

ルバーブの休眠誘導に及ぼす温度と日長の影響*1

成松 次郎*2

Influence of Temperature and Photoperiod on the Dormant Induction of Rhubarb (*Rheum rhabonticum* L.) .

Jiro NARIMATSU

緒 言

ルバーブ(*Rheum rhabonticum* L.)はタデ科に属する大型の多年性作物であり、神奈川県における年間の生育状況は次のとおりである。早春に根株からほう芽し、ほう芽後まもなく花茎の伸長(抽だい)が始まり、5月ごろに開花期を迎え、初夏に生長が最も盛んである。梅雨明け以降の夏は高温のため生長は衰える。秋になって草勢はやや持ち直すが、生長は緩慢であり、冬に向かって生長は止まり、12月中旬ごろに地上部は凍霜により枯れる。

本研究は、このような年間の生育相の中で、秋から冬にかけて生育が衰える現象、すなわち休眠誘導の気象条件、特に温度と日長条件を明らかにすることが目的である。そして、この条件を応用して休眠の操作を行えば、従来の露地栽培の4～6月の収穫期を拡大する新しい栽培方法の開発が期待される。

材料及び方法

1. 温度条件が休眠に及ぼす影響

1989年8月下旬に品種‘Myatt’s Victoria’の種子を12cmビニルポットに播種して育苗した。10月上旬に12号素焼鉢に移植し、実験終了までこの鉢で1株植えし、1区12～14株を栽培した。

1989年11月2日より1990年4月2日まで、最低温度5℃、10℃及び15℃の温室へ搬入した。その他の期間と対照区は屋外で栽培した。

調査は、ほう芽状況を1989年11月～1990年5月の各月中旬に観察した。

2. 日長条件が休眠に及ぼす影響

1990年9月上旬に同じ品種の種子を12cmビニルポットに播種して育苗し、11月14日にビニルハウスへ条間90cm、株間60cmの栽植距離で定植した。

長日区は、36株に対して電照用電球(100V60W)を地上1.6mに6灯配し、4～7時と16～20時に照明して16時間日長とした。電照期間は定植日より3月29日までで、照度は地表面において平均67 lxであった。

自然日長区は、長日区と同じハウスに44株栽培し、自然日長とした。なお、参考に露地での栽培を併せて行った。

調査は、全株を対象に、生長が進み葉柄長30cm以上に伸長した葉を2～3週間おきに収穫し、収穫本数と葉柄重を測定した。

3. 日長時間と短日処理が休眠に及ぼす影響

1991年8月下旬に同じ品種を播種して育苗し、11月20日に温室に定植した。栽植方法は条間90cm、株間60cmの2条植えとした。

日長処理法は、18株に対して電照用電球(100V60W)を地上1.6mに3灯配置した。この時の照度は地表面において平均37 lxであった。日長時間を自然日長、13時

*1本報告の一部は平成5年度園芸学会秋季大会において発表した。

*2現神奈川県園芸試験場

間（5～8時と16～18時に電照），16時間（4～8時と16～20時に電照）及び24時間（16時～8時に電照）となるように定植日から3月30日まで電照を行い，さらにそれぞれについて1月28日から3月30日まで8時間日長となる短日処理を追加した区を設け，合計8区の処理を行った。

短日処理法は，光を通さないシルバーフィルムを16時

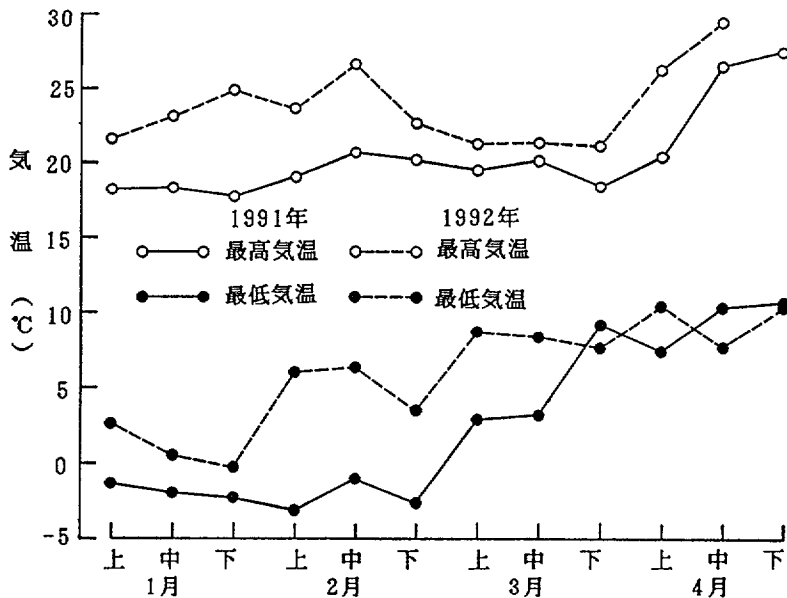
30分より翌朝8時30分までトンネル状に被覆することにより8時間日長を得，自然日長及び電照区は透明ビニルフィルムを同時刻にトンネル被覆することによって処理間に気温差が生じないようにした。

