

試験研究成果普及情報

部門	土壌・肥料	対象	普及
課題名：ハウレンソウの窒素吸収特性に基づいた作型別窒素施用法			
<p>[要約] ハウレンソウの作型別窒素吸収特性（目標総収量に対応した窒素吸収量、窒素無施用区の窒素吸収量、施肥窒素利用率）から求めた目標総収量を確保するための窒素施用量は春どり栽培がベッド部施肥で5 kg/10a、全面全層施肥で9 kg/10a、夏どり栽培ではベッド部施肥で7.5kg/10a、全面全層施肥で10kg/10a、秋冬どり栽培ではベッド部施肥で23kg/10aである。ベッド部施肥にすることにより、従来の全面全層施肥に対して17～20%窒素施用量を削減できる。</p>			
<p>キーワード（専門区分）肥料（研究対象）野菜類 - ハウレンソウ （フリーワード）ハウレンソウ 吸収特性 施肥窒素利用率 窒素施用量 施肥法</p>			
<p>実施機関名（主査）農業総合研究センター生産技術部野菜研究室 （協力機関）農業総合研究センター生産環境部土壌環境研究室 （実施期間）1999年度～2002年度</p>			

[目的及び背景]

ハウレンソウの春どり、夏どり、秋冬どりの3作型を対象に、生産性を確保しつつ環境への窒素負荷を最小限とした窒素施用法を明らかにする。

[成果内容]

1. 春どり栽培

- (1) 年度によって総収量は変動するが、全面全層施肥の場合は基肥窒素施用量9 kg/10 a（平成6年改訂施肥基準の75%）以上で、ベッド部施肥の場合は基肥窒素施用量7.5kg/10 a（平成6年3月改訂施肥基準の63%）で概ね目標総収量1,800kg（可販収量1,100kg/10 a ÷ 可販率60%）を確保できる（表1）。
- (2) 窒素吸収量の増加は地上部生体重とほぼ同様であり、播種後40～50日まで緩慢に増加し、それ以降収穫期まで急激に増加する（図1）。
- (3) 目標総収量1,800kg/10aに対応する植物体全体窒素吸収量は6 kg/10aと見込まれる（図2）。
- (4) 施肥窒素利用率はベッド部施肥の場合80%、全面全層施肥の場合45%程度で、窒素無施用区の窒素吸収量は1.7kgである（表2）。
- (5) 収量を確保するための好適窒素施用量は(1)式から求めることができる。目標総収量に対応した窒素吸収量を6 kg/10 a、窒素無施用区の窒素吸収量を2 kg/10 a、施肥窒素利用率をベッド部施肥80%、全面全層施肥45%とした場合、目標総収量を確保するための窒素施用量は、ベッド部施肥では5 kg/10a、全面全層施肥では9 kg/10aである((2)式)。

$$N \text{ kg/10 a} = (A \text{ kg/10 a} - B \text{ kg/10 a}) \div C \% \quad (1) \text{式}$$

但し、N：目標総収量を確保するための窒素施用量

A：目標総収量に対応した窒素吸収量 B：窒素無施用区の窒素吸収量

C：施肥窒素利用率

$$\text{ベッド部施肥} \quad N \text{ kg/10 a} = (6 \text{ kg/10a} - 2 \text{ kg/10a}) \div 80\% = 5 \text{ kg/10a} \quad (2) \text{式}$$

$$\text{全面全層} \quad N \text{ kg/10 a} = (6 \text{ kg/10a} - 2 \text{ kg/10a}) \div 45\% = 9 \text{ kg/10a}$$

- (6) 窒素施用量を好適窒素施用量の最大値の9 kg/10a、持ち出し窒素量を目標収量に対応した窒素吸収量の6 kg / 10 aとした場合、圃場の窒素収支は+ 3 kg/10aである。窒素施用量が9 kg /10a以下ならば、収穫期の土壌に施肥窒素の影響が認められるものの窒素収支の面から窒素肥

