



Title	1994年の北大農場におけるバレイショ塊茎の2次生長と土壤水分条件との関係
Author(s)	岩間, 和人; IWAMA, Kazuto; 川嶋, 浩樹 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 29, 15-22
Issue Date	1995-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13423
Type	departmental bulletin paper
File Information	29_p15-22.pdf



1994 年の北大農場におけるバレイショ塊茎の 2 次生長と土壤水分条件との関係

岩間 和人・川嶋 浩樹・金子 正

(北海道大学農学部作物学講座)

茂木 紀昭・市川 伸次

(北海道大学農学部付属農場作物第 1 部)

(1994 年 12 月 12 日受理)

緒 言

本年度の慣行栽培条件下のバレイショ晩生品種では、塊茎の奇形あるいは肥大途中での地下萌芽等の塊茎の異常生長（2 次生長）が発生した。2 次生長が塊茎の肥大期間中の気象条件に影響されることは、これまでも数多く報告されている。すなわち、永田⁷⁾と成田⁸⁾は乾燥が一定期間継続し、その後降雨があった年次に 2 次生長が起こるとしている。GRAY and HUGHES⁴⁾および GREGORY and SIMMONDS⁵⁾も同様の現象を指摘している。しかし、岡沢¹⁰⁾は高温、とくに夜間の 25℃以上の高温が続くと塊茎の休眠が破られて 2 次生長の原因となると述べている。また、中世古ら⁸⁾は収穫期における 2 次成長率が塊茎肥大期間中の平均地温と 23～32℃の範囲で正の相関関係を示したと報告している。さらに、BODLAENDER ら²⁾および LUGT ら⁹⁾は水耕栽培下においても高温条件、特に地下部の高温によって 2 次生長が起こることを示した。このように 2 次生長を発生させる環境要因として、土壤水分条件と気温あるいは地温とが報告されているが、その両要因の関与の程度、また相互の関係については不明な点が多い^{3,4,5)}。

筆者らは、昨年度からバレイショの生長と土壤水分条件に関する一連の研究を開始したが、本報では塊茎の 2 次生長と土壤水分条件との関係について本年度の結果を報告する。

材料および方法

実験は北海道大学農学部付属農場の精密圃場で行い、1994 年 5 月 10 日に、バレイショ晩生品種の農林 1 号とコナフブキを、畦間 75 cm、株間 25 cm で植え付けた。種いもには、農林水産省種苗管理センター北海道中央農場より分譲された 1 個重約 100 g のものを半切りし、バリダシン液剤とストレプトマイシン水和剤の混合液により消毒後、植え付け前に 3 週間浴光催芽したものをを用いた。施肥量は、窒素、リン酸、カリを成分量でそれぞれ 7, 11, 9 g/m² の割合で、植え付け前に条施した。なお、圃場の作土は有機質に富む沖積性壤土である。また、アブラムシ防除のため、施肥と同時にダイシストン粒剤を 4 g/m² の割合で条施した。7 月中旬以降には、疫病防除と殺虫のため、適宜薬剤を散布した。

培土後の 6 月 21 日に、土壤水分処理のため灌水区と乾燥区に簡易ビニールハウス（それぞれ 22 m×5.2 m、高さ 5 m）を設置し、降雨を遮断した。なお、ハウス内の温度上昇を少なくするため、ハウスの側面にはビニールを張らなかつた。灌水区では、6 月 28 日から 9 月 13 日までの期間中、週 2 回の割合で、計 540 mm を灌水用ビニールハウスにより灌水した。その他に、自然降雨区を設けた。区制は、水分処理を主区、品種を副区とする、3 反復の分割試験区とした。

土壤水分処理開始後、ほぼ週 1 回の割合で、灌水日の翌日に各反復の 1～2ヶ所で、深さ 20 cm、

50 cm, 100 cm, 150 cm の土壌水分圧を, ポーラスカップ製のテンシオメータで測定した。収穫期(10月14日)には, 各反復10株について, 株ごとに塊茎数と2次生長塊茎数を記録した。気象データには, 北海道大学農場気象月報を用いた。

