

ハウス栽培ホウレンソウの夏期作の生育を改善させる作付体系

森山真久

(農研機構東北農業研究センター)

要旨：ハウス栽培(雨よけ)ホウレンソウは、東北地方北部における野菜作の主要品目のひとつであり、冬季を除いて年間4作から5作される。このうち、7月から9月に作付けられる夏期作(2作)は収量が低く、その要因の一つには連作障害があると思われる。そこで、連作を避ける作付体系によって夏期作の収量性を改善させる方法を検討した。すなわち、慣行の連作体系で夏期作の「前作」となっているホウレンソウの春期作(4月から6月の2作)の代替として、野菜類5品目(エダマメ、サヤインゲン、ゴボウ、ニンジン、コマツナ)と休閑とを組み合わせた8つの作付体系を設定し、それらの導入が夏期作ホウレンソウの生育に及ぼす影響を調査した。その結果、次のことが明らかとなった。第一に、夏期作ホウレンソウ2作のうち、1作目の地上部乾物重は、春期作をエダマメ、サヤインゲン、ゴボウ、ニンジンおよび休閑とする5体系で、連作体系より増加した。第二に、同じく夏期作ホウレンソウ1作目の地上部乾物重は、ホウレンソウの春期作を2作から1作に減らし、残りの1作分の期間をコマツナあるいは休閑とする3体系では、連作体系と同等であった。第三に、夏期作ホウレンソウ2作目の地上部乾物重は、生育初期の一部を除き、8体系と連作体系との差異は認められなかった。

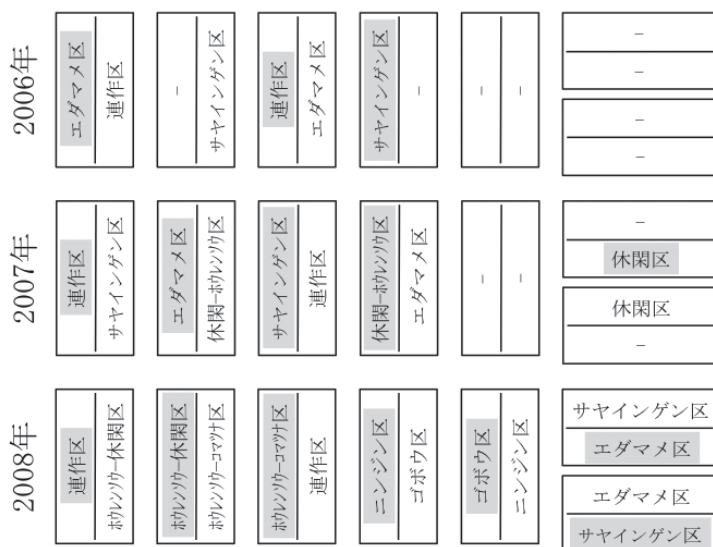
キーワード：雨よけ栽培、前作、ホウレンソウ、輪作、連作。

東北地方北部太平洋側の、沿岸部から内陸中山間にかけての地域では、夏季冷涼な気候を活かした雨よけホウレンソウ栽培(ハウス土耕栽培)が盛んである。周年生産されるが、出荷量が多いのは栽培適期である春期(5月から6月)と秋期(10月から11月)である。冬期(12月から3月)は作付け自体が少ない。その一方で夏期(7月から9月)は、作付け自体は多いものの、収量が低いため、出荷量がともなわずに需要を満たしていない。この夏期作の安定生産が課題となっている。

夏期作ホウレンソウが低収量であることの主な要因は、近年の夏秋季の高温傾向と、ホウレンソウ萎凋病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *spinaciae* : 土壤伝染性病害)の多発にある。ホウレンソウの生育適温は15~20℃(香川 1972)であるのに対し、ホウレンソウ萎凋病菌の生育至適温度は25~30℃(内記 1984)であるため、概して高温の年ほど減収し、ホウレンソウ萎凋病の被害も大きい。また、近年の夏期作向け品種は播種から収穫までの日数がこれまでの品種より長くなる傾向があり、このことも生育期間中の病虫害の増大を招く要因となっている。出荷量の減少は、これらの要因が複合することによって生じていると思われる。しかし一方で、生産現場では年に4回から5回の作付けを毎年繰り返していることから、低収量の背景には連作障害があるのではないかという懸念が、生産者をはじめとする関係者には共有されている。しかし、ホウレンソウの収量形成に関わる要因は、前述した気温や病虫害のみならず、日射量、土壌特性、施肥量、灌水量等多岐にわたり、それらが相互に関連しているため、連作の影響のみを抽出して評価することが難しい。

生産現場ではホウレンソウ萎凋病を抑えるため、土壤燻蒸剤を用いた土壌消毒を作付け前に一律に行うことが既定の栽培手順となっている。しかし、農業に依存しない生産体系への希求は、多くの生産者に根強く存在する。連作を避ける作付体系によってそれが可能か否かの検討は、ごくわずかにしか行われていない。

連作を避ける作付体系としては、他品目と輪作する体系か、ある程度の期間の休閑を組み込む体系が考えられる。ホウレンソウと他品目との輪作に関するこれまでの研究では、夏期作(7月から9月)の代替としてタイサイまたはサントウサイを取り入れる体系(農林水産技術会議事務局 1976)や、春期作(4月から5月)においてスイートコーンとの混作を行う方法(東京都農業試験場園芸部 1995)、また、秋冬作ホウレンソウの前作にギニアグラスを導入する体系(上田ら 2005)が検討されている。しかし、本試験が対象とする生産現場ではホウレンソウの夏期出荷量を増やすことが求められており、夏期作は維持しなければならない。加えて、現行の栽培手順では、収穫終了後に全面灌水と耕起を行い、続いて施肥、混和、整地の後、播種機によって高栽植密度の全面播種を行っているため、混作や間作はできない。そこで本試験では、夏期作の「前作」である春期作ホウレンソウ2作分の生育期間(4月から6月の3か月間)に栽培可能な作物を、夏期作ホウレンソウとの輪作体系を組む品目として検討した。ホウレンソウ生産者の持つ設備や機械を活かすには野菜類の利用が適当であり、その中からホウレンソウの生育を改善したり病害を軽減したりするような輪作効果の得られる品目を探索し、有望なものについて、その効果を定量的に評価することを試



第1図 処理区（春期前作）のハウス7棟への割り付け。

ここに示した前作のあとに、調査対象となる夏期作ハウレンソウを2作した。

試験は2反復（第1区および第2区）で行い、第2区について灰色の背景色で示した。

「-」は別の試験で使用したことを示す。

実際のハウス間の距離や位置関係とは異なる。上方が北。

第1表 2006年の試験の処理とその耕種概要。

処理区	作期	
	春期（前作）	夏期（調査対象）
連作区	ハウレンソウ ¹⁾ → ハウレンソウ ²⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
エダマメ区	エダマメ ⁵⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
サヤインゲン区	サヤインゲン ⁶⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾

