チコリ (*Cichorium intybus* L.) 軟白葉の工場生産を前提とした 根株養成適期

大城 閑

福井県立大学生物資源学部

910-11 吉田郡松岡町兼定島 4-1-1

Optimum Season for Culturing Rootstocks for Blanched Witloof Chicory (*Cichorium intybus* L.) Production in a Factory

Shizuka OHKI

*Department of Bioscience, Fukui Prefectural University,
4-1-1, Kenjoyojima, Matsuoka-cho, Yoshidagun, Fukui 910-11, Japan*

Abstract

In order to establish a hydroponic blanching system for culturing Witloof chicory in Japan, seeds of five F_1 hybrids were sown in different months to determine the optimum time of sowing. In 1991, seeds were sown in a cell tray and transplanted one month later. In 1992, seeds were sown directly in an open field.

The minimum temperature in the greenhouse in March 1991 was 10°C. In the days following planting in the field in mid April, the average minimum temperature was 10°C, although for several days the minimum temperature fell to 2.4°C. In 1992, from mid April to May, minimum temperatures of less than 10°C were maintained for 6 consecutive days.

The bolting ratio 5 to 6 months after sowing was lowest for seeds sown in March and highest for seeds sown in April. Sowing after July resulted in only a small amount of bolting. The late season cultivars had a tendency to be late in flowering. In the transplanted culture in 1991, enlargement growth of the underground part of the plant was suppressed for plants sown in March and August compared with those sown in June. However, in 1992, there was no difference in root enlargement growth between plants sown in June and August.

In 1991, enlarged roots of plants that were sown in June and that were cultured for 5 or 6 months were used for hydroponic blanching culture. The enlarged roots that were cultured for 5 months produced small (20–30g) blanched leaves (chicons), but those cultured for 6 months produced rather bigger chicons (50–80g). In 1992, enlarged roots of plants that were sown in June or August and cultured for 5 months were used for blanching culture. For three of the five cultivars, the plants sown in August produced bigger chicons (ca. 120g). For the other two cultivars, the chicon productivity was not affected by the sowing month.

1996 年 12 月 19 日受付

1997 年 2 月 20 日受理

緒 言

チコリ (*Cichorium intybus* L.) はキク科に属する野菜で、葉は茎の基部よりロゼット状に生じ、根は肥大して地中深くはいる。圃場で養成した株を掘上げ、葉を切除した肥大部を軟白栽培に供する。ベルギーを中心としたヨーロッパにおける伝統的な軟白栽培施設は、幅 2m、高さ 1.5m 程度の半円形の遮光したトンネルである。その床の土中を通したパイプに温湯を流し、16~25°C に暖房している。根株をこの施設内に立てて並べ、その上を土で 10~20 cm 覆う。根株からはシコン (chicon) と呼ばれる軟白葉が発生し、それをサラダや煮物として用いる。この栽培法は多くの労力を必要とし、また温湯を供給する石炭ストーブの管理が夜間にまで及ぶなど多くの困難を伴うことから種々の改良が試みられた。その結果、水耕法による軟白栽培法が考案された。その 1 例としては、遮光した空調施設内に 2×1m から 0.6×0.4m の大きさの容器を 4 段積み上げ、上から培養液を流す工場的な方法がある⁴⁾。土で覆われていないところで発生するシコンの締まりは良くないとされてきたが、近年の育種では水耕法でも軟白葉が広がらない品種が育成されるようになった³⁾。このことから、ヨーロッパにおけるチコリの生産は水耕法が主流となっている。

チコリは日本においても近年高級野菜としてレストラン等で利用される例が増えてきている。しかし、栽培法が特殊であることならびに利用方法になじみがないことから日本で栽培されている例は非常に少なく、ほとんどがベルギーから輸入されている。さらに、チコリが冷涼な気候に適した作物であることから、日本の中部平坦地ではヨーロッパで行われているような 5 月播種で 10~11 月に根株を収穫する作型は適用困難であると思われる。鈴木⁶⁾ は本邦での栽培法の概要について記述しているが、研究報告にはなっていない。これ以外には、品種別に見た栽培適期に関する詳細な報告は見あたらない。筆者は最近ベルギーで多く行われているような水耕による工場的な軟白栽培を前提にして、数品種の根株養成のための栽培適期の検討を行った。