料による地下水の硝酸態窒素汚染の危険性はほとんどないと推察される（図3）。

2．夏どり栽培

- (1) 年度によって総収量は変動するが、全面全層施肥の場合は基肥窒素施用量12kg/10a（平成6年改訂施肥基準）以上で、ベッド部施肥の場合は基肥窒素施用量8kg/10a（平成6年3月改訂施肥基準の66%）で概ね目標総収量1,400kg（可販収量900kg/10a ÷ 可販率64%）を確保できる（表3）。
- (2) 窒素吸収量の増加は地上部生体重とほぼ同様であり、播種後20日頃から収穫期にかけて直線的に増加する（図4）。
- (3) 目標総収量1,400kg/10aに対応した収穫期の窒素吸収量は4～6kg/10aと見込まれる（図5）。
- (4) 施肥窒素利用率はベッド部施肥の場合40%、全面全層施肥の場合30%程度で、窒素無施用区の窒素吸収量は3kgである（表4）。
- (5) 収量を確保するための好適窒素施用量は前述の(1)式から求めることができる。目標総収量に対応した窒素吸収量を6kg/10a、窒素無施用区の窒素吸収量を3kg/10a、施肥利用率をベッド部施肥40%、全面全層施肥30%とした場合、目標総収量を確保するための窒素施用量は、ベッド部施肥では7.5kg/10a、全面全層施肥では10kg/10aである((3)式)。
- ベッド部施肥 $(6 \text{ kg}/10\text{a} - 3 \text{ kg}/10\text{a}) \div 40\% = 7.5 \text{ kg}/10\text{a}$ (3)式
- 全面全層 $(6 \text{ kg}/10\text{a} - 3 \text{ kg}/10\text{a}) \div 30\% = 10 \text{ kg}/10\text{a}$
- (6) 窒素施用量を好適窒素施用量の最大値の10kg/10a、持ち出し窒素量を目標収量に対応した窒素吸収量の4kg/10aとした場合、圃場の窒素収支は+6kg/10aである。窒素施用量が10kg/10a以下ならば、収穫期の土壤に施肥窒素の影響が認められるものの窒素収支の面から窒素肥料による地下水の硝酸態窒素汚染の危険性はあまりないと推察される（図6）。

3．秋冬どり栽培

- (1) 年度によって総収量は変動するが、ベッド部施肥の場合は基肥窒素施用量16.6kg/10a（平成6年3月改訂施肥基準の66%）で概ね目標総収量2,300kg（可販収量1,800kg/10a ÷ 可販率78%）を確保できる（表5）。
- (2) 窒素吸収量の増加は、地上部生体重とほぼ同様であり、なだらかなS字型になる（図7）。
- (3) 目標総収量2,300kg/10aに対応した収穫期の窒素吸収量は12kg/10aと見込まれる（図8）。
- (4) 施肥窒素利用率はベッド部施肥の場合30%、全面全層施肥の場合15%程度で、窒素無施用区の窒素吸収量は5kgである（表6）。
- (5) 収量を確保するための好適窒素施用量は前述の(1)式から求めることができる。目標総収量に対応した窒素吸収量を12kg/10a、窒素無施用区の窒素吸収量を5kg/10a、施肥利用率をベッド部施肥30%、全面全層施肥15%とした場合、目標総収量を確保するための窒素施用量は、ベッド部施肥では23kg/10a、全面全層施肥では47kg/10aである((4)式)。本計算値は、栽培試験結果の値を大きく上回っているが、これは収量調査時期が早過ぎたために窒素利用率が低下したことが、主な理由と考えられる。
- ベッド部施肥 $(12 \text{ kg}/10\text{a} - 5 \text{ kg}/10\text{a}) \div 30\% = 23 \text{ kg}/10\text{a}$ (4)式
- 全面全層施肥 $(12 \text{ kg}/10\text{a} - 5 \text{ kg}/10\text{a}) \div 15\% = 47 \text{ kg}/10\text{a}$
- (6) 窒素施用量を好適窒素施用量の最大値の23kg/10a、持ち出し窒素量を目標収量に対応した窒素吸収量の12kg/10aとした場合、圃場の窒素収支は+11kg/10aである。収穫後の土壤に施肥窒素の影響が認められること及び窒素収支の面から、窒素肥料による地下水の硝酸態窒素汚染の危険性が若干あると推察される（図9）。

[留意事項]

[普及対象地域]

県下全域の黒ボク土(火山灰土)の畑地帯

[行政上の措置]

主要農作物等施肥基準の改訂に活用した。

[普及状況]

[成果の概要]

表1 春どりハウレンソウの収量

試験区	基肥窒素施用量 (kg/10a)	1999年度		2000年度		2001年度		2002年度	
		総収量	同左指数	総収量	同左指数	総収量	同左指数	総収量	同左指数
窒素無施用区	0	661	53	338	13	663	26	397	13
40%区	6	1,091	87						
50%区	7.5			1,966	75				
60%区	9	1,530	122						
80%区	12	1,471	118						
標準区 (施肥基準量)	15	1,251	(100)	2,610	(100)	2,513	(100)	3,052	(100)
改善1区	7.5			2,320	89	2,795	111	2,345	77
改善2区	10			2,487	95	3,132	125	2,879	94

注1) 1999年度：野菜研究室露地圃場、品種「パンドラ」、播種1月16日、収穫3月9日。
 2000年度：野菜研究室露地圃場、品種「パンドラ」、播種2月23日、収穫4月13日。
 2001年度：野菜研究室露地圃場、品種「ミストラル」、播種1月30日、収穫4月5日。
 2002年度：野菜研究室露地圃場、品種「ミストラル」、播種1月31日、収穫4月8日。