調査個体数は各区12株で，3～4週間おきに生育調査と収穫調査を行った。

第1表 温度の違いがほう芽に及ぼす影響（1989～1990年）

| 試験区 | 測定項目 | 調 査 月 | | | | | | | |
|-----|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | |
| 5℃ | ほう芽株率 (%) | 100 | 100 | 83 | 83 | 75 | 75 | 75 | |
| | 葉 数 (枚) | 3.5 | — | 2.2 | 2.0 | 2.3 | 3.2 | 5.4 | |
| 10℃ | ほう芽株率 (%) | 100 | 100 | 83 | 75 | 33 | 33 | 42 | |
| | 葉 数 (枚) | 3.2 | — | 3.2 | 3.0 | 3.8 | 4.5 | 4.6 | |
| 15℃ | ほう芽株率 (%) | 100 | 100 | 75 | 67 | 67 | 75 | 83 | |
| | 葉 数 (枚) | 3.7 | — | 3.7 | 3.3 | 3.9 | 4.0 | 3.8 | |
| 対照 | ほう芽株率 (%) | 100 | 86 | 0 | 0 | 92 | 100 | 100 | |
| | 葉 数 (枚) | 3.0 | — | 0 | 0 | 2.3 | 3.6 | 4.6 | |

注. 1.ほう芽とは、葉の出現後葉柄が観察された状態を示す。 2.葉数は1株平均の着葉数を示す。



第1図 旬別の生育気温（1991年と1992年）

注. 自然日長区を測定。

結 果

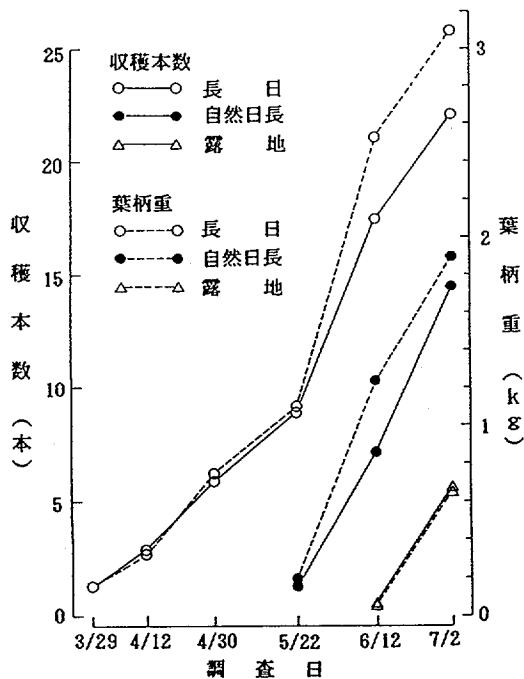
1. 温度条件が休眠に及ぼす影響

第1表に温度条件によるほう芽の状況を示した。5、10及び15℃に保温した区は12月までは全株とも葉が着生していたが、その後、一部の株を除き新葉の出現と同時に落葉があって、冬期間の葉数に大きな変動はなかった。しかし、葉の生長は高温ほど早かった。また、落葉後に新葉が出現（ほう芽）しない株があり、5月になってもほう芽しない株が多かった。

これらに対して対照区は1月に地上部は全株枯れたが、3月よりほぼ全株ほう芽を開始した。

2. 日長条件が休眠に及ぼす影響

冬期間においても、長日区の地上部は枯れることなく生長を続けた。ハウスは無加温のため、第1図に示したように1991年1月上旬～2月下旬には-4～-5℃まで低下する日があり、この時、葉に寒害を受けて葉柄が折れることもあった。