¹⁾ 品種「アクティブ」、4月13日播種、5月22日収穫。施肥量 N-P-K = 1.0-1.0-1.0 kg a⁻¹。別途、牛ふんバーク堆肥 300 kg a⁻¹（前年秋、全窒素含量約 1 kg a⁻¹）および転炉滓石灰 2 kg a⁻¹ 施用。

²⁾ 品種「プリウス」、5月30日播種、6月29日収穫。施肥量 0.5-0.5-0.5 kg a⁻¹。

³⁾ 品種「プリウス」、7月18日播種、8月31日収穫。施肥量 0.5-0.5-0.5 kg a⁻¹。播種前後灌水量 (mm)：72 (7月7日)、24 (7月14日)、24 (7月18日)。

⁴⁾ 品種「プリウス」、9月12日播種、10月26日収穫。施肥量 0.25-0.25-0.25 kg a⁻¹。播種前後灌水量 (mm)：24 (9月4日)、36 (9月5日)、60 (9月8日)、48 (9月12日)。

⁵⁾ 品種「英音」、4月20日播種、7月5日収穫。施肥量は1)と同じ。

⁶⁾ 品種「チャーリー」（つるなし一斉着莢型品種）、4月20日播種、6月26日収穫。施肥量は1)と同じ。灌水量は灌水時間から算出した推定値。

みた。加えて、春期作の期間を休閑とする体系についても、生産物は得られないが、出荷量の多い春期作と少ない夏期作との生産調整を図るという点で有用と考え、そのハウレンソウ夏期作への効果の有無を検証した。

材料と方法

1. 試験設計の概要

試験は東北農業研究センター（岩手県盛岡市）のハウス7棟（間口4.5 m × 奥行き10 m、妻面および側窓の構造を有するパイプハウス、PO フィルム使用）において2006年から2008年に実施した。試験は2反復で行った。試験区の設定は、ハウスを短辺方向に2分割して2ブロックとし、そのうちの1ブロック全体を1処理の1反復に当てるようにした（1ハウス2試験区）。各処理区の配置は、処理ごとの反復を別々のハウスに、かつ異なる向きブロックに割り当てるようにした（第1図）。

作期の呼称について、本試験では、7月から10月初めまでを夏期作、4月から6月を春期作とした（2006年の夏期作については、ハウレンソウの生育の遅れのため10月下旬まで調査）。春期作の作期中に各種の前作処理を行い、引き続き夏期作にハウレンソウを2作した。その作付け方法、供試品種および施肥量について、第1表から第3表に年次ごとに示した。休閑を取り入れる処理については、春期作期間全体を休閑とする処理と、前半あるいは後半を休閑として残りの期間はハウレンソウを1作する処理とを設けた。各処理区の呼び名は、春期作にハウレンソウを2作する処理（慣行の栽培体系）を連作区とし、それ以外の処理区は、作物名あるいは「休閑」をそのまま用いて表記した。

2. 栽培方法

全ての作付けについて、播種に先立ち、ハウス全面に灌水し耕起を行った。次いで、短辺（妻面）の中点を結ぶ幅

第2表 2007年の試験の処理とその耕種概要.

処理区	作期	
	春期(前作)	夏期(調査対象)
連作区	ハウレンソウ ¹⁾ → ハウレンソウ ²⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
休閑-ハウレンソウ区	休閑 → ハウレンソウ ²⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
エダマメ区	エダマメ ⁵⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
サヤインゲン区	サヤインゲン ⁶⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
休閑区	休閑	ハウレンソウ ⁷⁾ → ハウレンソウ ⁸⁾

¹⁾ 品種「アクティブ」, 4月9日播種, 5月16日収穫. 施肥量等は第1表の1)に同じ.

²⁾ 品種「プリウス」, 5月21日播種, 6月27日収穫. 施肥量 $0.5-0.5-0.5 \text{ kg a}^{-1}$.

³⁾ 品種「プリウス」, 7月11日播種, 8月17日収穫. 施肥量 $0.5-0.33-0.17 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 144 (7月9日), 120 (7月11日). 中途灌水量 (mm): 36 (7月25, 26, 27日に12 mmずつ).

⁴⁾ 品種「プリウス」, 8月28日播種, 10月4日収穫. 施肥量 $0.25-0.17-0.08 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 84 (8月20日), 48 (8月28日). 中途灌水量 (mm): 24 (9月2日).

⁵⁾ 品種「英音」, 4月16日播種, 7月5日収穫. 施肥量は1)に同じ.

⁶⁾ 品種「チャーリー」, 4月16日播種, 6月25日収穫. 施肥量は1)に同じ.

⁷⁾ 品種「プリウス」, 7月10日播種, 8月16日収穫. 施肥量 $0.5-0.33-0.17 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 60 (6月29日), 108 (7月2日), 120 (7月10日). 中途灌水量 (mm): 36 (7月25, 26, 27日に12 mmずつ).

⁸⁾ 品種「プリウス」, 8月27日播種, 10月3日収穫. 施肥量 $0.25-0.17-0.08 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 84 (8月20日), 48 (8月27日). 中途灌水量 (mm): 24 (9月1日).

灌水量は灌水時間から算出した推定値.

第3表 2008年の試験の処理とその耕種概要.

処理区	作期	
	春期(前作)	夏期(調査対象)
連作区	ハウレンソウ ¹⁾ → ハウレンソウ ²⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
ハウレンソウ-休閑区	ハウレンソウ ¹⁾ → 休閑	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
ハウレンソウ-コマツナ区	ハウレンソウ ¹⁾ → コマツナ ⁷⁾	ハウレンソウ ³⁾ → ハウレンソウ ⁴⁾
エダマメ区	エダマメ ⁸⁾	ハウレンソウ ⁵⁾ → ハウレンソウ ⁶⁾
サヤインゲン区	サヤインゲン ⁹⁾	ハウレンソウ ⁵⁾ → ハウレンソウ ⁶⁾
ゴボウ区	ゴボウ ¹⁰⁾	ハウレンソウ ⁵⁾ → ハウレンソウ ⁶⁾
ニンジン区	ニンジン ¹¹⁾	ハウレンソウ ⁵⁾ → ハウレンソウ ⁶⁾

¹⁾ 品種「アクティブ」, 4月8日播種, 5月15日収穫. 施肥量等は第1表の1)に同じ.

²⁾ 品種「プリウス」, 5月21日播種, 6月27日収穫. 施肥量 $0.5-0.33-0.17 \text{ kg a}^{-1}$.

³⁾ 品種「プリウス」, 7月7日播種, 8月6日収穫. 施肥量 $0.5-0.33-0.17 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 84 (7月1日), 84 (7月7日).

⁴⁾ 品種「プリウス」, 8月25日播種, 10月1日収穫. 施肥量 $0.25-0.17-0.08 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 72 (8月18日), 24 (8月25日). 中途灌水量 (mm): 24 (9月11日).

⁵⁾ 品種「プリウス」, 7月8日播種, 8月14日収穫. 施肥量 $0.5-0.33-0.17 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 84 (7月4日), 84 (7月8日).