結 果

1. 一般生育経過と気象条件および土壌水分条件

5月の平均気温は平年に比べ1℃高く, また降雨量も平年より少なかった。両品種とも順調に萌芽し, 萌芽期(全株の70%の萌芽)は農林1号で5月27日, コナフブキで5月28日であった。6月には, 日射量および気温は平年並みであったが, 降雨量は平年値(66 mm)の6%と極端に少なく, 土壌の乾燥が進んだ。このため初期生育はやや緩慢であったが, 第1花房の開花始期(全株の50%の開花始め)は両品種とも平年並みの6月28日であった。

塊茎肥大期間にあたる7月から9月の日平均気温と日降雨量の推移を Fig. 1 に, また月別の平均気温と積算降雨量を Table 1 に示した。なお, 日平均気温では低温に経過した1993年の値も対照のために示した。7月13日以降9月9日までの約2ヵ月間, 日平均気温が20℃以上の日が継続した。特に7月21日から8月13日の期間では, 7月下旬の数日を除き, 日平均気温が連日24℃を超えた。月別の平均気温でみると, 各月とも平年に比べ1.4~2.2℃高かった。また, 7月21日から8月15日の期間の半月別気温の平均値では, 平年の22.1℃に対し1994年には24.9℃と約3℃も高かった。一方, 1993年では7月から9月までの3ヵ月間で日平均気温が20℃以上となったのは, 7月で9日, 8月で10日, 9月で0日であり, また24℃以上の日は8月下旬のわずか1日だけであった。1993年の月別平均気温は, 平年に比べ0.5~2.3℃, 1994年に比べ2.3~4.5℃低かった。

降雨量は6月に続き7月, 8月と少なく, 月別降雨量は平年値の7月で59%, 8月で72%であった。特に, 7月11日から8月11日までの1ヵ月間では, 10 mm 以上のまとまった雨量を示したのは8月3日の17 mm のみであった。その後8

月12日から15日に総計で約50 mm の降雨を示した後, 8月末近くまで再び無降雨の日が続いたが, 8月27日以降は10 mm 以上の降雨が断続的にあった。

土壌水分処理期間中の深さ20 cm と50 cm における土壌水分圧を, Fig. 2 に示した。深さ20 cm では, 処理開始後3日目まで灌水区の乾燥が緩和し, その後-400 cm H₂O~-200 cm H₂O の土壌水分圧(pFでは2.6~2.3の範囲)で経過した。また, 乾燥区では全期間に渡って-500 cm H₂O(pFで2.7)を超える乾燥状態が継続した。一方, 自然降雨区では7月から8月の期間中の大部分で乾燥区と同程度の極度の乾燥状態で経過したが, 7月10日の24 mm の降雨および8月中旬の約50 mm の降雨の直後には, 一時的に灌水区と同程度の値まで乾燥が緩和した。しかし, いずれもその次の測定日には乾燥区と同程度の乾燥状態に戻った。8月末以降は断続的に降雨があり, 灌水区より湿った状態で経過した。なお, 深さ50 cm, 100 cm (図略) および150 cm (図略) では, 降雨と関係した土壌水分の変動が自然降雨区でも認められず, 自然降雨区と乾燥区では生育にともない順次土壌の乾燥が進み, 両区間の土壌水分圧の差異は小さかった。また, 灌水区の土壌水分圧はいずれの深さでも-200 cm H₂O~0 cm H₂O の範囲の湿った状態で推移した。

茎葉黄変期は, 品種によって水分処理の影響がやや異なったが, 2品種の平均値でみると, 灌水区と乾燥区が10月2日, 自然降雨区が10月6日であった。

2. 塊茎の2次生長率

収穫期における株当たりの塊茎数と2次生長率(塊茎数に対する2次生長塊茎数の割合)を Table 2 に示した。農林1号では, 2次生長率は乾燥区で最も高く, 自然降雨区ではこれよりやや少なかったが, 両区とも約半数の塊茎で2次生長を起こした。コナフブキでは, 農林1号に比べ乾燥区, 自然降雨区ともに2次生長率が低かったが, 両区とも約1/4の塊茎が2次生長した。一方, 灌水区の2次生長率は, 自然降雨区および乾燥区に

