの乾物生産が年次間の気象要因の変動によって受ける影響について比較、検討した。

材 料 と 方 法

1982 年および 1983 年、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) で試験を行った。供試品種は、早生の男爵薯、トヨシロ、中生のノーチップ、中晩生の農林 1 号および紅丸の 5 品種である。栽植様式は 75 cm×39 cm (3419 株/10 a) で 1 区 14.6 m² として、施肥量は N, P₂O₅, K₂O をそれぞれ 10, 15, 10 kg/10 a で全量基肥とした。試験区は 2 反復乱塊法を用い、1982 年は 5 月 6 日、1983 年は 5 月 2 日に種薯 (平均 50~60 g) を植え付けた。また、萌芽は 1982 年が 6 月 1 日~5 日、1983 年が 5 月 31~6 月 2 日、萌芽後、茎数の調整は行わなかった。

調査は、7 月 1 日より 2 週間間隔で 5 回行い、部位別乾物重および葉面積を測定した。調査方法は、各区より 5 個体を採取し、葉、茎、塊茎に分け (ストロン、根は無視した)、80°C で 48 時間通風乾燥

後、乾物重を秤量した。葉については、1 反復当たり約 2000 cm² の葉面積を自動葉面積計 (林電工, AAM-6) で測定し、その乾物重から比葉面積 (cm²/g) を算出した。また、7 月 1 日、7 月 15 日、7 月 29 日に群落相対照度計 (三紳工業, NS-II 型) を用い、正午前後に 5 cm 格子 (5 cm×5 cm) 上各点の地際水平面相対照度を各区につき 160 点測定した。

また、植物体が受光した光合成有効放射量 (ΔPAR , MJ/m²) および植物体が受光した光合成有効放射量当りの乾物生産効率 (E_{PAR} , g/MJ) は以下の式¹²⁾により算出した。

$$\Delta PAR = \sum_{i=t_1}^{t_2} 0.52 \cdot Si (1 - \exp^{-Ks \cdot LAi}), (t_1 \leq i \leq t_2)$$

$$E_{PAR} = \Delta W / \Delta PAR$$

なお、0.52 は札幌における全放射のうち光合成有効放射量 (400 nm-700 nm) の占める割合¹¹⁾、Si は調査期間中 (t_1-t_2) における 1 日ごとの全放射量、Ks は受光係数 (1982 : 0.573, 1983 : 0.621)、LAI_i は調査期間中における 1 日ごとの葉面積指数、 ΔW は乾物生産量である。

結 果

1. 生育期間中の気象条件

第 1 図に 1982 年、1983 年および平年 (平均気温、降水量は 1969-81 年、日射量は 1979-81 年の平均) における平均気温、降水量、日射量を示した。1982 年は 9 月中旬に一時的な大雨があったものの、生育全般にわたって乾燥気味に経過し、特に 7 月上旬および 8 月上旬の降水量が著しく少なかった。日射量は、地上部の生育が旺盛な 6、7 月では平年に比べて著しく高い値を示したが、他の期間はほぼ平年

注) 農林水産業における自然エネルギーの効率的利用技術に関する総合研究 (グリーンエナジー計画)。自然エネルギーの分布に関する研究グループ (系 I-1) 1980. 日射エネルギー観測資料, No. 1.

* 大要は、第 178 回講演会 (昭和 59 年 10 月) において発表。

並であった。平均気温は8月までは平年に比べ、やや低く経過したものの、その後はほぼ平年並に推移した。

一方、1983年は北海道は厳しい冷害にみまわれた年で、生育全般にわたって降水量が多く、特に6、7月は寡照で平均気温は平年に比べ2~5°C低かった。しかし、8月以降は気温、日射量ともほぼ平年並であった。以上のように、両年の気象は、地上部の生育がほぼ完了する8月までは、1982年では乾燥、多照、1983年では、低温、寡照、過湿条件下に経過し、その特徴は大きく異なった。

2. 塊茎乾物収量および全乾物重の推移

第1表に生育日数（萌芽—茎葉黄変期）および塊

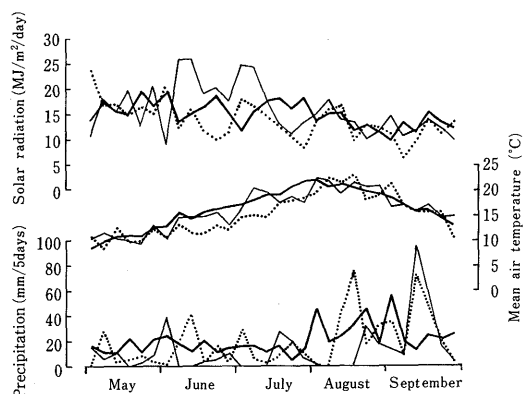


Fig. 1. Precipitation, mean air temperature and solar radiation during the growing seasons in 1982 and 1983.