⁶⁾ 品種「プリウス」, 8月26日播種, 10月2日収穫. 施肥量 $0.25-0.17-0.08 \text{ kg a}^{-1}$. 播種前後灌水量 (mm): 72 (8月18日), 24 (8月26日). 中途灌水量 (mm): 24 (9月12日).

⁷⁾ 品種「せいせん7号」, 5月21日播種, 6月20日収穫. 施肥量は2)に同じ.

⁸⁾ 品種「英音」, 4月10日播種, 7月3日収穫. 施肥量は1)に同じ.

⁹⁾ 品種「チャーリー」, 4月10日播種, 6月26日収穫. 施肥量は1)に同じ.

¹⁰⁾ 品種「新ゴボウ」, 4月9日播種, 7月3日収穫. 施肥量は1)に同じ.

¹¹⁾ 品種「ペーターリッチ」, 4月9日播種, 7月3日収穫. 施肥量は1)に同じ.

灌水量は灌水時間から算出した推定値.

60 cmの通路を設け, その両側に試験区 (1 m × 9 m) を設定した (第1図). その後, 試験区部分に施肥をして再度耕起を行い, 整地した. 種子は直播きし, エダマメおよび

サヤインゲンについては1か所に2粒播種して間引かずに生育させ, それ以外の作物については1か所に3粒播種して1個体に間引いた. 栽植密度は, ハウレンソウおよびコ

マツナは 100 個体 m^{-2} (10 cm × 10 cm), エダマメおよびサヤインゲン は 25 個体 m^{-2} (40 cm × 20 cm, 株当たり 2 個体), ゴボウは 25 個体 m^{-2} (40 cm × 10 cm), ニンジン は 50 個体 m^{-2} (20 cm × 10 cm) とした。灌水量 (第 1 表から第 3 表) は, 平成 16 年度野菜栽培技術指針 (岩手県 2004) に示された指標 (播種前 30~50 mm, 播種後 5~10 mm) を上回る量を施し, 処理の違いによる土壌水分量の差異が生じないよう配慮した。農薬は使用しなかった。タネバエ被害軽減のため, 捕虫粘着テープ (一色本店社: トルシーロール黄色) を使用した。ハウス側窓は, 灌水時以外は常時開放とした。作付け終了後は, ハウレンソウおよび前作物とも, 全ての個体を抜き取って持ち出した。また, 夏期作終了後から翌年の春期作開始前の期間には, ハウス全面にエンバクを播種して均一栽培を行い, エンバクは抜き取って持ち出した。

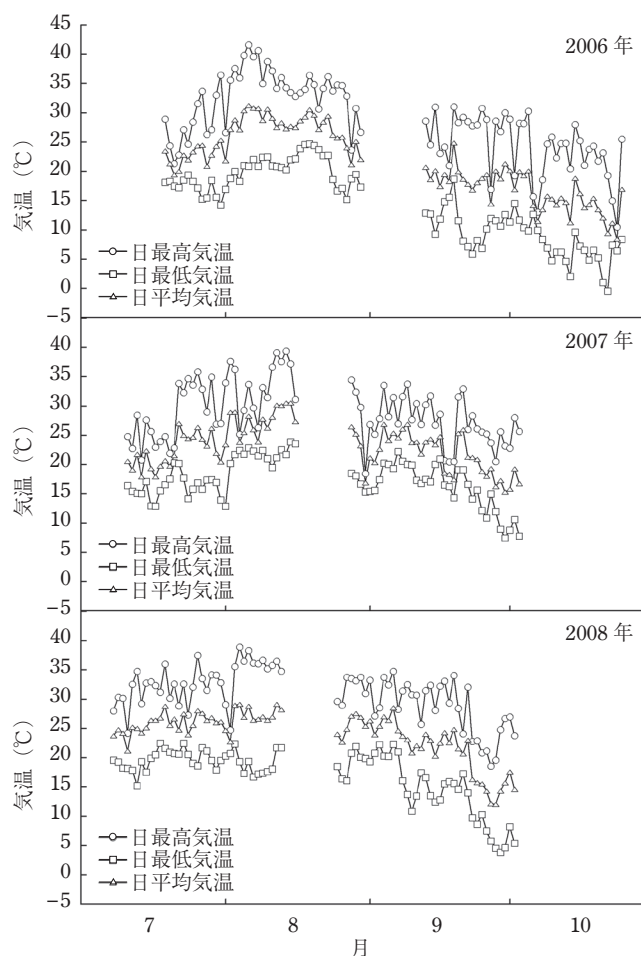
3. 調査方法

ハウレンソウの生育調査は以下のとおり行った。植物体の採取は, 草丈が出荷基準の 25 cm になるまで, 播種後 9 日目から 1 週間ごとに 4 回から 6 回行った。採取は, 試験区外周部分を除いた, 生育中庸でかつ欠株がなく群落状態が維持されている部分を対象として行った。調査個体 (10 個体) は, 直根をできるだけ残すように掘り上げ, 草丈と生体重 (地上部および根部) を測定後, 80℃ で約 72 時間乾燥させ, 乾物重を測定した。

本試験のような, 前作が後作に及ぼす影響を見る試験においては, 前作終了後に「肥料抜き」を意図した作付けを行うことができず, 土壌養分量を均一にするのは難しい。そこで, 植物体の窒素栄養状態の指標となる, ハウレンソウ葉柄汁液の硝酸イオン濃度を調査することで, 処理間差異の有無を検証した。調査個体 (5 個体) から最大葉の葉柄を採取し, チャック付きポリ袋に入れて -18℃ にて凍結させた。これを室温にて融解させ, 植物体組織をポリ袋の上から押しつぶして汁液を得た。この汁液を脱塩水にて適宜希釈し, その硝酸イオン濃度を反射式分光光度計 (メルク社: RQflex 10) にて測定した。

前作として栽培したエダマメ, サヤインゲンおよびコマツナについては, 収穫期の調査を以下のとおり行った。エダマメ (2006 年のみ調査) については 1 区あたり 167~170 個体, サヤインゲン (2006 年のみ調査) については 1 区あたり 40~44 個体を試験区外周部分以外から採取し, 莢生体重を測定した (エダマメについては不稔莢を除き, サヤインゲンについては出荷に適さない短い莢を除いた)。コマツナ (2008 年のみ調査) については, 1 区あたり 10 個体をハウレンソウと同様に採取し, 地上部生体重を測定した。なお, ゴボウおよびニンジンについては, 達観による生育状況の把握のみを行った。また, 春期作ハウレンソウについては, 夏期作と同じ調査を 3 か年とも行った。

ハウス内の気温測定は, 強制通風型放射よけ (自作) に



第2図 ハウレンソウ夏期作栽培期間中のハウス内気温の推移。
1日ごとの最高, 最低, 平均気温について, 全ハウスの平均値を示す。

温度データロガー (ティアンドデイ社: TR-52) を取り付け, 地表から 50 cm の高さで行った。測定値は, あらかじめ標準温度計 (安藤計器製工所社: 二重管標準温度計) との対比によって個々のロガーごとに求めておいた回帰式によって補正し, 集計した。測定は全てのハウスで行い, 結果にはそれらの平均値を示した。