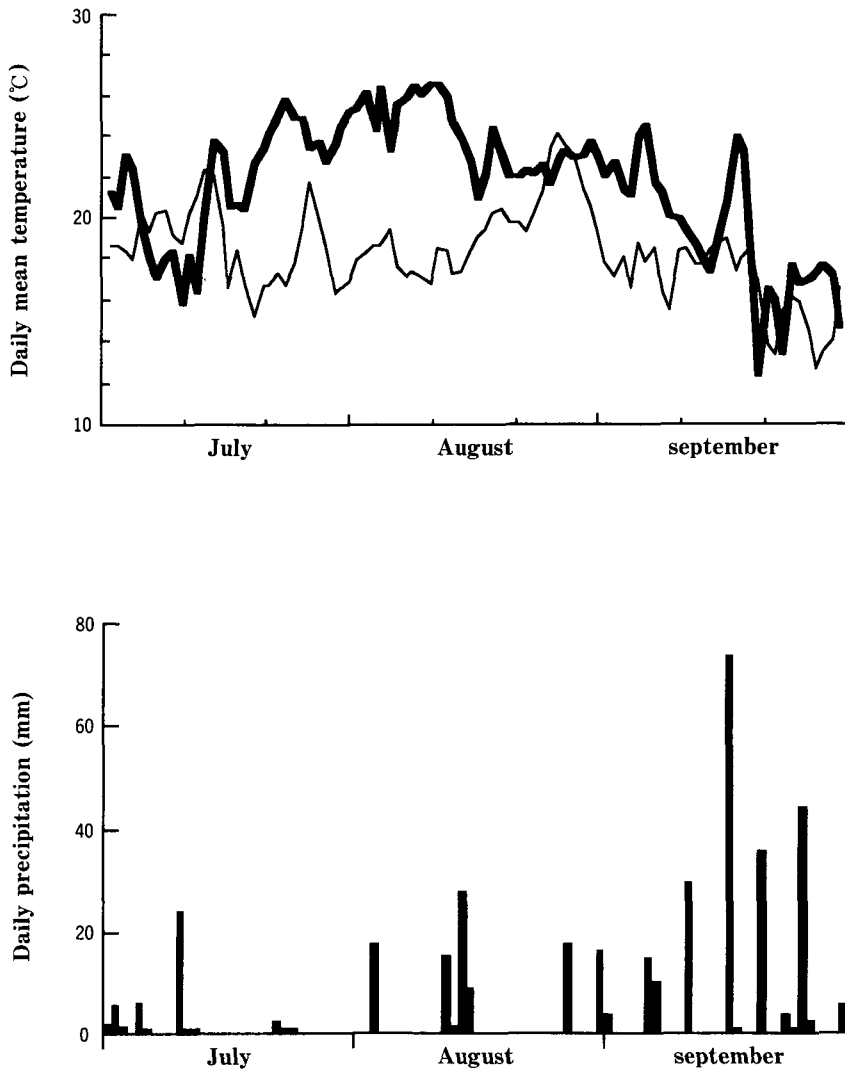


Fig. 1. Changes in daily mean temperature in 1993 and 1994 and daily precipitation in 1994 during the tuber bulking.
 Note. Daily mean temperature : — ; 1994, - - ; 1993.

Table 1. Monthly mean temperature and monthly precipitation.