Note. —: 1982, - - - -: 1983, ———: The average year.

茎収量を示した。生育日数は、早生の男爵薯、トヨシロおよび中晩生の農林1号では1983年で長かったが、中生のノーチップは年次間差がなく、中晩生の紅丸では1982年がわずかに長かった。また、品種と年次の間に0.1%水準の相互作用が認められたものの、年次間には有意な差異はなかった。塊茎収量についてみると、紅丸を除くと生重、乾物重とも1982年に比べ1983年が大きかったが、生重でのみ年次間に有意な差があった。これは、降水量が多かった1983年では男爵薯、トヨシロ、ノーチップの塊茎乾物率が小さくなり、生重に比べ乾物重の年次間差異が小さくなったことによる。また、生育日数と塊茎乾物収量の間には有意な正の相関 ($r=0.751^*$) があり、生育期間が長いほど塊茎乾物収量が大きくなる傾向が認められた。

第2図に全乾物重と塊茎乾物重の推移を示した。1982年における全乾物重、塊茎乾物重の推移をみると、ノーチップ、農林1号は7月下旬から8月上旬にかけて増加速度がやや低下したものの、各品種とも大きな変動がなくほぼ直線的に増加した。しかし、1983年ではいずれの品種でも低温、寡照に経過した7月上旬までの増加速度が低く、7月中旬より急速に大きくなり、その後男爵薯、ノーチップ、農林1号で再び小さくなる推移を示した。全乾物重、塊茎乾物重とも紅丸を除くと生育前半は1982年が、生育後半では1983年が大きく推移し、気象条件の差を反映して、両年の推移の様相は大きく異なった。

Table 1. Growing periods and tuber yields in 1982 and 1983.

Cultivar	Growing period (days)		Tuber yield (g/m ²)			
			Fresh		Dry	
	1982	1983	1982	1983	1982	1983
Danshakuimo	76	82	2409(25)	3340(23)	610	770
Toyoshiro	79	88	2703(23)	3387(22)	629	741
Norchip	95	95	2473(24)	2970(21)	589	622
Benimaru	113	108	3510(25)	3402(26)	891	898
Norin No.1	91	114	2901(25)	3410(26)	734	888
Mean	91	97	2799(25)	3302(24)	691	784
Significance of differences						
Year	NS		**		NS	
Cultivar	***		*		*	
Year×Cultivar	***		NS		NS	

Note. Growing period is days from emergence to leaf and stem yellowing day of the crop plants. Figures in brackets are dry matter percentages.

*, **, ***: 5, 1, 0.1% level of significance, respectively.

次に、気象条件が地上部および塊茎の生長におよぼす影響の違いを明らかにするため、地上部と塊茎の生長が併進する7月における各器官の構成割合(乾物ベース)を第2表に示した。一般に、生育に伴って葉と茎の割合が減少し、塊茎割合が増加する傾向が認められたが、年次間差異についてみると、7月1日では葉に有意な差異が認められたもの

(紅丸を除き1982年が大きい)、茎、塊茎とも年次間差は比較的小さかった。しかし、7月15日になると、いずれの部位も年次によって大きく異なり、1983年では葉および茎乾物重割合が大きくなり、塊茎乾物重割合が著しく小さくなった。また、地上部の生育がほぼ停止する7月29日では各部位とも年次間差異はほとんど認められなかった。これらの結果は、生育前半の低温、寡照により生育が遅れる年次では、塊茎形成後も同化産物を地上部の造成にふりむける傾向が強いことを示している。