材料および方法

ベルギー Bucomat 社から入手した 'Carolus'、'Dirv'、'Petrus' およびフランス Vilmorin 社から入手した 'Flash'、'Turbo' の 5 品種を供試した。いずれも一代交配種であり、'Dirv' は早生、'Flash'、'Turbo' は中生、'Carolus'、'Petrus' は晩生の品種である。

栽培は 1991 年と 1992 年に福井県立短期大学のガラス温室および実験圃場で行った。1991 年は 3、4、5、6、8 月の 15 日をめどに 20×20×30 mm のセルトレーに入れたバーミキュライトに播種した。3、4 月に播種したセルトレーは定植まで無加温のガラス温室内で管理した。発芽後はハイポネクス粉末 (N:P:K=6.5:6.0:19.0%) の 1g/ℓ 溶液を灌水代わりに施与した。播種 1 カ月後に露地圃場に 1 品種 24 株を定植した。定植方法は幅 90 cm 畝に株間 20 cm、条間 40 cm の 2 条植えとした。アール当たり窒素 2.4 kg、リン酸 1.1 kg、カリ 2.1 kg、苦土石灰 15 kg を全量基肥として施与し、追肥は行わなかった。1992 年は 4、5、6、8 月の 15 日をめどに露地圃場に直播し、適宜間引き 1 本立てとした。栽植方法、施肥方法は 1991 年の定植床と同一とした。抽台の調査は 9 月中旬に行った。根株の収穫は播種後 3~5 カ月後に行い、最低 12 個体の茎葉重および地下肥大部の新鮮重、最大径、岐根の有無について調査した。

軟白栽培に供した根株は、根出葉を約 2 cm 残して切り取った。軟白栽培は、Nerum⁴⁾ による

Fig. 1 Hydroponic system for blanching culture of Witloof chicory.
Eighty liter of liquid medium was circulated continuously.

水耕方法を参考にして、Fig. 1 に示したようなプラスチックバットで行った。培養液の組成は、 KNO_3 800mg/l, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 450mg/l, MgSO_4 300mg/l とし⁴⁾、80ℓを連続的に循環させた。軟白は $18 \pm 1^\circ\text{C}$ の暗黒の恒温室で20日間行った。シコンは不要な外葉を除去した後、最低12個体の新鮮重、長さ、最大径を測定した。

結 果

1. 気温の推移

最高気温、最低気温の旬別平均をTable 1に示した。1991年3月播種の場合、圃場への定植までは温室内で管理したため最低気温が 10°C を下回することはなかった。また、定植した4月中旬以降は平均最低気温は 10°C 程度であったが、 2.4°C まで低下する日もあった。しかし、最低気温が 10°C 以下になった日は最も長い場合でも4日連続したのみであった。1992年は4月に露地圃場へ播種したが4月中旬から5月上旬に最低気温が 4°C まで下がる日があった。 10°C 以下になった日が最高6日間連続し、平均気温は $5 \sim 10^\circ\text{C}$ であった。7月中旬から8月下旬までにかけては最高気温は 30°C を越え、特に1992年は高温で推移した。

2. 露地栽培

(1) 抽だい

① 1991年 結果をTable 2に示した。3月播種の場合、播種5、5ヶ月後の抽だい率は低く、中生品種の‘Turbo’は抽だいいしなかった。次いで‘Petrus’の抽だい率が低かった。4月播種の場合、6ヶ月後に晩生品種の‘Petrus’以外は80%以上が抽だいた。3月播種で抽だい率が低かった‘Turbo’は90%以上が抽だいた。5月播種の場合、抽だい率は低くなり、5ヶ月後でも40%以下で、‘Petrus’は最も低く2.2%であった。6月以降の播種では全く抽だいいしなかった。

