

寒冷地の気候立地条件を活用した野菜の高品質化技術

森山 真久・青木 和彦

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構東北農業研究センター

Improvement of Green Vegetable Quality Using Cold Weather Condition

Masahisa MORIYAMA, Kazuhiko AOKI

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Agricultural Research Center for Tohoku Region

キーワード：コマツナ，耐寒性，糖度，パイプハウス，ビタミン，ハウレンソウ

1 緒言

東北地方北部の太平洋側の地域は，夏季にはオホーツク海気団を源とする湿った東よりの冷風「やませ」に見舞われて冷涼・寡照となる日がたびたびあり，一般に高温を好む夏作物の栽培には厳しい立地である。水稻はしばしば冷害に遭い，標高の高い中山間地では冷夏でなくとも毎年のように不稔が生じる。一方冬季は寒冷であり，秋から春にかけて作付けされるのはコムギ・牧草類などに限られる。

1980年の水稻の冷害を契機として，この地域にパイプハウスを用いたハウレンソウの雨よけ栽培が導入された。それ以降，冷涼な気候を活かした夏作ハウレンソウの生産は伸び続け，地域によっては農業粗生産額の第1位を占めるまでになった。しかし，その雨よけハウスも使われるのは春先から初秋にかけての時期だけで，冬季には遊休ハウスとなっていることがほとんどであった。その原因としては，冬季の気温が低く野菜の生産が困難なこと，農閑期には他産業に従事することの多い地域であること，積雪対策で冬期間はハウスのフィルムを外す農家が多いことなどが挙げられる。この遊休ハウスを活用して冬季にハウレンソウやコマツナなどの葉菜類を作る試みが10年ほど前から始まった。収穫期にハウスを開放して低温にさらすことで植物体の糖度やビタミン含量を高める手法が取り入れられ，生産物は「寒じめ菜っぱ」の呼称でこの地域の冬の特産品になりつつある。冬季寒冷な気候立地を活かした高品質野菜の生産技術について報告する。

2 「寒じめ菜っぱ」の栽培技術

「寒じめ菜っぱ」とは，ハウス栽培した冬作ハウレンソウ・コマツナなどを寒さにあて，糖度やビタミン含量などを高めたものである¹⁾。すなわち，耐寒性に優れる越冬性の葉菜類を密閉ハウス内で出荷基準の大きさに育て，その後ハウスを開放して外気の寒さにあててから収穫したもので，「寒じめ菜っぱ」の呼称は冬作葉菜類一般を指すものではなく，また固有の種・品種を指すものではない。

ハウレンソウやコマツナは周年栽培されているが，本来は越冬性の作物である。その生活史は，秋から冬にかけて生長し越冬のための貯蔵養分を蓄積（栄養生長）し，越冬後の翌春に開花・結実（生殖生長）するというものである。しかし越冬作物でも，気温の高い時期に生長した植物体は寒さに耐えられない。耐寒性などの越冬能力は，気温が下がってくる秋から冬にかけて植物体が低温順化することで獲得される。植物体が低温を感知して低温順化過程に入ると，組織中の水分含量が低下し，各種体内成分の組成が変化する。糖含量や各種ビタミン含量の増加もそのひとつである。この変化は作物が耐寒性などを向上させる過程で生じるものだが，利用するヒトの側から見れば，低温順化した作物は体内成分が濃縮されて食味が向上し栄養価が高いものとなる。この低温順化のしくみを利用し，先ず暖かいハウスで野菜を十分な大きさにまで生育させ，その後ハウスを開けて寒さにあてて食味や栄養価を高めてから収穫するのが寒じめ栽培である。