3. 生長パラメータの推移

第3図に葉面積指数(LAI)、個体群生長速度(CGR)、純同化率(NAR)および塊茎乾物増加速度(TGR, $\Delta\text{tuber}/\Delta t$)の推移を示した。LAIについてみると、萌芽から6月中旬までは両年ともほぼ同様に推移したが、6~8月に乾燥状態が続いた1982年では、7月中旬以降紅丸を除き葉面積の増大はほとんど認められなかった。最大LAIは男爵薯、トヨシロ、ノーチップで2未満、紅丸、農林1号では3未満と小さい値であった。一方、1983年ではLAIは7月以降も上昇を続け、トヨシロでは7月中旬に、その他の品種では8月中旬に最大となった。最大LAIはいずれの品種でも1982年に比べて大きく、男爵薯、トヨシロ、ノーチップでは2~3、紅丸、農林1号では3~4の値であった。また、1983年は各品種の比葉面積(SLA)が1982年に比べ有意に高く推移し、1982年は葉が厚く、1983年は葉が薄い傾向を示した(第3表)。

CGRは、1982年では多照に経過した7月前半ま

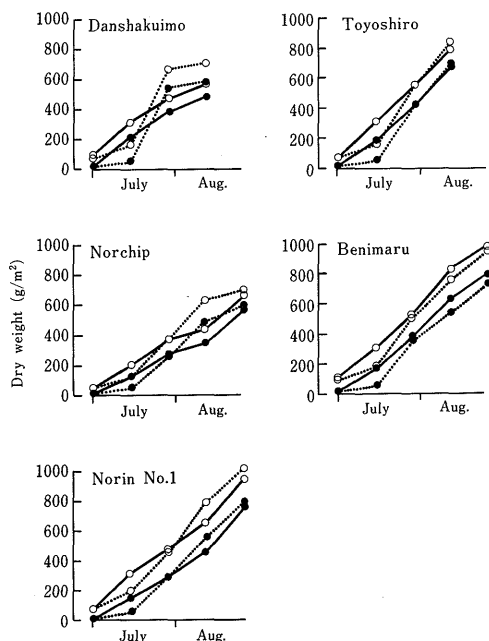


Fig. 2. Changes with time in total and tuber dry weight in 1982 and 1983.

Note. —: 1982, — — —: 1983, ○: Total, ●: Tuber.

Table 2. Percentages of leaf, stem and tuber dry weight to total dry weight in July in 1982 and 1983.

Cultivar	July 1						July 15						July 29					
	Leaf		Stem		Tuber		Leaf		Stem		Tuber		Leaf		Stem		Tuber	
	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983
Danshakuimo	41	40	31	36	28	24	18	36	14	27	68	37	11	11	8	8	81	82
Toyoshiro	42	38	36	35	22	27	19	35	19	31	62	34	13	14	10	10	77	76
Norchip	43	34	33	29	23	37	24	34	15	22	61	44	17	17	10	10	73	74
Benimaru	38	43	34	32	28	25	24	38	21	32	56	30	16	18	14	14	71	68
Norin No.1	51	49	38	43	11	11	36	37	29	34	46	30	17	18	19	17	64	65
Mean	43	40	34	35	22	25	24	36	20	29	59	35	15	16	12	12	73	73
Significance of differences																		
Year	**		NS		NS		**		**		**		NS		NS		NS	
Cultivar	**		**		**		NS		**		**		**		**		**	
Year×Cultivar	*		NS		*		NS		NS		NS		NS		NS		NS	

Note. *, **: 5, 1% level of significance, respectively.

で大きく上昇したが、その後は増大がみられず、その推移は品種により大きく異なった。生育前半、低温、寡照に経過した1983年では7月前半までは著しく低く推移したが、7月後半いずれの品種も急速に上昇し、男爵薯、トヨシロ、紅丸では7月上旬

に、ノーチップ、農林1号では8月上旬に最大となり、その後減少した。生育期間中の最大CGRは各品種とも1983年が大きかった。一方、NARは兩年とも生育に伴って減少する傾向を示したが、1983年では、7月後半一時的に上昇し、この期間はCGRの上昇期と一致した。

TGRは1982年では各品種とも7月上旬以降の変動が小さく、8月下旬にノーチップ、農林1号で上昇したが、同様な傾向はCGR、NARにも認められた。一方、1983年では、7月上旬の値は著しく小さく、その後急上昇して再び低下する傾向を示し、早生品種の男爵薯で低下が大きかった。また、TGRの推移の傾向は兩年ともCGRおよびNARの推移ときわめて類似しているが、これは、パレイシヨでは生育後半は塊茎生長の植物体全体の生長に占める比重が大きくなることによるものと考えられる。以上のように、各生長パラメータの推移の様相は年次により大きく異なった。

4. 植物体が受光した光合成有効放射量(ΔPAR)

および ΔPAR 当たりの乾物生産効率(E_{PAR})