	Temperature (°C)			Precipitation (mm)	
	1994	1993	Average over 30years	1994	Average over 30years
July	21.6	18.6	20.2	41	69
August	23.9	19.4	21.7	102	142
September	19.0	16.7	17.2	220	138

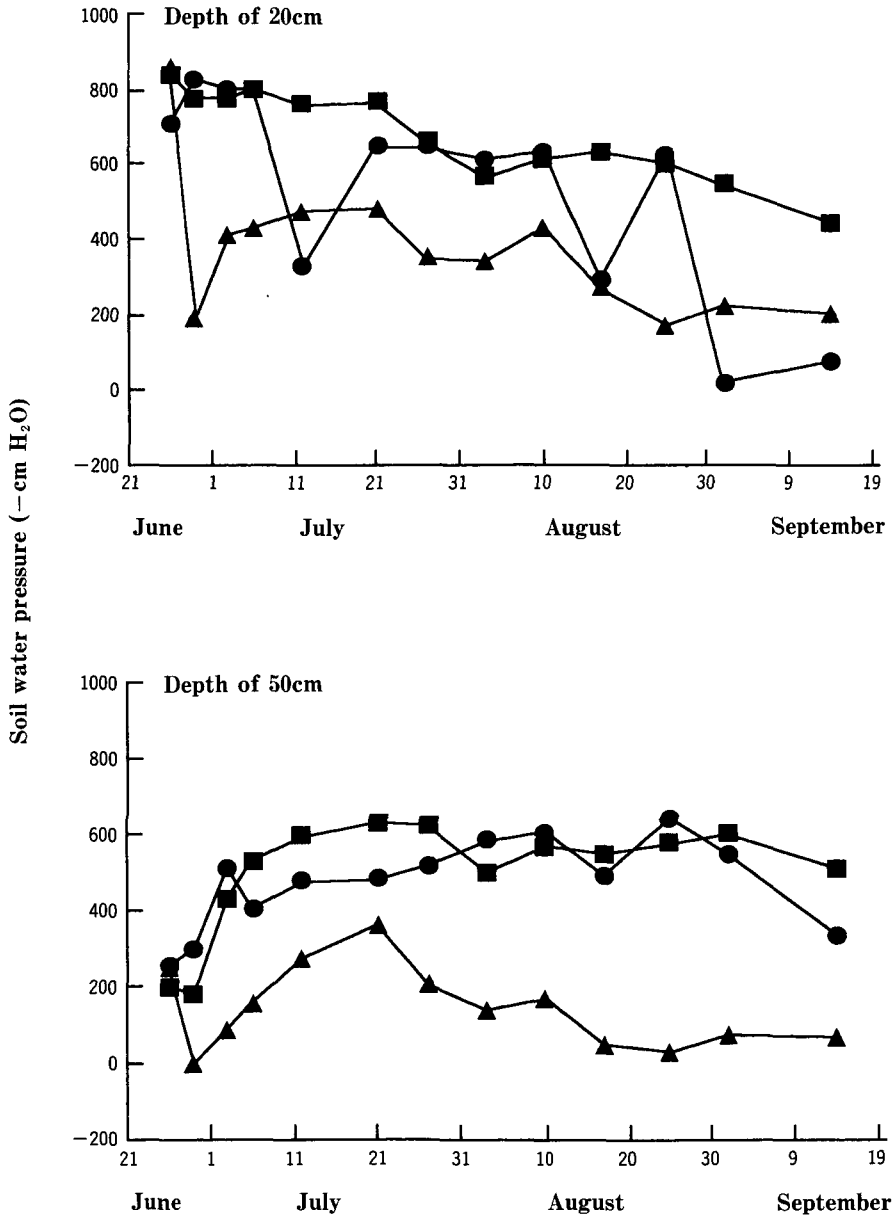


Fig. 2. Changes in soil water pressure in the depth of 20 cm and 50 cm during the water treatment in 1994.
 Note. ● : Dry plot, ■ : Control plot, ▲ : Wet plot.

Table 2. The number of tubers and the percentage of second growth tubers at the harvest.

Variety (V)	Norin 1			Konafubuki			Significance ¹⁾		
	Control	Dry	Wet	Control	Dry	Wet	T	V	T×V
Number of tubers (/hill)	9.5	8.3	10.9	7.6	7.3	7.8	*	***	NS
Percentage of second growth tubers (/hill)	44	58	5	27	24	7	***	***	**

1) Significance : *** ; 0.1%level, ** ; 1%level, * ; 5%level, NS ; nonsignificant.