寒冷地で冬作野菜の露地栽培を行う場合，例えば東北地方北部では，寒さに強いハウレンソウを用いて9月中旬に播種し，年内には収穫を終えなければならない。播種

が遅くなると収穫できる大きさになる前に寒さで生長が止まってしまい、また収穫が遅くなると寒さや積雪で植物体に傷みが生じ商品価値が落ちる。しかし、通常9月は夏作物の栽培が続いているので、前作があれば9月中の播種はできない。また収穫が冬場になる場合、積雪の多い地域であれば雪に埋もれている野菜を収穫する方法もある。積雪下はほぼ0℃に保たれるので低温による障害は起きず、降雪前に野菜を不織布などで被覆しておけば傷みも軽減できるが、雪を掘っての収穫には大変な労力が必要である。これに対し寒じめ栽培では、夏作ハウレンソウ栽培が終わったハウスを利用し、播種後収穫できる大きさになるまではハウスを閉めて生長を促進させる。このことで露地栽培より1か月ほど遅い10月中旬頃まで播種できる。収穫適期になったらハウスを開けて2週間ほど寒さにあててから収穫するが、ハウスを開けておくと植物体の生長はほぼ停止するので一斉収穫の必要が無く、長期にわたって(2週間から1か月程度)収穫を続けることができる。また露地とは異なり積雪はなく、土壌凍結もおおむね軽度である。土壌凍結した場合も、収穫前に2日前後の短期間ハウスを閉めることで土は軟化するので収穫に支障はなく、閉鎖が短期間であれば温度上昇による品質への影響も小さい。以上のように寒じめ栽培は、冬季に生鮮野菜の供給が困難な寒冷地においてそれを可能にする技術である。

3 寒じめ栽培の実際

寒じめ栽培の適用地域は、東北以北の寒冷地および山間高冷地である。寒さのおおよその目安は、ハウレンソウの場合、最低気温が-5~-10℃くらいの地域・時期が適している。作目はハウレンソウのほか、コマツナ・ハクサイ・ナタネ(なばな)・ダイコン・カブなどの越冬性の野菜類が利用できるが、ハウレンソウに比べて耐寒性が劣るので、最低気温が-5℃程度の地域・時期が適当である。以下、最も栽培が盛んで生産量も多い、岩手県北部のハウレンソウ栽培の実際について述べる。

播種は、年内に出荷する場合は10月はじめに、年明けに出荷する場合は10月中旬頃に行う(図1)。夏作ハウレンソウ栽培後のハウスを利用するときは無施肥で栽

培する。播種後、低温が続く場合や生長を促進させたい場合には不織布で被覆(べたがけ)して保温する。収穫できる大きさになったらハウスを開放して2週間程度寒さにあてる。開放時に外気温が低いと(ハウレンソウでは-10℃程度)植物体に葉のしおれ・黄化などの低温障害が生じることがあるので、その場合は日中の高温時のみハウスを開けてハウス内の最高気温を下げ、4、5日後に昼夜とも開放する。被覆(べたがけ)をしたときは低温障害を受けやすいので、被覆したままでハウスを開け4、5日後に外すか、被覆を外して2、3日後にハウスを日中開けることから始める。ハウス開放後2週間ほど経ったら、大きい個体から順次収穫する。ハウスを開けると植物体の生長は停滞するが、ハウス内の平均気温が約5℃以上あれば生長は続くので、小さい個体も徐々に大きくなる。こうして寒い時期なら1か月程度、秋口や春先でも2週間程度は収穫を続けることができる。

4 寒じめ栽培の留意点

最も重要な留意点は栽培する作物の低温伸長性である。寒じめ栽培では、ほぼ収穫期に達した植物体を寒さにあてることが基本である。しかし例えば、低温伸長性に優れるコマツナを秋早く播種すると寒さにあてる前に収穫適期を過ぎてしまい、逆に低温伸長性に劣るハウレンソウ品種を秋遅く播種すると出荷に適した大きさになる前に寒さで生長が止まってしまう。同じ作物でも、例えば岩手県北部のハウレンソウ栽培の場合、9月中の播種では外気温が寒じめ栽培にとって望ましい温度域になる11月後半までに出荷基準の大きさを越えて伸長してしまふことがあり、また10月下旬以降に播種すると出荷基準に達する前に生長が止まり、春先まで出荷できないことがある。この見きわめが寒じめ栽培でも最も難しい点である。作物の低温伸長性は種・品種間で大きく異なるので、地域の気候にあった作目・作型を選定するとともに、生長期の気温の年々変動への対処についても考慮しておく必要がある。低温が予想される場合や播種が遅れた場合には、先に述べた不織布を利用するほか、播種法の改良によって初期生育を促進させる手法がある²⁾。溝底播種法と呼ばれるこの方法は、播種床を平畦にせず、