調査期間中に投射された日射量、 ΔPAR 、および E_{PAR} を第4表に示した。1983年の日射量は、1982年に比べ著しく少なく、萌芽から8月12日、および8月25日の期間では1982年のそれぞれ75%、80%であった。一方、 ΔPAR は品種の熟性によって調査期間が異なるため品種間に有意な差があったが、年次間では有意差は認められなかった。しかし、受光割合は、いずれも1983年が大きく、平均で4%上回った。すなわち、1982年では葉面積が

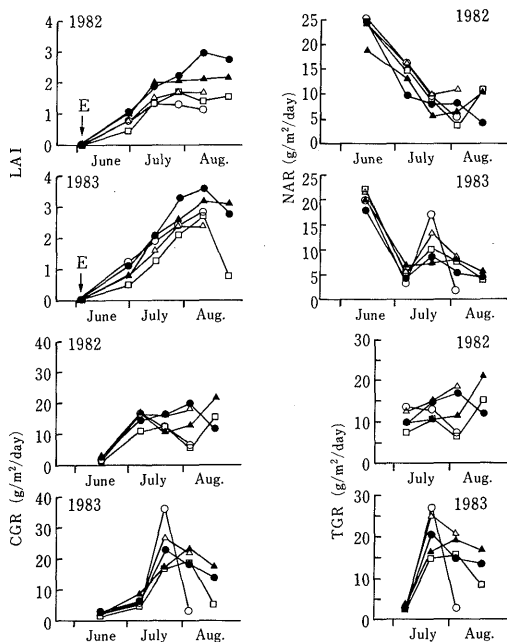


Fig. 3. Changes with time in leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR) and tuber growth rate (TGR) in 1982 and 1983.

Note. ○: Danshakuimo, △: Toyoshiro, □: Norchip, ●: Benimaru, ▲: Norin No. 1, E: Emergence.

Table 3. Specific leaf area (cm^2/g) in 1982 and 1983.

Cultivar	July 1		July 15		July 29		Aug. 12		Aug. 26	
	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983	1982	1983
Danshakuimo	231	304	240	313	233	329	278	283	—	—
Toyoshiro	243	293	248	291	248	330	285	279	—	—
Norchip	234	277	268	312	268	345	265	301	303	314
Benimaru	262	295	259	281	260	301	299	361	284	346
Norin No.1	240	265	236	282	246	321	253	303	264	317
Mean	242	287	250	296	251	325	276	305	284	326
Significance of differences										
Year	**		**		**		**		**	
Cultivar	*		NS		NS		**		*	
Year×Cultivar	NS		NS		NS		NS		**	

Note. *, **: 5, 1% level of significance, respectively.

小さいため地面に透過した光の割合が大きく、1983年では日射量は少ないが葉面積が比較的大きくなり、受光量を大きくしたことから兩年の受光量に差異が認められなかったものと考えられる。EPARについてみると、品種間で有意な差があり、兩年ともトヨシロが最大となったが、他の品種では大きな差異はなかった。1983年は1982年に比べ、いずれの品種もわずかに高い値を示したが、年次間に有意な差異はなかった。また、ALLEN^らの報告と同様、塊茎乾物収量は ΔPAR と有意な正の相関($r=0.760^*$)があり、受光量が大きいほど多収になる傾向を示した。

考 察

実験を行った兩年は対照的な気象条件であった。このような気象条件を反映して植物体の生育経過は著しく異なったが、兩年の塊茎収量は比較的安定しており、生育前半低温、寡照に経過した1983年でもやや優っていた。1982年は、水分ストレスにより地上部生長が制限されて塊茎乾物重割合が大きくなり、塊茎の生長が早くなることが認められた。WILCOX^らは水分ストレスにより茎重が20~30%減少したが、塊茎収量は必ずしも減少する傾向になかったことを報告している。また、密植時の競合により地上部生長が抑制された場合、密植区は塊茎形成が早まり、その後の塊茎生長が良好であったことも指摘されている⁷⁾。このようにバレイショにおい

ては、地上部生長が制限されるようなストレスが働いた場合、塊茎生長が優先する方向に植物体全体の生長が転換するものと推察され、その一要因に水も含まれることが示唆された。