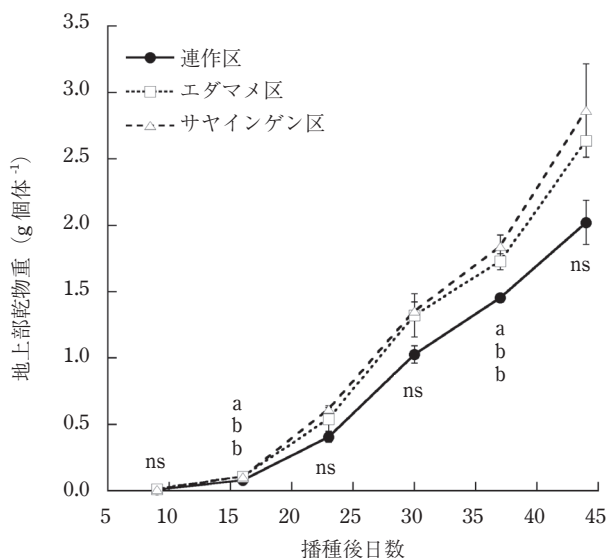
4. 統計解析

統計解析は各処理を因子とする一元配置分散分析を行い, F 値に 5% 水準での有意性が認められた実験について, Fisher の LSD 法 (2006 年: 3 因子) または Tukey 法 (2007 年: 5 因子, 2008 年: 7 因子) により処理間の比較を行った。

結 果

1. 前作として栽培した作物の生育状況

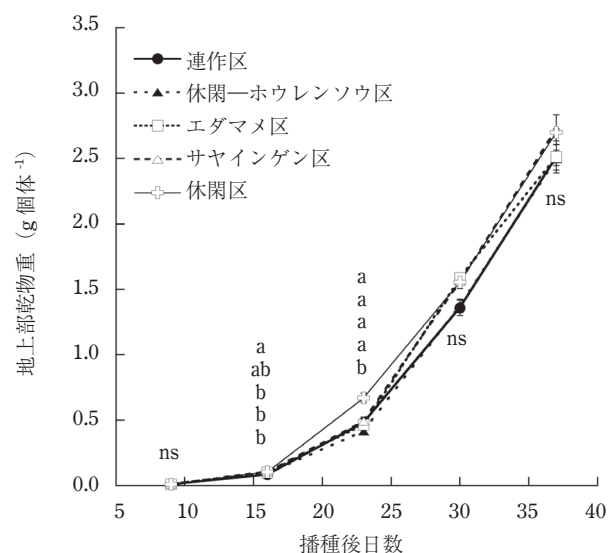
春期作の期間に栽培したエダマメ, サヤインゲンおよびコマツナについては, いずれも夏期作ハウレンソウの栽培開始前に収穫を終えることができた (第 1 表から第 3 表)。エダマメおよびサヤインゲンの莢生体重 ($kg a^{-1} \pm$ 標準誤差, 2006 年) は, それぞれ 98.1 ± 8.1 ($n=2$) および



第3図 ホウレンソウ品種「プリウス」の各処理区における夏期1作目の地上部乾物重の推移 (2006年).

平均値 ± 標準誤差 (n=2).

同一のローマ字のない処理区間には Fisher の LSD 法により危険率 5% で有意差あり. 文字の縦方向の配置順は凡例のそれと同じ. ns は, 分散分析の F 値が有意でないか, Fisher の LSD 法により有意差のないことを示す.



第4図 ホウレンソウ品種「プリウス」の各処理区における夏期1作目の地上部乾物重の推移 (2007年).

平均値 ± 標準誤差 (n=2).

同一のローマ字のない処理区間には Tukey 法により危険率 5% で有意差あり (休閑区の播種日は, それ以外の4区より1日早い). 文字の縦方向の配置順は凡例のそれと同じ. ns は, 分散分析の F 値が有意でないか, Tukey 法により有意差のないことを示す.

165.8 ± 9.9 (n=2) であった. コマツナの地上部生体重 ($\text{kg a}^{-1} \pm$ 標準誤差, 2008年) は 230.6 ± 14.6 (n=2) であった. 平成16年度野菜栽培技術指針 (岩手県2004) によれば, 標準収量はエダマメが $60 \sim 80 \text{ kg a}^{-1}$, サヤインゲンが 100 kg a^{-1} , コマツナが $150 \sim 200 \text{ kg a}^{-1}$ である (エダマメおよびサヤインゲンは露地栽培). 本試験でのこれら3品目の実収量は, 標準収量と同等かそれ以上であったと思われる.

エダマメおよびサヤインゲンについては, 2007年および2008年は調査を行わなかったが, 達観では2006年と同等の生育であった. また, 2008年のゴボウおよびニンジンについても調査を行わなかったが, 生育は順調であり, 夏期作ホウレンソウの栽培開始前に収穫物が得られた. 春期作ホウレンソウについては, 3か年とも生育は順調で, 病虫害はほとんど認められなかった (結果省略).

2. 夏期作ホウレンソウ栽培期間中のハウス内気温

夏期作期間中のハウス内気温の推移について第2図に示した. 1作目作期中の平均気温は2006年が 24.8°C , 2007年が 23.8°C , 2008年が 24.3°C であった. また, 日最高気温は3か年とも, 作期中はおおむね 30°C を上回り, 40°C を超える日もあった. これは, $15 \sim 20^\circ\text{C}$ が生育適温 (香川1972) とされるホウレンソウにとってはかなりの高温であった. 一方, 2作目作期中の平均気温は, 2006年は作付け期間が10月下旬におよんだために 15.5°C と低かったが, 2007年および2008年はそれぞれ 20.6°C および 20.4°C で, ほぼ同じであった. これは1作目に比べると $3 \sim 4^\circ\text{C}$ 低く,

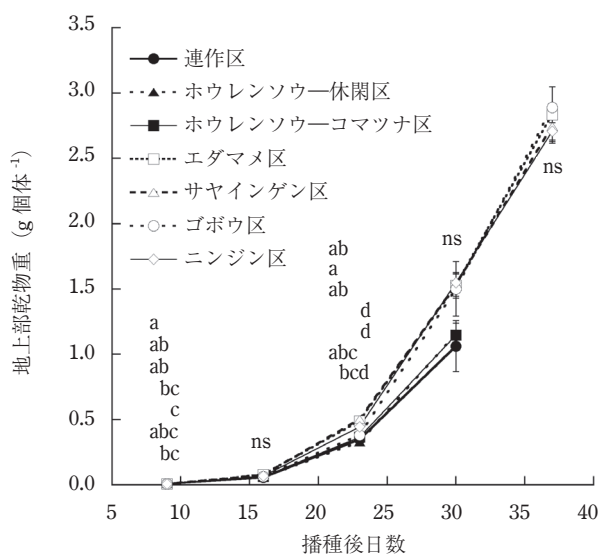
生育適温に近い. しかし, 日最高気温は3か年とも, 作期前半は 30°C 前後で推移し, 35°C に達する日もあった. すなわち, 2作目についても, 生育前半は生育適温よりもかなり高温であった.