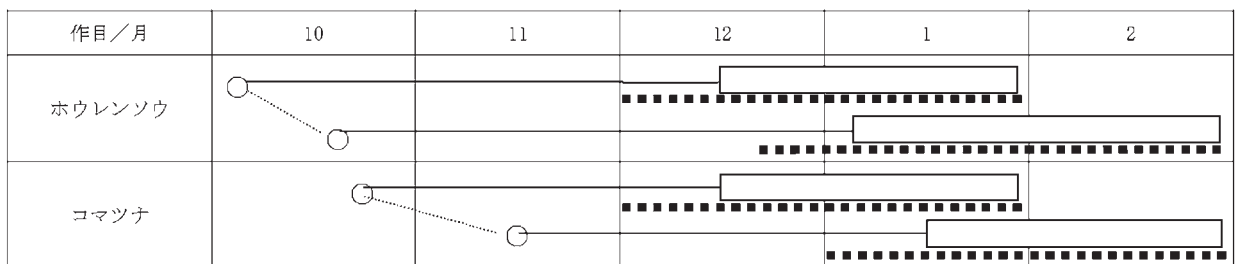


図1 ハウレンソウ・コマツナを用いた寒じめ栽培の基本的な作型 (■■■■■ ハウス開放)

畦間 10cm・高さ 5cm 程度の溝を作って谷間の位置（溝底）に播種する。播種後、不織布で被覆（べたがけ）することで畦間の地温が高く保たれ、作物の初期生育が促進される。

ハウス開放の期間は、そのときの気温にもよるが最低でも 1 週間は寒さにあてることが必要で、できれば 10 日以上が望ましい。ハウスは昼夜とも開放しておくが、降雨・降雪時や強風のときには商品価値維持の点から閉めておく。夜間の悪天候が予想されるときも同様である。その場合、ハウスは必ず日没後に閉めるようにし、天候回復時にはすみやかに開けるよう注意する。これは、ハウスを開けることで大きく低下するのは日中の最高気温および最高地温であり、夜間の最低気温および最低地温はハウスの開閉にかかわらずあまり変わらないからである（表 2）。ハウス開放の効果は日中の気温の低下にあるので、悪天候のとき以外は必ずハウスを開ける。

被覆資材は収穫 1 週間前までには外す。被覆下の植物体は水分含量が大きい傾向がある。低温順化にともなう水分含量の減少による体内成分濃縮の効果を高めるために、被覆資材は外す必要がある。

5 寒じめ栽培されたホウレンソウの成分^{3~8)}

表 1 には、2001 年 12 月に岩手県盛岡市で実施したホウレンソウの寒じめ栽培試験の結果について示した。ハウスの開閉によって内部の環境は当然変わるが、前にも述べたように最低気温・最低地温はハウスを開けていても閉めていてもあまり変わらない。大きく変化するのは最高気温・最高地温である（表 2）。この年の 12 月は気

温が平年値より低い日が続き、ホウレンソウはハウス開放前からかなりの低温にさらされていたが、それでもハウス開放によってホウレンソウ品種ミストラルの耐凍度は $-13.8 \sim -16.3^{\circ}\text{C}$ へと向上した⁹⁾。関連する形質で大きく変化したのは水分含量で、葉身・葉柄とも対照区に比べて減少した。このことは、乾物重当たりの成分量にハウス開放前後で変化がなくても、新鮮重当たりでみれば濃縮により増加していることになる。このことを念頭においてその他の形質を見ると、糖含量は葉身で対照区に比べて大きく増加し、葉柄では若干少なかったものの地上部全体では増加しており、新鮮重当たりではこれ以上の増加になっている。またアスコルビン酸含量は、乾物重当たりでは対照区に比べて若干少ないが、新鮮重当たりで見ると対照区より多い。一方、多くなると好ましくない成分とされる硝酸は葉身・葉柄とも減少し、同様の成分であるシュウ酸も若干減少した。以上から、ハウスの開放によって硝酸・シュウ酸の増加を伴わずに糖やビタミン含量が増加し、生産物の高品質化を図れることがわかる。

6 結言

寒じめ栽培は、基礎的な栽培技術の確立が不十分なまま現場への導入がすすんだ結果、生長量の確保や高品質化に必要な温度とその処理期間などについて、未だ試行錯誤が続いている。現在、関係機関で基本技術の確立に向けて研究を進めている。しかし最終的には、それぞれの地域で実践を積み重ねてそれぞれの地域の栽培基準を策定することが求められる。このことが、地域の気候や