第2図 日長条件が収量に及ぼす影響 (1991年)
注. 数値は1株当たりの累積を示す。

自然日長区は12月上旬から生長が緩慢となり、12月下旬には生長が止まり、約半数の株の地上部が枯れた。その後、これらの株は3月上旬にほう芽が始まった。

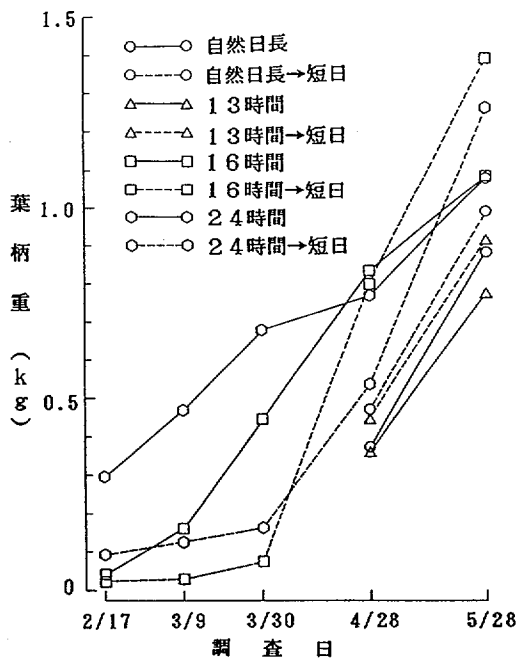
第2図に示したように、長日区は3月下旬より収穫が始まり、その後、7月上旬までに飛躍的に収量が上がった。

自然日長区は、5月下旬より収穫ができたが、7月上旬までで長日区の約70%の収量であった。休眠は低温期間を経て覚醒するので、休眠株はハウス内、露地にかかわらず、ほぼ同時期にほう芽を開始した。しかし、ハウス内の自然日長区の気温は露地より高いことから、ほう芽後の生長は速やかであった。

3. 日長時間と短日処理が休眠に及ぼす影響

生育気温は第1図に示したように、1992年のトンネル期間中はトンネルによる保温性が認められ、氷点下になる日はなかった。また、短日処理中に処理間の気温差は小さかった。

生育状況をみると、第2表に示したように1月27日までに、16時間区と24時間区は、自然日長と13時間区に比



第3図 日長時間及びその後の短日処理が収量に及ぼす影響 (1992年)
注. 数値は1株当たりの累積を示す。

第2表 日長時間と短日処理が生長に及ぼす影響

| 試験区 | 測定項目 | 調 査 日 | | | | |
|---------|----------|-------|-------|------|-------|-------|
| | | 1月27日 | 2月17日 | 3月9日 | 3月30日 | 4月28日 |
| 自然日長 | 葉 数 (枚) | 4.2 | 4.8 | 5.8 | 6.9 | 7.8 |
| | 葉 長 (cm) | 23.6 | 23.7 | 38.3 | 46.4 | 52.2 |
| | 葉柄長 (cm) | 7.7 | 6.7 | 9.5 | 12.6 | 14.1 |
| 自然日長→短日 | 葉 数 (枚) | — | 5.3 | 6.2 | 7.5 | 8.5 |
| | 葉 長 (cm) | — | 29.3 | 41.9 | 49.3 | 68.6 |
| | 葉柄長 (cm) | — | 7.8 | 9.7 | 12.7 | 20.3 |
| 13時間 | 葉 数 (枚) | 3.6 | 4.2 | 5.3 | 6.8 | 7.9 |
| | 葉 長 (cm) | 24.0 | 24.8 | 39.5 | 45.2 | 51.6 |
| | 葉柄長 (cm) | 8.3 | 8.3 | 10.5 | 13.0 | 14.5 |
| 13時間→短日 | 葉 数 (枚) | — | 4.0 | 5.3 | 6.5 | 8.6 |
| | 葉 長 (cm) | — | 27.0 | 37.8 | 47.1 | 67.9 |
| | 葉柄長 (cm) | — | 7.3 | 9.0 | 11.0 | 19.4 |
| 16時間 | 葉 数 (枚) | 6.0 | 6.8 | 7.3 | 7.8 | 7.5 |
| | 葉 長 (cm) | 44.8 | 61.7 | 74.1 | 79.3 | 72.0 |
| | 葉柄長 (cm) | 19.4 | 26.4 | 29.6 | 31.8 | 26.2 |
| 16時間→短日 | 葉 数 (枚) | — | 6.4 | 6.0 | 6.3 | 7.3 |
| | 葉 長 (cm) | — | 56.8 | 62.4 | 61.0 | 55.4 |
| | 葉柄長 (cm) | — | 20.3 | 19.9 | 18.7 | 17.0 |
| 24時間 | 葉 数 (枚) | 6.6 | 7.2 | 5.4 | 4.8 | 5.4 |
| | 葉 長 (cm) | 54.6 | 72.7 | 77.3 | 72.6 | 58.2 |
| | 葉柄長 (cm) | 27.0 | 35.8 | 34.7 | 33.1 | 23.2 |
| 24時間→短日 | 葉 数 (枚) | — | 7.8 | 5.6 | 6.3 | 7.4 |
| | 葉 長 (cm) | — | 60.0 | 61.3 | 62.1 | 61.5 |
| | 葉柄長 (cm) | — | 25.6 | 22.4 | 2.06 | 21.0 |