Table 3. The percentage of second growth tubers with different type of tuber deformity¹⁾ at the harvest.

Variety (V)	Norin 1			Konafubuki			Significance ²⁾		
	Control	Dry	Wet	Control	Dry	Wet	T	V	T×V
F type (%)	33	49	1	0	12	0	***	***	***
B~E type (%)	11	10	4	27	12	7	***	**	*

1) F type ; sprouted tubers, B~F type ; the other types of second growth tubers, i. e. twisting of tubers, 'knobby' tubers et al.

2) Significance : *** ; 0.1%level, ** ; 1%level, * ; 5%level, NS ; nonsignificant.

比べ両品種とも著しく低かった。なお、株当たりの塊茎数は品種間および水分処理間で統計的に有為な差異を示したが、2次生長率に比べ差異が小さく、塊茎数と2次生長率との直接的な対応関係は認められなかった。

田口¹¹⁾は、2次生長をその外見によって9型に分類した。この分類によれば、本実験での2次生長は、1次塊茎が著しく肥大伸長し、中央部がややくびれたもの(B型)、2次的に肥大した部分が1次塊茎に接着したもの(C型)、1次塊茎から芽が伸長し、その先端に2次塊茎が肥大したもの(D型)、1次塊茎の芽の部分より瘤状に肥大し、奇形化したもの(E型)および1次塊茎から地下萌芽したもの(F型)に分けられた。特に、F型の発生は品種および水分処理間で大きく異なった。そこで、F型とその他の型(B, C, D, E型)に2分して、株当たり塊茎数に対する割合をTable 3に示した。農林1号の自然降雨区と乾燥区ではF型の2次生長が多く、その他の型は約10%であった。一方、コナフブキではF型の2次生長は乾燥区でのみ発生し、自然降雨区および灌水區では全く認められなかった。その他の型の2次生長は、コナフブキの自然降雨区で最も多く、コナフブキ

の乾燥区および農林1号の自然降雨区と乾燥区では同程度の発生率を示した。

考 察

今年の塊茎肥大期間中の気象条件は、高温および乾燥後の降雨という2次生長発生年の典型的な経過を示し、自然降雨区の農林1号では約半数の、またコナフブキでも1/4の塊茎で2次生長を示した。しかし、降雨の影響を除去した乾燥区でも自然降雨区と同程度の2次生長を示した。このことは、乾燥後の降雨という条件は2次生長にとって必須の要因ではないことを示している。さらに、同様の水分処理を行った1993年の実験においては、乾燥区では本年と同様の乾燥状態となったが2次生長は認められなかった。これは1993年には塊茎肥大期間中に低温で経過したためと考えられ、土壤の乾燥のみでは2次生長が起こらないことを示している。従って、2次生長を発生させる必須の気象要因は、塊茎肥大期間中の高温であると考える。

しかし、本年においても灌水區では2次生長が極めて少なかった。このことは、塊茎肥大期間中に十分な土壤水分が維持された場合には、高温条

件下でも2次生長の発生が少ないことを示している。暖地の春作では、5月末以降は日平均気温が平年値で20℃を超えており、北海道における7、8月の気温と同程度の高温となる年次もある。しかし、暖地の春作で2次生長が発生することは極めて少ない(梅村, 未発表)。これは、暖地春作では塊茎肥大期間にあたる5月の降雨量が150 mm~200 mmと多いため、本年の灌水区と同様に、十分な土壤水分が確保されているためと考えられる。

高温条件下でも十分な土壤水分が維持された場合には2次生長が少ない理由としては、2次生長に対する地温の影響が考えられる。一般に土壤の乾燥条件下では茎葉の生長が抑制される。本実験において8月中旬の葉面積指数は、乾燥区で2前後であったのに対し、灌水区では4以上の値を示した(データ略)。このことは、灌水区では土壤表面が茎葉に覆われ、地温上昇が小さかったのに対し、乾燥区では畦間に光があたり、地温の上昇が大きかったことを示唆している。中世古ら⁸⁾は、地温のみの差異により2次生長率が異なることを報告している。また、LUGTら⁶⁾は、地上部の高温に比べ地下部の高温の方が2次生長率が高かったと報告している。本実験では地温の測定を行わなかったが、2次生長に対する環境要因の影響を考える場合には地温について考慮する必要がある。