② 1992年 9月末における抽だいの結果をTable 3に示した。4月播種では晩生品種の‘Petrus’がやや低かったものの、その他の品種では80~90%が抽だいた。1991年には全く抽だいいしなかった6月播種では、‘Flash’と‘Turbo’が20~30%抽だいた。7月以降の播種ではいずれの品種も全く抽だいいしなかった。

(2) 茎葉・肥大根の生育と地上部/地下部(S/R)率

① 1991年 結果をTable 4に示した。いずれの品種も、肥大根の生育は3月または8月に播種すると6月播種のものより著しく劣った。3月播種では最も大きかった‘Turbo’でも90g程

Table 1 Mean maximum and minimum temperature during cultivation of Witloof chicory.

Month/Day		1991				1992	
		Green House		Open Field		Open Field	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Mar.	11-20	24.5	12.8	—	—	—	—
	21-31	26.5	14.9	—	—	—	—
	1-10	32.3	16.9	—	—	—	—
Apr.	11-20	29.1	10.1	21.3	10.4	15.5	5.0
	21-30	32.3	12.1	21.1	10.7	20.7	7.8
	1-10	30.2	11.9	19.4	10.0	19.3	9.6
May	11-20	31.7	15.2	24.6	14.9	20.1	11.4
	21-31	—	—	26.8	18.5	21.2	11.8
	1-10	—	—	26.8	20.1	26.2	16.0
June	11-20	—	—	29.1	21.2	24.4	15.7
	21-30	—	—	29.9	24.6	23.4	16.9
	1-10	—	—	29.2	22.5	27.8	20.1
July	11-20	—	—	30.3	24.5	27.7	21.7
	21-31	—	—	32.8	24.9	32.8	22.9
	1-10	—	—	27.3	21.3	30.7	23.1
Aug.	11-20	—	—	29.4	21.3	31.4	24.1
	21-31	—	—	30.4	22.5	33.2	24.0
	1-10	—	—	30.3	21.6	31.1	22.3
Sept.	11-20	—	—	26.2	18.4	26.8	17.5
	21-30	—	—	26.6	17.2	26.3	15.8
	1-10	—	—	21.4	15.8	23.2	14.5
Oct.	11-20	—	—	19.5	12.3	21.4	14.1
	21-31	—	—	19.0	10.4	20.0	10.6
	1-10	—	—	17.1	6.7	17.3	9.6
Nov.	11-20	—	—	13.5	5.1	18.0	6.8
	21-30	—	—	14.5	4.6	14.1	3.9
	1-10	—	—	14.6	4.2	15.3	6.6
Dec.	11-20	—	—	11.3	2.5	8.3	2.5
	21-31	—	—	9.6	2.7	8.8	3.0

Table 2 Effect of sowing month on the bolting ratio of 5 cultivars of Witloof chicory. Bolting was observed 3, 4, 5 or 6 months after sowing. Results of 1991.

Sowing	Observation	Bolting ratio(%)				
		Carolus	Dirv	Flash	Petrus	Turbo
March	19/Jul.	0.0	6.5	0.0	4.3	0.0
	6/Aug.	9.1	29.7	2.9	5.7	0.0
	10/Sept.	54.5	56.8	60.0	25.7	51.4
April	19/Jul.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6/Aug.	10.9	19.6	13.0	4.3	4.3
	10/Sept.	84.8	84.8	80.4	41.3	93.4
May	19/Jul.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6/Aug.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10/Sept.	8.9	13.0	6.5	0.0	22.9
	14/Oct.	26.7	28.2	41.7	2.2	41.7

度であった。3月播種と8月播種とでは肥大根の生育に有意な差はなかった。茎葉の生育はいずれの品種も8月播種の場合かなり劣った。3月播種と8月播種を比較すると‘Flash’以外では差がなかった。この結果から、S/R率は3月播種で高くなり、6・8月播種では低くなった。

この年は移植栽培を行ったため、肥大部の枝分かれが甚だしく、特に3月播種の‘Dirv’では

Table 3 Effect of sowing month on the bolting ratio of 5 cultivars of Witloof chichory. Bolting was observed at the end of September. Results of 1992.