一方、日照不足で過湿であった1983年では、1982年に比較し、塊茎形成が遅く、生育初期の塊茎生長は劣ったが、葉への乾物分配割合が大きいほか、葉を薄くして葉面積を拡大する傾向が認められた。SALE^らおよびGRAY^らは塊茎形成期の遮光によって塊茎形成が数日遅れ、塊茎肥大速度が小さくなることを報告している。また、遮光区のLAIが無遮光区に比較して大きいことも指摘されている⁸⁾。本実験において1983年の日照不足の条件下では、彼らの指摘と同様に、塊茎生長は抑制されるが、一方では葉面積を拡大し受光量を大きくする方向へ生長が転換されたものと考えられる。このようにバレイショはストレス状態に遭遇すると、乾物分配率を変え、ストレスを回避あるいは軽減する方向へ生育相を転換する大きな適応能力を有しているものと推察される。このことが異常気象年においてもバレイショが他作物に比べ安定した収量をあげる原因の一つであろう。本実験は現在も継続中であり、今後さらに年次を重ねることによりバレイショにおける気象—物質生産関係について、より詳細な検討を行いたい。

Table 4. Solar radiation, intercepted photosynthetically active radiation by crops (ΔPAR) and efficiency of dry matter accumulation per ΔPAR (EPAR) in 1982 and 1983.

Cultivar	Observation period	Solar radiation (MJ/m ²)		ΔPAR (MJ/m ²)		EPAR (g/MJ)	
		1982	1983	1982	1983	1982	1983
Danshakuimo	Emergence-Aug.12	1307	985	189(14.5)	217(22.0)	2.95	3.26
Toyoshiro	Emergence-Aug.12	1306	976	213(16.3)	198(20.3)	3.68	4.23
Norchip	Emergence-Aug.25	1448	1165	228(15.7)	234(20.1)	2.88	2.96
Benimaru	Emergence-Aug.25	1449	1165	348(24.0)	310(26.6)	2.81	3.05
Norin No.1	Emergence-Aug.25	1483	1165	308(20.8)	297(25.5)	3.10	3.39
Mean	—	1399	1091	256(18.3)	252(23.1)	3.08	3.38
Significance of differences							
Year	—	—	—	NS		NS	
Cultivar	—	—	—	***		*	
Year×Cultivar	—	—	—	NS		NS	

Note. Figures in brackets are percentages.

*, ***, 5 and 0.1% level of significance, respectively.

摘 要

パレイシヨの乾物生産が気象要因の変動によってうける影響について検討するため、圃場条件下で2年間(1982年, 1983年), 主要5品種(男爵薯, トヨシロ, ノーチップ, 紅丸, 農林1号)を栽培し, 同一暦日で調査を行った。得られた結果は以下のとおりである。

1. 両年の気象条件は, 生育前半にあたる8月まではきわめて対照的で, 1982年は乾燥, 多照, 1983年は低温, 寡照, 過湿で, その後は両年ともほぼ平年並に経過した(第1図)。

2. 生育日数, 塊茎乾物収量は年次間に有意な差異が認められなかったが, 塊茎生収量では紅丸を除き1982年に比べ1983年が有意に大きかった(第1表)。トヨシロ, 紅丸を除いて全乾物重および塊茎乾物重の推移は両年で大きく異なり, 生育前半は1982年で, 生育後半は1983年で大きく推移する傾向を示した(第2図)。また, 7月15日における塊茎乾物重割合は1982年で有意に大きく, 葉および茎乾物重割合は1983年で大きかった(第2表)。

3. 葉面積指数(LAI), 個体群生長速度(CGR), 純同化率(NAR)および塊茎乾物増加速度(TGR)の推移は両年で大きく異なった(第3図)。特に, 1982年は7月15日以降においてLAIが著しく小さく推移した。1983年では生育初期のCGR, NARおよびTGRが小さかった。また, 比葉面積(SLA)は, 1983年で有意に大きく推移した(第3表)。

4. 調査期間中に投射された日射量は, 1983年は1982年の75%—80%と少なかったが, 植物体が受光した光合成有効放射量(Δ PAR)には年次間差はなかった。これは, 低温, 寡照であった1983年では, LAIが大きく推移し, 受光割合が高くなったことによる。また, Δ PAR当たりの乾物生産効率(EPAR)は有意ではないものの, 1983年で高かった(第4表)。塊茎乾物収量と Δ PARとの間には, 品種, 年次をこみにして $r=0.760^*$ の正の相関が認められ, 受光量が大きいほど多収であった。