また、土壤水分が十分な場合には葉での蒸散が活発に行われ、高温条件下でも日中の葉の温度上昇が少ないと考えられる。昨年度の実験において、赤外線温度計を用いて圃場群落の温度を測定したところ、乾燥区に比べ灌水区では、晴天日の群落温度が数℃低かった(未発表)。従って、土壤水分条件の2次生長に及ぼす影響は、葉温あるいは地温に及ぼす影響を介した間接的なものかもしれない。BURTON³⁾も同様の可能性を指摘している。

本実験の自然降雨区と乾燥区における2次生長率および2次生長の型には、品種間差異が認められた。一般に2次生長は早生品種に比べ晩生品種で起こりやすい¹⁾が、本実験で供試した2品種はともに晩生であり、早晚性に関係した品種間差異ではない。しかし、2品種の休眠期間には差異が

あり、農林1号はコナフブキに比べ休眠期間が短いことが知られている。従って、地下萌芽したF型の2次生長が農林1号で多かったのは、この品種の短休眠性に関係したものと思われる。

摘 要

本年度の慣行栽培条件下のバレイショ晩生品種では、塊茎の2次生長が発生した。筆者らは、昨年度からバレイショの生長と土壤水分条件に関する一連の研究を開始したが、本報では2次生長と土壤水分条件との関係についての本年度の結果を報告する。

実験は、バレイショ晩生品種の農林1号とコナフブキを用いて、1994年に北海道大学農学部付属農場の精密圃場で行った。土壤水分処理のため、培土後の6月21日に灌水区と乾燥区に簡易ビニールハウスを設置し、降雨を遮断した。灌水区では、6月28日から9月13日までの期間中、週2回の割合で、計540 mmを灌水した。その他に、自然降雨区を設けた。土壤水分処理開始後、毎週1回の割合で深さ20 cm, 50 cm, 100 cm, 150 cmの土壤水分圧を測定した。収穫期(10月14日)に、株当たりの塊茎数と2次生長塊茎数を記録した。気象データには、北海道大学農場気象月報を用いた。

塊茎肥大期間中の気温は高温で経過し、また降雨は7、8月と少なかった(Fig. 1, Table 1)。このため、自然降雨区の土壤水分は、乾燥とその後の降雨による乾燥の緩和という典型的な2次生長発生年の経過を示した。一方、乾燥区では乾燥状態が継続し、また灌水区では適度の水分状態で経過した(Fig. 2)。塊茎の2次生長率(Table 2)は、両品種とも自然降雨区と乾燥区とが同程度の高い値を示し、灌水区では低かった。なお、2次生長のうち、農林1号ではその2/3以上が1次塊茎から地下萌芽したものであったのに対し、コナフブキでは1次塊茎のくびれたものあるいは2次的に肥大した部分が1次塊茎に接着したものが多かった(Table 3)。

以上のことから、従来指摘されていた乾燥後の降雨は2次生長の必須要因ではないと考えた。ま

た、1993年の低温年ではいずれの土壤水分条件でも2次生長が認められなかったことから、高温が2次生長の必須要因であり、土壤水分条件は地温あるいは作物体の蒸散等に関係した間接的な要因ではないかと考えた。

謝 辞

実験に供試した両品種の種いもは、農林水産省種苗管理センター北海道中央農場から譲渡いただいた。土壤水分の測定方法については、北海道大学農学部土質改善学講座の相馬尅之博士および土壌学講座の波多野隆介博士に御教授いただいた。これら皆様に心よりお礼申し上げる。