表 1 ホウレンソウ品種ミストラルのハウス開放前後における各形質の変化（2001年）

| 測定項目 | 開放前 (12/11) | 開放後 (12/25) | 対照 (12/12) | 対照 (12/26) |
|-------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 耐凍度 (LT50: °C) | -13.8 | -16.3 | -13.8 | -12.0 |
| 葉身水分量 (g g-1 dw) | 7.07 | 4.83 | 7.50 | 5.92 |
| 葉柄水分量 (g g-1 dw) | 8.30 | 6.74 | 8.70 | 6.99 |
| 葉柄糖度 (brix: %) | 7.0 | 9.2 | 7.0 | 8.8 |
| 葉身糖含量 (mg g-1 dw) | 51 | 91 | 未測定 | 48 |
| 葉柄糖含量 (") | 125 | 139 | " | 156 |
| 葉身アスコルビン酸含量 (") | 7.4 | 6.9 | " | 7.4 |
| 葉柄アスコルビン酸含量 (") | 1.9 | 1.5 | " | 1.7 |
| 葉身硝酸含量 (") | 8.3 | 3.9 | " | 10.0 |
| 葉柄硝酸含量 (") | 48 | 26 | " | 43 |
| 葉身シュウ酸含量 (") | 84 | 69 | " | 84 |
| 葉柄シュウ酸含量 (") | 21 | 16 | " | 22 |

表 2 ホウレンソウ採取前 5 日間のハウス内気温および外気温の平均値（2001 年）

| | 最高気温 (°C) | 最低気温 (°C) | 平均気温 (°C) |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| 開放前 (12/6~10) | 13.1 | -3.0 | 1.7 |
| 開放後 (12/20~24) | 5.0 | -4.7 | -0.6 |
| 対照区 (12/21~25) | 12.9 | -4.0 | 1.6 |

その年々の変動に左右されやすいこの栽培技術の難しい点である。

摘要

高品質な冬野菜の生産方法である寒じめ栽培法を概説した。寒じめ栽培法は、ハウス内で収穫期まで育てた葉菜類を、ハウスを開放することで外気の寒さにあて、糖やビタミンの含量を高める方法である。硝酸やシュウ酸の含量は大きく増えることはなく、減少することもある。ハウスの開放を継続することで、収穫を2週間から1か月程度継続できる。耐寒性のあるホウレンソウやコマツナなどを用い、冬の寒さと越冬作物が持つ低温順化機構とを利用することで、寒冷地の気候を生かして冬場に高品質な野菜を生産することが可能である。

引用文献

- 1) 青木和彦. 1996. 低温を利用した野菜の品質向上. 農業技術大系野菜編. 12:32の2-7
- 2) 小沢 聖. 1997. 寒冷地べたがけ溝底播種冬どり栽培. 農業技術大系野菜編 56:4-56の15
- 3) 青木和彦・小沢 聖・吉田光二. 1997. ホウレンソウの低温伸長性と品質関連成分の変動との関係. 東北農業研究. 50:191-192
- 4) 青木和彦・深井誠・森山真久. 2002. 冬作ホウレンソウの硝酸・シュウ酸含量と気温・地温との関係. 日本土壌肥料学会東北支部 2002 年度大会講演要旨:6
- 5) 加藤忠司・小沢 聖・青木和彦・山西弘恭. 1994. 冬季ハウス栽培野菜の低温処理による各種ビタミン含有量の向上. 東北農業研究. 47:317-318
- 6) 加藤忠司・青木和彦・山西弘恭. 1995. 冬期ハウス栽培ホウレンソウのビタミンC, β カロテン, トコフェロールおよびシュウ酸含有量に対する外気低温の影響. 土肥誌. 66:563-565
- 7) 加藤忠司・小沢 聖・青木和彦. 1996. ホウレンソウ (*Spinacia oleracea* L.) における水分含有率と品質関連成分の関係. 土肥誌. 67:186-189
- 8) 加藤忠司・小沢 聖. 1996. 寒さを生かした寒冷地ハウスホウレンソウの成分品質の向上. 農業および園芸. 71:409-412
- 9) 森山真久・青木和彦・菅野洋光. 2002. 無加温ハウス栽培した冬作ホウレンソウの耐凍生とハウス内気温との関係. 農業環境工学関連4学会 2002 年合同大会講演要旨:163