3. ホウレンソウ夏期1作目の生育

ホウレンソウ夏期1作目の地上部乾物重の推移を, 試験年次別に第3図から第5図に示した. 個体あたりの乾物重は, おおむね $1.1 \sim 1.5 \text{ g}$ で, 夏期作の目標収量である 100 kg a^{-1} に相当する (植物体の乾物率によって異なる).

2006年 (第3図) は, エダマメ区およびサヤインゲン区が, 9日目から44日目までの生育期間全体にわたって連作区より大きい傾向で推移した (16日目および37日目には有意差あり). その一方で病虫害の発生は, ホウレンソウ萎凋病を含めて, いずれの処理区においてもわずかであった (観察による確認のみで, 定量的な調査は行わなかった). また, 何らかの生育障害の徴候も, 連作区をはじめいずれの処理区にも認められなかった. それにもかかわらず, 連作区の地上部乾物重は他の2区より小さい傾向を示した.

根乾物重は, 16日目から44日にかけて, エダマメ区およびサヤインゲン区が連作区より大きい傾向で推移し, 23日目においては有意差が認められた (図表省略, 16日目においてはエダマメ区と連作区との間に有意差があり, 44日目においてはサヤインゲン区と連作区との間に有意差があった). 草丈は, 9日目から44日にかけて, エダ



第5図 ハウレンソウ品種「プリウス」の各処理区における夏期1作目の地上部乾物重の推移(2008年).

平均値±標準誤差(n=2).

同一のローマ字のない処理区間にはTukey法により危険率5%で有意差あり(連作区, ハウレンソウ-休閑区およびハウレンソウ-コマツナ区の3区の播種日は, それ以外の4区より1日早い). 文字の縦方向の配置順は凡例のそれと同じ. nsは, 分散分析のF値が有意でないか, Tukey法により有意差のないことを示す. 連作区, ハウレンソウ-休閑区およびハウレンソウ-コマツナ区の37日目については, 虫害による個体数不足のため調査なし.

マメ区およびサヤインゲン区が連作区より大きい傾向で推移し, 16日目, 37日目および44日目においては有意差が認められた(第4表, 44日目のみ記載).

2007年の地上部乾物重(第4図)は, 9日目から37日目までの生育期間全体にわたって, エダマメ区, サヤインゲン区および休閑区が連作区および休閑-ハウレンソウ区より大きい傾向で推移した. その一方で病虫害の発生は, ハウレンソウ萎凋病を含めて, いずれの処理区においても少なく(観察による確認のみ), 生育障害の徴候も認められなかった. それにもかかわらず, 連作区および休閑-ハウレンソウ区の地上部乾物重は他の3区より小さい傾向を示した.

根乾物重は, 休閑区が他の4区より小さい傾向を示したが, 有意差は認められなかった(図表省略). 草丈は, 休閑区が生育期間全体にわたって他の4区より大きい傾向で推移し, エダマメ区およびサヤインゲン区が同水準でそれに続き, 連作区および休閑-ハウレンソウ区は同水準で他の3区より小さい傾向で推移した(第4表, 37日目のみ記載, 16日目においては休閑区と連作区との間に有意差あり). 休閑-ハウレンソウ区は, 地上部乾物重, 根乾物重および草丈のいずれの生育指標についても, 連作区と同水準であった.

2008年の地上部乾物重(第5図)は, 9日目から30日目にかけて, エダマメ区, サヤインゲン区, ゴボウ区およびニンジン区が他の3区より大きい傾向で推移した. 37日目は, 連作区, ハウレンソウ-休閑区およびハウレンソウ

第4表 ハウレンソウ品種「プリウス」の収穫期における草丈(cm).

年次・作期 (生育日数) ¹⁾	連作区	—	—	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2006・1作目 (44日目)	15.5 ^a	—	—	19.5 ^b	20.5 ^b	—	—
2006・2作目 (44日目)	17.0 ^{ns}	—	—	18.8 ^{ns}	17.5 ^{ns}	—	—
	連作区	休閑- ハウレンソウ区	休閑区 ²⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2007・1作目	21.8 ^{ns}	22.2 ^{ns}	27.7 ^{ns}	24.5 ^{ns}	23.9 ^{ns}	—	—
2007・2作目	20.7 ^{ns}	20.0 ^{ns}	24.2 ^{ns}	21.4 ^{ns}	20.9 ^{ns}	—	—
	連作区 ²⁾	ハウレンソウ- 休閑区 ²⁾	ハウレンソウ- コマツナ区 ²⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	ゴボウ区	ニンジン区
2008・1作目 (30日目) ³⁾	14.1 ^{ns}	13.9 ^{ns}	14.4 ^{ns}	19.0 ^{ns}	19.3 ^{ns}	16.0 ^{ns}	18.3 ^{ns}
2008・1作目	— ⁴⁾	— ⁴⁾	— ⁴⁾	23.4 ^{ns}	23.4 ^{ns}	21.4 ^{ns}	23.5 ^{ns}
2008・2作目	19.2 ^{ns}	18.3 ^{ns}	18.8 ^{ns}	20.9 ^{ns}	20.4 ^{ns}	19.4 ^{ns}	19.8 ^{ns}

同一のローマ字のない処理区間にはFisherのLSD法(2006年)により危険率5%で有意差あり. nsは, 分散分析のF値が有意でないか, FisherのLSD法(2006年)あるいはTukey法(2007年および2008年)により有意差のないことを示す.

¹⁾ 日数表示のないものは37日目.

²⁾ 播種日が他の4区より1日早い.

³⁾ 7処理区間の比較のため30日目について記載.

⁴⁾ 虫害による個体数不足のため調査なし.

第5表 ホウレンソウ品種「プリウス」の夏期2作目における生育初期および収穫期の地上部乾物重 (g 個体⁻¹).

年次 (生育日数)	連作区	—	—	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2006 (16日目)	0.037 ^a	—	—	0.043 ^b	0.042 ^b	—	—
2006 (44日目)	1.83 ^{ns}	—	—	1.97 ^{ns}	1.92 ^{ns}	—	—
	連作区	休閒— ホウレンソウ区	休閒区 ¹⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2007 (16日目)	0.048 ^{ns}	0.045 ^{ns}	0.057 ^{ns}	0.046 ^{ns}	0.048 ^{ns}	—	—
2007 (37日目)	1.91 ^{ns}	2.09 ^{ns}	2.05 ^{ns}	1.96 ^{ns}	2.21 ^{ns}	—	—
	連作区 ¹⁾	ホウレンソウ— 休閒区 ¹⁾	ホウレンソウ— コマツナ区 ¹⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	ゴボウ区	ニンジン区
2008 (9日目)	0.0063 ^a	0.0068 ^a	0.0065 ^a	0.0108 ^b	0.0106 ^b	0.0103 ^b	0.0107 ^b
2008 (37日目)	1.96 ^{ns}	2.39 ^{ns}	2.02 ^{ns}	2.08 ^{ns}	2.02 ^{ns}	1.99 ^{ns}	1.90 ^{ns}

同一のローマ字のない処理区間には Fisher の LSD 法 (2006 年) あるいは Tukey 法 (2008 年) により危険率 5% で有意差あり. ns は, 分散分析の F 値が有意でないか, Fisher の LSD 法 (2006 年) あるいは Tukey 法 (2007 年および 2008 年) により有意差のないことを示す.