引用文献

1. ALLEN, E. J. and R. K. SCOTT 1980. An analysis of growth of the potato crop. *J. Agric. Sci.* **94**: 583—606.
2. BENOIT, G. R., C. D. STANLEY, W. J. GRANT and D. B. TORREY 1983. Potato top growth as influenced by temperatures. *Amer. Potato J.* **60**: 489—501.
3. EWING, E. E. 1981. Heat stress and the tuberization stimulus. *Amer. Potato J.* **58**: 31—49.
4. GANDAR, P. W. and C. B. TANNER 1976. Leaf growth, tuber growth, and water potential in potatoes. *Crop Sci.* **16**: 534—538.
5. GRAY, D. and J. C. HOLMES 1970. The effect of short periods of shading at different stages of growth on the development of tuber number and yield. *Potato Res.* **13**: 215—219.
6. HAUN, J. R. 1975. Potato growth-environment relationships. *Agric. Meteorol.* **15**: 325—332.
7. 磯田昭弘・中世古公男・後藤寛治 1985. パレイシヨ *Andigena* 系統 (W553—4) の密度反応. *日作紀* **54**: 311—317.
8. 岩間和人・中世古公男・後藤寛治・西部幸男 1981. パレイシヨ根系の施肥水準と遮光処理に対する反応. *北大農邦文紀要* **12**: 176—182.
9. JACKSON, L. P. 1962. Effects of soil water and temperature on the growth of potato sets. *Amer. Potato J.* **39**: 452—455.
10. MARINUS, J. and K. B. A. BODLAENDER 1975. Response of some potato varieties to temperature. *Potato Res.* **18**: 189—204.
11. MONSI, M. und T. SAEKI 1953. Über die Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. *Japan. J. Bot.* **14**: 22—52.
12. 中世古公男・後藤寛治 1983. 大豆, 小豆, 菜豆の生産生態に関する比較作物学的研究. 第7報 エネルギー吸収量ならびにその乾物生産効率からみた生産力の作物間差異. *日作紀* **52**: 49—58.
13. SALE, P. J. M. 1976. Effect of shading at different times on the growth and yield of the potato. *Aust. J. Agric. Res.* **27**: 557—566.
14. SHEKHAR, V. C. and W. M. IRITANI 1979. Influence of moisture stress during growth on ^{14}C fixation and translocation in *Solanum tuberosum* L. *Amer. Potato J.* **56**: 307—311.
15. WILCOX, D. A. and R. A. ASHLEY 1982. The potential use of plant physiological responses to water stress as an indication of varietal sensitivity to drought in four potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Amer. Potato J.* **59**: 533—545.

Growth Pattern and Tuber Yield in Potatoes under Contrast Climatic Conditions between Two Years

Sachio NISHIBE, Motoyuki MORI, Akihiro ISODA*
and Kimio NAKASEKO*

(*Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Eniwa 061-13,*

** Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060)*

Summary

Potato is known to produce stable tuber yield as compared with other field crops. For a better understanding this reason, we observed growth pattern and tuber yield in the two years (1982 and 1983) under different climatic conditions in the early half of the growing seasons. Five main cultivars, early to late, were grown and the observation was made at the same date in the both years.

1. Climatic conditions before early August were substantially contrast between the two years; they were dry with abundant radiation in 1982, while wet with short radiation and low temperature in 1983. After middle August, however, they became near to those of the average year in the both years (Fig. 1).

2. Growing period and tuber dry matter yield were not significantly different between the years, although tuber fresh yield was significantly larger in 1983 than in 1982 (Table 1). Patterns of total and tuber dry matter accumulation were quite different between the years (Fig. 2). The rates of dry matter production in the early season were smaller in 1983. On July 15th, there were large differences in percentages of dry weight in each organ; they were smaller in leaf and stem, and larger in tuber dry weight in 1982 than those in 1983 (Table 2).

3. Leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR), net assimilation rate (NAR) and tuber growth rate (TGR) showed quite different seasonal changes between the years (Fig. 3). LAI in 1982 and CGR, NAR and TGR in the early growing season of 1983 were rather low values. Significant differences were also found in specific leaf area (SLA) between the years, the values in 1983 were higher than those in 1982 (Table 3).

4. During the experimental period, the solar radiation in 1983 amounted to only 75% of that in 1982. However, there was no significance between the years in intercepted photosynthetically active radiation by crops (Δ PAR), because of larger LAI in 1983. The efficiencies of dry matter accumulation per Δ PAR (E_{PAR}) in 1983 were slightly larger than those in 1982 (Table 4). Tuber dry yield was correlated positively with Δ PAR ($r=0.760^*$).