注. 調査後に収量調査がなされている。

べて著しく生長が進んだ。その後、電照終了の3月30日までこの傾向が示された。この時、24時間区は16時間区より葉長、葉柄長は長いが葉柄は細く徒長的な草姿であり、一方、自然日長と13時間区はともにわい化した草姿で、両者に生育差は認められなかった。

次に、自然日長→短日区、13時間→短日区は短日処理の影響は小さいが、16時間→短日区、24時間→短日区では、その処理によって処理後20日で早くも生長が抑制された。

第3図にこれらの処理による収量を示した。2月17日から5月28日までの収穫期では、24時間区に次いで16時間区が早期から収量が増加し、24時間→短日区と16時間→短日区が後期に収量が伸びた。長日処理によって早期収量が増加したものの、株疲れを起し最終的には多収性を示さなかった。また、自然日長と13時間及びその後の短日処理は生長に影響が少なく、収穫期と収量につい

て差は認められなかった。

考 察

温度条件が休眠に及ぼす影響についての実験では、5、10及び15℃の最低気温を維持し、生育に十分な温度環境であったが、生長が滞る矮化状態を示した。これは、イチゴ¹⁾にみられるような休眠現象と思われた。このことから、ルバーブの休眠は加温によって回避することはできず、温度以外の気象要因も影響していると考えられた。

対照区は、冬期間は完全に休眠しているが、低温を経過することにより休眠が破れ、春になって一斉にほう芽したと考えられた。したがって、休眠の覚醒には低温が必要であり、加温区は低温蓄積が不十分のため、春になってからの生理活性は、屋外に置かれた対照区より劣っていた。

日長条件が休眠に及ぼす影響の実験では、16時間の長日条件では低温下であっても休眠しないが、短日条件にある自然日長で休眠したことから、ルバーブの休眠誘導には日長が深く関与しており、短日の影響が明らかであった。なお、自然日長区では約半数の株の地上部が枯れずに残ったが、種子繁殖したルバーブは形態的にも個体差があることから、このことが日長に対する生態反応の個体差の原因と考えられた。

日長時間と短日処理が休眠に及ぼす影響についての実験では、13時間以下で生育は抑制され、16時間以上で生育は促進された。

KRUG³は、休眠誘導要因の解析のために人工気象室で気温を8、14及び22℃、日長時間を12及び18時間とし、それぞれに4、6及び8週間の処理を行った。その結果、12時間の短日処理により生育は抑制され、14℃の時が最も影響が大きかった。また、処理期間は4週間で効果が現れた。このように本実験とは品種や根株の育成条件が異なるものの、休眠誘導の限界日長の存在が明らかであった。さらに、処理期間についても比較的短期間でその影響が表れることも本実験とはほぼ一致していた。

施山ら⁴は、盛岡でイチゴの休眠誘導について研究し、自然条件では、7月から日長が短くなるにつれ、休眠に向かって体勢を整え、8月初め頃には短日・低温に反応して休眠が誘導される状態になっていることを明らかにした。また、木村ら⁵は、イチゴ‘宝交早生’の休眠現象である矮化突入に対して、日長と温度の相互作用を調べたところ、16時間日長では温度にかかわらず矮化突入しなかった。また、10℃では無加温に比べ長日下での矮化抑制効果が高かった。自然日長では、温度にかかわらず矮化突入し、16時間日長に比べ温度の影響は小さかった。これらのことは、短日条件が休眠誘導の主因で、低温は休眠をさらに深める作用を持つと述べている。

また、STOCKBRIDGE HOUSE EXP. HORT. STA.⁶は、品種‘Timperly Early’を用いて、7月28日から1週間ごとに掘り取り、10～13℃で軟化したところ、季節の推移に従い収量が減少した。このことを短日条件に向かう結果で、根株の生理活性の低下、すなわち休眠現象と推定している。

以上のことから、ルバーブの休眠誘導の気象条件は、イチゴと同様に短日条件が休眠を誘導するが、低温は必ずしも必要としないと考えられた。

1990～1991年の日長条件と休眠に関する実験では、無加温ビニルハウスを用いたために温室と異なって保温力が小さく、最低気温は低かった。そのため、自然日長で

は生長の停止と同時に半数の株の地上部は枯れたが、1991～1992年の実験では地上部の枯れる株はなく、2つの実験の生育状況は異なった。すなわち、13時間日長で矮化に入る点は共通するが、1991～1992年の場合はこれに地上部が損傷を受けるほどの低温が加わって地上部が枯れたものと推測された。