Sowing	Bolting ratio(%)				
	Carolus	Dirv	Flash	Petrus	Turbo
April	78.3	93.3	92.9	59.3	96.8
May	— ^z	72.0	—	4.3	—
June	0.0	5.9	32.0	0.0	21.0

^z No data.**Table 4** Effect of sowing month on growth of Witloof chicory in 1991.

Sowing month	Carolus			Dirv			Flash		
	Shoot FW ^z (g)	Root FW (g)	S/R ^y ratio	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio
March	370.4a [*]	60.9a	6.4a	232.2a	51.6a	5.1a	324.0a	71.0a	5.9a
June	230.5a	121.0b	2.1b	285.2a	169.2b	1.8a	441.5b	205.8b	2.2b
August	42.2c	33.4a	1.3b	52.7b	44.0a	1.2b	82.2c	55.5a	1.5b

	Petrus			Turbo		
	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio
	338.0a	56.2a	6.5a	353.4a	89.5a	4.1a
	356.5a	165.5b	2.2b	322.3a	191.2b	1.8b
	104.6b	56.5a	1.9b	58.7b	43.7a	1.3b

^z Fresh weight^y Shoot/root ratio^{*} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.**Table 5** Effect of sowing month on growth of Witloof chicory in 1992.

Sowing month	Carolus			Dirv			Flash		
	Shoot FW ^z (g)	Root FW (g)	S/R ^y ratio	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio
June	195.6	295.6	0.7	168.1	296.3	0.6	337.9	349.6	1.0
August	139.2	312.5	0.4	148.3	310.8	0.5	190.8	327.5	0.6
	NS	NS	**	NS	NS	*	**	NS	***

	Petrus			Turbo		
	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio	Shoot FW (g)	Root FW (g)	S/R ratio
	157.2	287.8	0.6	267.5	325.0	0.8
	171.7	320.8	0.5	150.0	334.2	0.5
	NS	NS	NS	**	NS	***

^{z,y} See Table 4.^{*} NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively by *t* test.

平均 6.1 本, その他の品種でも 3~4 本に枝分かれした。その他の播種時期でも平均 2~3 本に枝分かれした。

② 1992 年 結果を Table 5 と Fig. 2 に示した。6 月播種と 8 月播種を比較すると, 地上部の生育は 'Flash' と 'Turbo' 以外は差がなかった。これらの中生の 2 品種は 6 月播種の方が生育がよかった。根株の生育はいずれの品種も 6 月播種と 8 月播種では差がなく, 300g 前後の肥大根が得られた。S/R 比は 'Petrus' に差がなかった以外はいずれの品種も 8 月播種の方が小さく

Fig. 2 Open field grown plants of Witloof chicory.

Plants were obtained 5 months after sowing directly in the open field. Results of 1992.

A. Sown in June B. Sown in August

Table 6 Blanching culture of Witloof chicory sown in June 1991. The enlarged roots were submitted for blanching culture five or six months after sowing.

Culture period before blanching	Carols		Dirv		Flash	
	Chicon FW ^z (g)	Chicon length (cm)	Chicon FW (g)	Chicon length (cm)	Chicon FW (g)	Chicon length (cm)
5months	22.9	14.9	34.7	13.3	30.4	14.6
6months	61.0	14.8	73.7	14.2	76.2	14.1
	*** ^y	NS	**	NS	***	NS

Petrus		Turbo	
Chicon FW (g)	Chicon length (cm)	Chicon FW (g)	Chicon length (cm)
14.9	11.4	34.0	14.5
51.6	14.8	80.1	14.7
***	*	***	NS

^{z,y} See Tables 4 and 5.