¹⁾ 播種日が他の 4 区より 1 日早い.

ーコマツナ区において, 出芽期に受けたコオロギ類による食害のために個体数が減り, 群落部分での採取・調査ができなかったが, 他の 4 区は順調な生育を示した. いずれの処理区も, ホウレンソウ萎凋病を含めて病害の発生は少なく (観察による確認のみ), 生育障害の徴候も認められなかった. それにもかかわらず, 連作区, ホウレンソウ-休閒区およびホウレンソウ-コマツナ区の地上部乾物重は他の 4 区より小さい傾向を示した.

根乾物重は, 9 日目から 30 日目にかけて全区ほぼ同等であった (図表省略). 草丈は, 9 日目から 30 日目にかけて, エダマメ区, サヤインゲン区およびニンジン区がほぼ同水準で大きく, 次いでゴボウ区であり, 連作区, ホウレンソウ-休閒区およびホウレンソウ-コマツナ区はほぼ同水準で小さい傾向を示した (第 4 表, 30 日目および 37 日目について記載). ホウレンソウ-休閒区およびホウレンソウ-コマツナ区は, 地上部乾物重, 根乾物重および草丈のいずれの生育指標についても, 連作区と同水準であった.

以上, 夏期 1 作目の 3 か年の結果を総合すると, 地上部乾物重については, エダマメ区, サヤインゲン区, 休閒区, ゴボウ区およびニンジン区において, おおむね生育初期から収穫期まで大きい傾向が認められた. これらの 5 区はいずれも, 春期にホウレンソウを作付けていない処理区であった. これに対して, 連作区, 休閒-ホウレンソウ区, ホウレンソウ-休閒区およびホウレンソウ-コマツナ区は, おおむね生育初期から収穫期まで小さい傾向で推移した. これらの 4 区は春期にホウレンソウを作付けた処理区であるが, 連作区 (ホウレンソウ 2 作) と他の 3 区 (ホウ

レンソウ 1 作) との間には大きな差異は認められなかった.

4. ホウレンソウ夏期 2 作目の生育

ホウレンソウ夏期 2 作目の地上部乾物重について, 生育初期および収穫期の結果を第 5 表に示した. 2006 年は, エダマメ区およびサヤインゲン区が連作区に比べて 9 日目から 44 日目まで大きい傾向で推移したが, 有意差は 16 日目にのみ認められた. 2007 年は, サヤインゲン区が他区より大きい傾向で推移したが, 生育期間を通じて処理間に有意差は認められなかった. 2008 年は, 9 日目において, エダマメ区, サヤインゲン区, ゴボウ区およびニンジン区が他の 3 区より有意に大きかったが, 16 日目以降は処理間に有意差は認められなかった.

根乾物重は, 3 か年とも, 処理間に有意差は認められなかった (図表省略). 草丈は, エダマメ区およびサヤインゲン区は 3 か年とも他区より大きい傾向を示し, 2007 年の休閒区も大きい傾向が見られたが, 有意差は認められなかった (第 4 表, 収穫期の結果についてのみ記載).

以上, 夏期 2 作目の 3 か年の結果を総合すると, 地上部乾物重については, エダマメ区, サヤインゲン区, ゴボウ区およびニンジン区において, 生育初期には大きい場合があった. しかし, 収穫期には処理間に有意差は認められなかった.

5. ホウレンソウ植物体の硝酸イオン含量

葉柄汁液の硝酸イオン濃度について第 6 表に示した. この値に 2 分の 1 を乗ざると, 植物体地上部の硝酸イオン含

第6表 ハウレンソウ品種「プリウス」の収穫期における葉柄汁液の硝酸イオン濃度 (mg L⁻¹).

年次・作期 (生育日数) ¹⁾	連作区	—	—	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2006・1作目 (44日目)	9508 ^{ns}	—	—	7750 ^{ns}	9325 ^{ns}	—	—
2006・2作目 (44日目)	8445 ^{ns}	—	—	9008 ^{ns}	8633 ^{ns}	—	—
	連作区	休閒— ハウレンソウ区	休閒区 ²⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2007・1作目	10283 ^{ns}	10200 ^{ns}	12195 ^{ns}	10958 ^{ns}	11633 ^{ns}	—	—
2007・2作目	8870 ^{ns}	8130 ^{ns}	10300 ^{ns}	9000 ^{ns}	9290 ^{ns}	—	—
	連作区 ²⁾	ハウレンソウ— 休閒区 ²⁾	ハウレンソウ— コマツナ区 ²⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	ゴボウ区	ニンジン区
2008・1作目 (30日目) ³⁾	8563 ^{ns}	9275 ^{ns}	9025 ^{ns}	8554 ^{ns}	8828 ^{ns}	8775 ^{ns}	10063 ^{ns}
2008・2作目	8125 ^{ns}	8509 ^{ns}	8050 ^{ns}	8588 ^{ns}	7075 ^{ns}	8738 ^{ns}	8429 ^{ns}

ns は、分散分析の F 値が有意でないか、Fisher の LSD 法 (2006 年) あるいは Tukey 法 (2007 年および 2008 年) により有意差のないことを示す。

¹⁾ 日数表示のないものは 37 日目。

²⁾ 播種日が他の 4 区より 1 日早い。

³⁾ 7 処理区間の比較のため 30 日目について記載。

量にほぼ等しい (岡崎ら 2006)。これに依拠して生体重 1 kg 当たりの硝酸イオン含量を推定すると、夏期 1 作目が 3900 mg (2006 年エダマメ区)~6100 mg (2007 年休閒区)、夏期 2 作目が 3500 mg (2008 年サヤインゲン区)~5200 mg (2007 年休閒区) であった。この値は、高温期に収穫されるハウレンソウとしては標準的であり (安田 2004)、年次ごとの処理間にも、1 作目と 2 作目との間にも大きな差異はなかった。すなわち、土壤中の窒素含量が、生育の劣っていた処理区で少なかったことを示唆する所見は認められなかった。

本試験ではリンやカリウム等他成分の分析は行わなかったが、それらの要素の欠乏に由来すると思われるような生育障害は、全ての処理区において認められなかった。

6. 地上部乾物率の処理間差異

本試験を行う過程で、地上部乾物重に処理間差異が見られなくても、生体重では有意差が認められる場合のあることを見出した。これは地上部乾物率に処理間差異のあることを示す。この地上部乾物率について、夏期 1 作目の生育初期および収穫期の結果を第 7 表に示した。2006 年は、23 日目を除く 16 日目から 44 日目にかけて、エダマメ区が連作区より有意に低く推移し、サヤインゲン区も 23 日目から 44 日目にかけて連作区より有意に低く推移した。2007 年は、16 日目から 37 日目にかけて、エダマメ区およびサヤインゲン区が連作区および休閒—ハウレンソウ区より低い傾向で推移した (16 日目には処理間に有意差あり)。休閒区は、23 日目までは高い傾向で推移したが、30 日目および 37 日目においては連作区および休閒—ハウレンソウ区より低い傾向を示した。2008 年は、16 日目から 30 日