これらの短日処理による生長の抑制現象は、KRUGの述べる14℃条件での短日効果を併せて考えると、露地栽培において秋に生長が緩慢となることを説明できた。

一方、休眠を回避し、生長を促進させて早期収穫を目的とする促成栽培のための電照時間は、収量性と収穫物の形状からみて16時間程度が適切と考えられた。

園芸作物のイチゴやキクなどでは光による形態形成作用と光周性を利用して、収穫期を拡大する電照栽培が行われている。イチゴ‘宝交早生’の電照栽培は、休眠打破のための低温不足を補う技術で、16時間日長が適切と言われている²。そこで電照栽培によって、ルバーブを長日下におけば休眠誘導が妨げられ、さらに寒害を受けない程度の保温または加温を併用することによって、新しい栽培法が成立すると考えられる。すなわち、本県の露地栽培では、5～6月が収穫期であるが、電照栽培によりこれより早い時期からの収穫が可能となる。

電照による日長操作の方法について、本実験では電照電球によって、40～70 lx程度の照度により朝と夕に照明をして16時間日長を得た。KRUG³は、8月上旬から露地ほ場において、100～120 lxないし500 lxの電照で18時間の日長処理を行い、その後掘り取って20℃で軟化したところ、休眠が回避され、収量を2～3倍に高めることができた。また、根株の休眠回避法としての、日長処理に有効な照度を検討したところ、安定的に効力を示す照度は、500 lx以上であった。本実験とは照度反応が大きく異なるが、これはKRUGが軟化栽培を前提とし、使用する根株が休眠状態でないことを求めていること、また、植物体の生育ステージなどの違いによるものと考えられた。

摘 要

ルバーブは秋から冬にかけて生長が停止し、休眠に入る。この休眠を誘導する気象条件を解明するため、1989年から1992年にかけて温度と日長の影響を検討した。

温度条件が休眠に及ぼす影響を調べるための1989年から1990年の冬の実験は、品種‘Myatt's Victoria’を用い、5、10及び15℃の最低温度を保持できる温室でポッ

ト栽培をし、生育状況を調査した。

日長条件が休眠に及ぼす影響を調べるための1990年から1991年の冬の実験は、1990年秋に実生より育てた材料を、無加温ビニールハウスで16時間電照下（平均67 lx）で育てた。

日長時間と短日処理が休眠に及ぼす影響を調べるための1991年から1992年の冬の実験は、1991年秋に実生より育てた材料を、無加温温室で13時間、16時間及び24時間日長（平均37 lx）で栽培し、その後8時間日長に変更した。

以上の実験から、次の結果を得た。

1. 休眠誘導の気象条件は短日であり、低温は必要としない。
2. 休眠誘導の日長時間は13時間以下であった。

3. 電照によって16時間程度の日長を設定すれば、冬においても休眠を回避し、生長を進めることが可能であり、ルバーブの促成栽培が成立すると考えられた。

引用文献

- 1) 木村雅行・藤本幸平 (1971) 奈良農試報3 : 29~36.
- 2) 木村雅行 (1974) 総合野菜・畑作技術事典II : 46~47.
- 3) KRUG, H. (1991) Gartenbauwissenschaft56(3) : 93~98.
- 4) 施山紀男・高井隆次 (1986) 野菜試報B6 : 31~77.
- 5) STOCKBRIDGE HOUSE EXP. STA. (1979) "Forced Rhubarb Growers Evening Meeting", March 20.

SUMMARY

The growth activity of field grown rhubarb decrease from autumn to winter, which was called the dormancy. Experiments were carried in order to investigate the origin of the dormant condition.

At the first experiment, the plants of which cultivar is 'Myatt's Victoria' were cultivated in the greenhouses at the minimum temperature of 5, 10 and 15°C in the winter 1989-90.

At the second experiment, the plants seeded in the summer were cultivated in the non-heated plastic house on the condition lighted with incandescent lamps at 67 lx for 16 hours in the winter 1990-91.

At the third experiment, the plants were cultivated in the non-heated greenhouse with the same lamps at 37 lx for 13, 16 or 24 hours and the photoperiods were shortened to 8 hours after the treatments in the winter 1991-92.

The results were obtained as these:

1. The condition of the dormancy induction was not the low temperature, but the short day.
2. The photoperiod of the dormant induction was below 13 hours.
3. The practicability of advancing the harvest period under the long day of 16 hours by lighting was recognized.