なった。

3. 軟白栽培

① 1991年 結果を Table 6 に示した。播種5ヶ月後の軟白栽培では、長さは14cm前後あったが新鮮重は20~30gの貧弱なシコンしか得られなかった。播種6ヶ月後では50~80gのシコンが得られた。品種別に見ると晩生の‘Carolus’、‘Petrus’が小さかった。

② 1992年 結果を Table 7 と Fig. 3 に示した。‘Petrus’と‘Turbo’以外の品種のシコンの新鮮重は、6月播種が30~90gであったのに対し、8月播種では120gを越えた。一方、‘Petrus’と‘Turbo’においては播種時期の違いによるシコン新鮮重の差は認められなかった。品種別に見ると、‘Petrus’のシコンはかなり小さく、最も大きかった‘Dirv’の約2分の1程度の重さであった。

根株の新鮮重と得られたシコンの新鮮重の間の相関係数を8月は種の全品種に関して求めたところ、有意な相関は認められなかった。(r=0.2038; 自由度=56)

考 察

1. 露地栽培

(1) 抽だい

チコリは他の根菜と同様、抽だいすることにより著しく地下部の肥大が抑制される⁴⁾。このこ

Table 7 Blanching culture of Witloof chicory sown in June and August 1992. The enlarged roots were submitted for blanching culture five months after sowing.

Month	Carols		Dirv		Flash	
	Chicon FW ^z (g)	Chicon length (cm)	Chicon FW (g)	Chicon length (cm)	Chicon FW (g)	Chicon length (cm)
June	32.1	10.5	90.5	12.0	90.1	12.8
August	122.0	15.0	139.3	14.1	128.5	12.6
	*** ^y	**	*	*	*	NS

Petrus		Turbo	
Chicon FW (g)	Chicon length (cm)	Chicon FW (g)	Chicon length (cm)
63.2	13.6	98.0	12.5
71.1	11.9	99.6	12.7
NS	NS	NS	NS

^{z, y} See Tables 6. **Fig. 3** Blanching shoots (chicons) of 5 cultivars of Witloof chicory. Chicons were obtained from enlarged roots of plants that were sown in August and cultured for 5 months. Blanching culture was carried out in the hydroponic system in dark at 17°C for 20 days. Results of 1992.

とから、抽だいの回避は根株養成栽培上の第1条件である。チコリの抽だいについて、Eenink²⁾は、低温期間と植物体の大きさとの関連について報告している。発芽直後の幼苗の場合、3°Cに2週間おくと抽だいした。これに対し、発芽2週間後および8週間後の幼植物が100%抽だいするのに必要な4°Cの期間はそれぞれ4週間と6週間であった。さらに12週齢の苗では8週間の低温処理でも80%しか抽だいしなかったという。近縁の *Cichorium endivia* (エンダイブ) でも3°Cの低温処理と8時間の短日で抽だいすることが知られている。これらの結果からチコリの花芽分化には低温が重要な要素であり、苗齢が進むと低温感応性が低下することがわかる。

中部ヨーロッパでは低温に遭遇する可能性がある4月播種をする場合、トンネル被覆することが推奨されている⁵⁾。ベルギーの例では4月8日と12日に播種した場合、トンネル被覆を行うと1~2%しか抽だいしなかったが、被覆をしなかった場合、最高で30%抽だいしたという⁴⁾。

本研究の1991年の栽培では温室で播種したので最低気温は10℃を下がることはなかった。また、1992年は露地で播種したが、4℃まで下がる日が長く続くことはなかった。しかし、夏期経過後の抽だい率は高く、特に4月播種で顕著であった。このことからチコリの場合、レタスと同様に高温によって抽だいが誘導されることが推測されるので、花芽分化から抽だいに至る環境条件に関する詳細な研究が必要であろう。

(2) 地下部の肥大

播種後4ヶ月の時期で抽だい率が0～30%と比較的低かった3月播種では、地上部の生育が旺盛になり過ぎ、S/R比が高くなった。4ヶ月の栽培では肥大部の重量は90g以下で軟白栽培に供試できる状態ではなかった。平坦地でこの時期に地下部の肥大生長を促進させるためには、わい化剤の使用などによる地上部生育の抑制をする必要があると思われる。しかし、4月に播種される冷涼なヨーロッパの例を考慮すると、高冷地では十分な肥大生長が行われる可能性がある。