にかけて、エダマメ区が最も低く、サヤインゲン区およびニンジン区が同水準でそれに続き、次いでゴボウ区であり、連作区およびハウレンソウ—コマツナ区は高い傾向を示した。ハウレンソウ—休閒区は、16 日目から 23 日目にかけでは低かったが、30 日目には連作区およびハウレンソウ—コマツナ区に次いで高い傾向を示した。3 か年の結果を総合すると、全体的には、春期にハウレンソウを作付けた処理区では乾物率が高く、作付けなかった処理区では低い傾向が認められた。この傾向は夏期 2 作目についても認められ、2006 年の 30 日目、37 日目および 44 日目においては、エダマメ区およびサヤインゲン区が連作区より有意に低かった (図表省略)。

考 察

1. 春期作でのハウレンソウの作付けが夏期作ハウレンソウの生育に及ぼす影響

本試験の結果から、春期にハウレンソウを作付けた前歴があると、後作となる夏期 1 作目のハウレンソウの生育が不良となる傾向のあることがわかった。この傾向は、おおむね生育初期から収穫期まで見られたが、その一方で病虫害や生育障害の徴候は認められなかった。このことと、ハウレンソウの在圃期間が 40 日前後と短いことを考慮すると、初期生育の不良がその後の収穫期までの低収量につながっていたと推察される。この初期生育の抑制が、連作のもたらす第一義の直接的な影響であると思われる。また、春期ハウレンソウ作付け区の生育不良は、その作付けが 1 作でも 2 作でもほぼ同程度であった。このことは、春期ハウレンソウ作付けの影響が、短期間の休閒や輪作では消失しないことを示している。

第7表 ホウレンソウ品種「プリウス」の夏期1作目における生育初期および収穫期の地上部乾物率(%)。

年次 (生育日数)	連作区	—	—	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2006 (16日目)	9.18 ^a	—	—	8.38 ^b	8.53 ^{ab}	—	—
2006 (44日目)	11.9 ^a	—	—	9.69 ^b	9.92 ^b	—	—
	連作区	休閒— ホウレンソウ区	休閒区 ¹⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	—	—
2007 (16日目)	7.03 ^{bc}	7.37 ^b	8.46 ^a	6.56 ^{cd}	6.32 ^d	—	—
2007 (37日目)	8.62 ^{ns}	8.66 ^{ns}	7.88 ^{ns}	7.67 ^{ns}	8.07 ^{ns}	—	—
	連作区 ¹⁾	ホウレンソウ— 休閒区 ¹⁾	ホウレンソウ— コマツナ区 ¹⁾	エダマメ区	サヤインゲン区	ゴボウ区	ニンジン区
2008 (16日目)	7.08 ^a	6.65 ^{ab}	7.04 ^a	6.44 ^b	6.69 ^{ab}	6.79 ^{ab}	6.74 ^{ab}
2008 (30日目) ²⁾	9.41 ^a	8.87 ^{ab}	9.35 ^a	7.96 ^c	8.32 ^{bc}	8.69 ^{abc}	8.28 ^{bc}

同一のローマ字のない処理区間には Fisher の LSD 法 (2006 年) あるいは Tukey 法 (2007 年および 2008 年) により危険率 5% で有意差あり、ns は、分散分析の F 値が有意でないことを示す。

¹⁾ 播種日が他の 4 区より 1 日早い。

²⁾ 7 処理区間の比較のため 30 日目について記載。

連作のもたらす第一の影響が初期生育の抑制であるとする、生産現場で見られるホウレンソウ萎凋病をはじめとする病虫害の多発は、この抑制がその「引き金」となっていて、原因となる生物の密度の増加は二次的な要因である可能性がある。今後の検証が求められる。

夏期 2 作目についても、1 作目と同様の生育不良が、2006 年および 2008 年の生育初期においては認められた。また、2006 年には生育後半において、地上部乾物率に処理間差異が認められた。これらのことは、春期にホウレンソウを作付けた影響が夏期 2 作目にもおよんでいたことを示唆している。しかし、収穫期の地上部乾物重には有意な処理間差を検出できなかった。この要因としては、夏期 1 作目のホウレンソウの作付けが、続く 2 作目の生育に影響を及ぼしていた可能性が考えられる。実際に、3 年間の試験で、春期にホウレンソウを作付けなかったエダマメ区、サヤインゲン区、ゴボウ区、ニンジン区および休閒区について、草丈および乾物重を 1 作目と 2 作目とで比較すると、2008 年の 9 日目を除く全て調査日において、いずれの処理区も 2 作目の方が小さかった (草丈は第 4 表を、乾物重は第 3 図から第 5 図と第 5 表とを比較・参照。これら以外は図表省略)。このように、気温をはじめとする環境要因が 3 年間で異なっていたにもかかわらず同じ結果であったことは、2 作目の生育に対する 1 作目作付けの影響を示唆している。この影響のために春期作の処理効果が打ち消されたか、あるいは、生育量自体が小さくなったことで処理間差異の検出に至らなかったものと思われる。

岡部・須賀 (1999) は、農業試験場圃場 (京都府) での

試験において、夏期作ホウレンソウの前作としてホウレンソウを 3 作した連作区と、ホウレンソウ 1 作後にエダマメを作付けた輪作区とで後作ホウレンソウの生育を比較した。その結果、収穫期の生体重と乾物重には有意な処理間差は認められなかった。その一方で、京都府内の農家圃場において慣行の連作区とエダマメを導入した輪作区とを比較し、生体重および乾物重は輪作区が有意に大きかったことを報告している。この農家圃場の事例は、本試験の結果から見ると、エダマメ作付けの効果というよりは、連作を避けたことの効果に因るのではないかと推察される。連作や輪作がホウレンソウの生育量に及ぼす影響については、定量的な検討事例がこの報告の他には見当たらないため、今後の研究が望まれる。

2. 連作・輪作がホウレンソウの病虫害発生に及ぼす影響

本試験での病虫害の発生は、3 年間のいずれの処理区においても、1 作目および 2 作目とも総じて少なく、処理による差異は認められなかった (2008 年 1 作目の連作区、ホウレンソウ—休閒区およびホウレンソウ—コマツナ区の虫害を除く)。既報では、ホウレンソウ萎凋病に対する輪作の効果について、福西 (1988) および岡部・須賀 (1999) がエダマメに抑制効果を認めている。一方で成田 (2008) は、葉菜類 12 種とコカブ、ゴボウ、ニンジン、インゲンマメおよびエンバクを供試し、いずれについても抑制効果は認められなかったとしている。また、虫害に関しては、上田ら (2005) が線虫害について検討しているが、東北地域では線虫類による被害は出ていない。一方、日時・佐藤 (2007)