引用文献

1. 浅間和夫・知識敬道：バレイショのつくり方(第2版)。農文協。131-132。1986。
2. BODLAENDER, K. B. A., LUGT, C. and MARINUS, J. : The induction of second-growth in potato tubers. *Eur. Potato J.* 7 : 57-71. 1964.
3. BURTON, W. G. : The potato (3rd ed). Longman Sci. and Technical, England. 270-273. 1989.
4. GRAY, D. and HUGHES, J. C. : Tuber quality. In HARRIS, P. M. ed. *The potato crop* (1st ed). Chapman and Hall, London. 504-544. 1978.
5. GREGORY, P. J. and SIMMONDS, L. P. : Water relations and growth of potatoes. In HARRIS, P. M. ed. *The potato crop* (2nd ed). Chapman and Hall, London. 214-246. 1992.
6. LUGT, C., BODLAENDER, K. B. A. and GOODIJK, G. : Observations on the induction of second-growth in potato tubers. *Eur. Potato J.* 7 : 219-227. 1964.
7. 永田利男：生育。田口啓作・村山大記(監修)，馬鈴薯。グリーンダイセン普及会。103-118。1977。
8. 中世古公男・由田宏一・吉田 稔：ばれいしょの生理生態学的研究。第4報 生育・収量に及ぼす地温の影響。北大農邦文紀7：287-293。1970。
9. 成田武四：菌類病，細菌病および生理病。田口啓作・村山大記(監修)，馬鈴薯。グリーンダイセン普及会。119-168。1977。
10. 岡沢養三：形態・生理。田口啓作・村山大記(監修)，馬鈴薯。グリーンダイセン普及会。79-102。1977。
11. 田口啓作：V. 馬鈴薯の栽培。作物体系第5編いも類。養賢堂。1-70。1963。

Relationship between Second Growth of Potato Tubers and Soil Water Conditions at the Farm of Hokkaido University in 1994.

Kazuto IWAMA, Hiroki KAWASHIMA, Tadashi KANEKO

(Laboratory of Field Crops, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

Noriaki MOKI and Shinji ICHIKAWA

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

(Received December 12, 1994)

Summary

Potato tubers, especially in late varieties, showed lots of second growth in Hokkaido in 1994. Although the second growth associated with high temperature and periods of drought followed by rainfall, it is not known exactly how temperature and drought relate to cause the second growth. We started to study the effect of soil water condition on potato growth since 1993. The purpose of this report is to identify separately the effects of two factors on the second growth on the basis of the results of this year.

Two potato varieties of late maturity, Norin 1 and Konafubuki, were planted on May 10 in 1994 with a row width of 75 cm and a hill distance of 25 cm at the Experiment Farm of Hokkaido University (Brown Lowland Soil, Typic Udifluent). A combination of fertilizers at a rate of 1000 kg ha⁻¹ of 7-11-9 (N, P₂O₅, K₂O) was banded in a row just before planting. Two rain shelters were constructed over two plots on June 21. One plot (Wet plot) was irrigated twice a week since June 28 until September 13. Totally 540 mm of water was irrigated. Another plot (Dry plot) and a plot without rain shelter (Control plot) had no irrigation. Each plot was divided into 3 replications. Soil water pressures at the depth of 20, 50, 100 and 150 cm were measured approximately once a week during the water treatment with tensiometer. At the harvest on October 14, numbers of tubers and second growth tubers per hill were recorded with 10 hills per replication.

The daily mean temperature during the bulking period in 1994 was higher than in usual years (Fig. 1, Table 1). It became over 24°C from late July to middle August. The precipitations in June, July and August were also less. The soils in the depth of 20 cm during the water treatment were continuously dry in the Dry plot and wet in the Wet plot, while fluctuated from dry to wet in the Control plot after middle August (Fig. 2). The second growth occurred largely both in the Dry and Control plots especially in Norin 1, but less in the Wet plot (Table 2). The most of the second growth in Norin 1 was the sprouted tubers because of unusual break of dormancy during the bulking period (Table 3).

The results indicated that if the temperature was high, the second growth occurred without the rainfall after a period of drought. Since the second growth did not occur in the Dry plot in 1993 when the temperature was low, high temperature would be a main factor to cause the second growth. The soil dryness may accompany with the second growth because of the lack of evaporative cooling under the high temperature conditions.