8月に播種して移植栽培した1991年と、直播した1992年の地下部肥大を比較すると、後者で6～9倍重い肥大根が得られた。これは定植した9月の気候が著しく少雨で活着が遅れたためと思われる。低温に遭遇する危険性がなく、また発芽に十分な温度がある6月以降に播種する作型では、圃場の有効利用を考える場合以外は移植栽培する必要はないと言える。

一般にチコリの根株養成は直播で行われているが、本研究では高冷地での3・4月播種や在圃期間の短縮をはかるために移植栽培を試みた。その結果、移植栽培では岐根が多くなった。しかし、肥大部の重量が大きければ岐根が多くてもシコンの生育には大きな影響はなかった(データは示さず)。軟白作業の際に肥大根を並べるのに手間がかかる点を除けば、移植栽培も可能であると思われる。セル成形苗として扱う場合の用土、移植時期に関してはさらに検討する必要がある。

2. 軟白栽培

播種後120～130日後に地下部の肥大生長が進むと、肥大部の細胞の液胞中のイヌリンが転流するためにしょ糖とブドウ糖に転換される。転換されたこの二つの糖含量がある程度以上高くなった時期に「根株が成熟した」とされ、軟白栽培に適するようになる¹⁾。根株の成熟度合いが水耕によるシコンの生産に適しているかどうかを外見的に判断するのは困難である。一般的に、肥大部の乾物率が20%以上になるとよいとされている。しかし、本研究の1991年の栽培では、肥大が著しく劣った3月・4月播種の場合でも乾物率はいずれの品種でも20%を越えていた。また、1992年の栽培の結果から、肥大部の新鮮重とシコンの新鮮重の間には有意な相関関係は認められなかった。鈴木⁶⁾は肥大部新鮮重が150g、径4～6cmを一つの目安としている。しかし品種による差があると推測されるので、それぞれの品種に適した収穫時のサイズを糖含量を基準にして決定し、成熟度合いの一つの目安とする必要があろう。

肥大部のイヌリンのしょ糖への転換は、収穫後の1～3℃程度の低温処理によって促進される¹⁾。ヨーロッパの栽培では3℃での10日間前後の処理が推奨されている。本研究では低温処理は行わなかったが、この処理により、より小さな根株でも良質のシコン得られる可能性があると思われる。

結 論

本研究の結果より、本邦における一般平坦地での根株養成は、抽だいの危険性のない8月の播

種が望ましいことが分かった。これより早く播種する場合は、抽だいしにくい晩生系の品種、例えば 'Carols' や 'Petrus' を用いるとある程度は抽だいを避けることができる。夏期の温度上昇が少ない地域では移植栽培による3月播種、4月定植という作型も可能であるが、地下部肥大を促進する方法についてはさらに検討する必要がある。本研究では軟白栽培は水耕法を用いた。最近の品種は土寄せをしなくても締まったシコンを形成するよう育種されてきているので³⁾、水耕による軟白はより手軽な方法として利用されるべきであろう。

引用文献

- 1) De Proft, D., Van den Acker W., Claessens G. et Van Laere A. : L'aptitude au forçage de la racine, In : Ministère de l'Agriculture (Ed), La culture de la chicorée Witloof (3 ème édition), Service Information. Bruxelles. pp. 125~134 (1993).
- 2) Eenink, A. H. : Inductie van bloei bij witlof (*Cichorium intybus* L. var. Foliosum) en een wilde slasoort (*Lactuca virosa* L.) door koudebehandeling. Zaadbelangen 8 : 8~10 (1975).
- 3) Huyskes, J. A. : La sélection de la chicorée Witloof (dite "endive") pour le forçage sans terre de couverture, Ann. Gembloux 78 : 89~98 (1971).
- 4) Nerum, K. van : L'endive-Witloof une culture moderne, Het Nieuwe Witloof. Bruxelles, pp. 36~80 (1985).
- 5) Schroen, F. : Vervroeging van de witlofteelt met plastic folie, Abstr. 5° Internat. Witloofdagen, pp. 1~8 (1979).
- 6) 鈴木敏征 : 軟白チコリーの栽培技術, 農耕と園芸, 46 : 190~193 (1991).