は、近年東北地域でも問題となっているハウレンソウケナガコナダニについて、その嗜好性をハウレンソウと他品目とで比較し、ハウレンソウと同等かそれ以上の嗜好性を示したのはミズナであり、他の品目は嗜好性が劣ったことを報告している。このことは、輪作によってハウレンソウケナガコナダニの被害が軽減する可能性を示す。

ハウレンソウの病虫害発生とそれに関わる要因（温度、土壌水分、施肥量、原因生物の密度、作付体系の影響等）については、定量的な解析結果の報告が少なく、この解明が今後の課題である。

3. 連作がハウレンソウの生育不良をもたらす要因

本試験で認められた春期ハウレンソウ作付け区の生育不良については、「自家中毒」と呼ばれる、自らが分泌した物質によって自らが生育阻害を受ける現象が関わっている可能性が考えられる。浅尾ら（2001）は、葉菜類 16 種の養液栽培において活性炭の添加区と無添加区とを設けて自家中毒発生の有無を検討した。その中でハウレンソウについては、地上部生体重および根乾物重への影響は見られず、最大根長には抑制が見られたものの、結論として自家中毒現象は認められなかったとしている。しかし、養液栽培条件下で分泌物質による生育への直接の作用は見られなくても、圃場においては、根圏土壌の物理性および化学性や土壌微生物への作用を介して間接的に影響する可能性がある。本試験では、夏期作ハウレンソウの地上部乾物率が、春期にハウレンソウを作付けなかった処理区において低い傾向を示すことを認めた。このことは、生育の良かったそれらの処理区においては根からの水分吸収に滞りがなかったことを示唆しており、その一方で、春期ハウレンソウ作付け区においては、後作ハウレンソウの水分吸収に何らかの抑制があったことを示唆する。それらの差異は、根や土壌環境の違いに起因していたと考えられる。今後検討する必要のある課題である。

一方で、「他感作用」として、前作した作物が後作のハウレンソウに影響を及ぼすことも考えられる。本試験で供試したエダマメ、サヤインゲン、ゴボウ、ニンジンおよびコマツナについては、後作のハウレンソウに生育障害の徴候は認められなかった。しかし、他の作物を用いた場合にはこの限りではなく、ナタネ（森山 2011）やダイコン（森山 2013）には、圃場試験において後作ハウレンソウへの悪影響が示唆されている。輪作体系において組み合わせる作物の選定にあたっては、他感作用の有無を実際の栽培条件

下で検証することが必要である。

以上、夏期作ハウレンソウの生育を改善させる一つの方法として、春期にハウレンソウを作付けないことが有効であることが明らかとなった。この方法の生産現場での実用性については、ある程度の規模を有する中核的な生産者の場合、代替品目の生産量が多くなることから販売先の確保がまず必要であり、速やかな導入は難しい。しかし、販売先を有していて、高価格である夏期作ハウレンソウの生産を安定させたい生産者にとっては、本報告で示した作付体系も選択肢の一つになるものと思われる。

引用文献

- 浅尾俊樹・谷口久美子・富田浩平・細木高志 2001. 葉菜類の養液栽培における自家中毒の発生とその種間差異. 園学雑 70: 519-521.
- 福西務 1988. ハウレンソウとシュンギクの萎ちょう病とその防除. 植物防疫 42: 14-18.
- 岩手県 2004. 平成16年度野菜栽培技術指針. 1-296.
- 香川彰 1972. 農業技術体系 野菜編 第7巻 ハウレンソウ. 農山漁村文化協会, 東京. 基 11, 18.
- 目時梨佳・佐藤政昭 2007. ハウレンソウケナガコナダニにおけるハウレンソウと数種他品目との嗜好性の比較. 東北農業研究 60: 183-184.
- 森山真久 2011. ハウス栽培ハウレンソウの盛夏期作の生育におよぼす冬期前作の影響. 園学研 10 (別 1): 169.
- 森山真久 2013. ハウス栽培ハウレンソウの夏期作の生育を改善させる前作作物の探索. 第14回日本有機農業学会大会資料集. 110-112.
- 内記隆 1984. ハウレンソウの土壌病害とその対策 (2). 植物防疫 38: 557-562.
- 成田恵美 2008. 他品目輪作によるハウレンソウ萎凋病の軽減効果は期待できない. 平成20年度岩手県農業研究センター試験研究成果. http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/seika/h20/h20_kenkyu08.pdf (2016/2/4 閲覧).
- 農林水産技術会議事務局 1976. 都市近郊におけるハウレンソウを主体とする軟弱野菜の多毛作技術. 実用化技術レポート. No.28.
- 岡部昭典・須賀有子 1999. エダマメを導入した輪作によるハウレンソウの連作障害軽減効果. 日作紀 68 (別 1): 38-39.
- 岡崎圭毅・建部雅子・唐澤敏彦 2006. ハウレンソウにおける汁液硝酸イオン濃度の推移および糖・シュウ酸含有率に対する養液土耕栽培の効果. 土肥誌 77: 25-32.
- 東京都農業試験場園芸部 1995. スイートコーンと葉根菜類との混・輪作技術. <http://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/3010005168> (2016/2/4 閲覧).
- 上田智子・岩崎泰史・杉山正幸・岡安正 2005. 線虫害回避のための野菜輪作体系の開発. 埼玉農総研報 4: 85-94.
- 安田環 2004. 野菜の硝酸濃度とその低減対策. 農及園 79: 647-651.

Crop Rotation System for Improving Spinach Yield in Summer : Masahisa MORIYAMA (*NARO Tohoku Agricultural Research Center, Morioka, Iwate 020-0198, Japan*)

Abstract : In the Tohoku district of Japan, spinach is cultivated 4 or 5 times from spring to autumn, but production in summer has become increasingly unreliable. The objective of this study was to establish a system of crop rotation to improve summer spinach yield without chemical treatment. Eight rotation systems were tested for the preceding cultivations in spring: immature soybean, immature kidney bean, burdock, carrot, lying fallow, lying fallow (April to mid-May) followed by spinach crop, spinach (April to mid-May) followed by a fallow period, and spinach followed by komatsuna (*Brassica rapa* L. Perviridis Group) crop. Compared with the two spring spinach cultivations (April to June) as a control, the dry matter yields of the first summer spinach crop were greater in the systems using soybean, kidney bean, burdock, carrot, and lying fallow for the entire spring. The other systems did not have any clear effect. On the other hand, differences in dry matter yield of the second summer spinach crops between the control cultivation and the eight rotation systems were small. These results indicate that a) the yields of the first summer spinach crop could be improved by avoiding spinach cultivation for the entire spring; and b) lying fallow for the half period of spring is not effective on the yield of summer spinach. Spinach cultivation should be avoided in spring to increase the yield of summer spinach.

Key words : Continuous cropping, Crop rotation, Preceding crop, Rain-sheltered cultivation, Spinach.