注2) 改善区はベッド部のみ施肥、その他の区は全面全層施用である。ベッド幅120cm、通路幅60cmである。

注3) 総収量は地上部と地下部の生体重 (kg/10a) である。

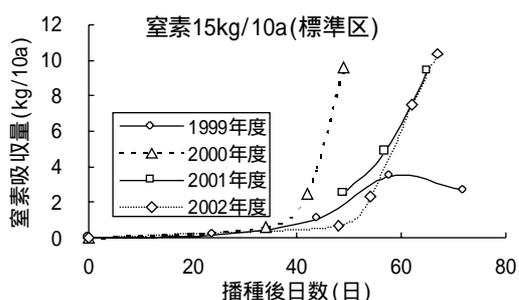


図1 春どりハウレンソウの窒素吸収量

注) 2001年度は平均気温が3℃高かったが、他の年はほぼ平年並みであった。

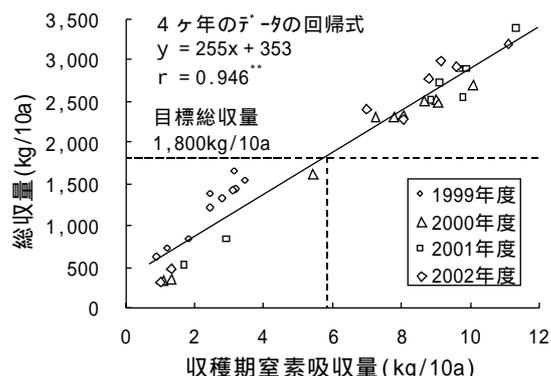


図2 春どりハウレンソウの窒素吸収量と収量の関係

注1) 各年度の反復のデータをプロットしたものである。

表2 春どりハウレンソウの施肥窒素利用率及び窒素吸収量

試験区	基肥窒素 施用量 (kg/10a)	施肥窒素利用率(%)					収穫期窒素吸収量(kg/10a)				
		1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	平均	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	平均
窒素無施用区	0	-	-	-	-	-	2.17	1.23	2.35	1.18	1.73
40%区	6	21.8				21.8	4.35				4.35
50%区	7.5		68.4			68.4		6.36			6.36
60%区	9	17.4				17.4	4.78				4.78
80%区	12	14.8				14.8	5.12				5.12
標準区 (施肥基準量)	15	12.2	55.6	46.8	61.2	44.0	5.21	9.57	9.37	10.36	8.63
改善1区	7.5		89.5	94.7	84.7	89.6		7.94	9.45	7.53	8.31
改善2区	10		76.4	83.0	78.1	79.2		8.87	10.65	8.99	9.5

注1) 収穫期窒素吸収量は根も含めた植物体全体である。

注2) 施肥窒素利用率は以下の計算式で産出した。

$$(\text{試験区の窒素吸収量} - \text{窒素無施用区の窒素吸収量}) \div \text{窒素施用量} \times 100$$

土壤中無機態窒素含量 (mg/100g乾土)

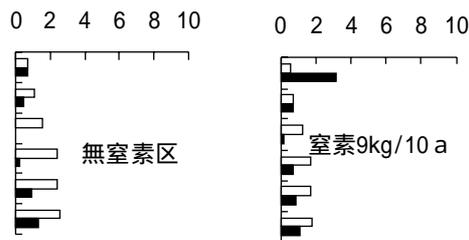


図3 春どりハウレンソウ施肥前及び収穫期の土壤中硝酸態窒素含量(1999年度)

注1) 深さは上から0-15、15-30、30-45、45-60、60-75、75-90cmである。

注2) 白抜きが施肥前、黒が収穫期を示す。

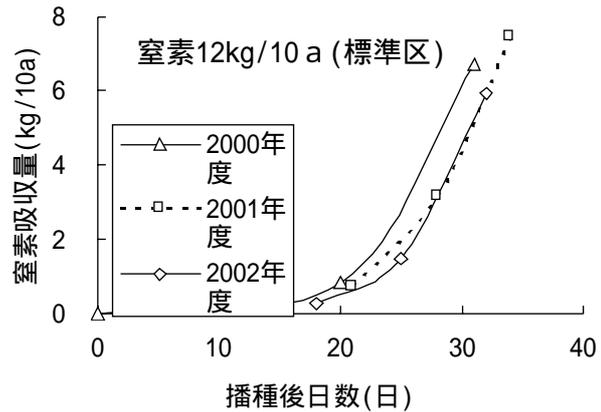


図4 夏どりハウレンソウの窒素吸収量

表3 夏どりハウレンソウの収量

試験区	基肥窒素 施用量 (kg/10a)	2000年度		2001年度		2002年度	
		総収量	同左指数	総収量	同左指数	総収量	同左指数
窒素無施用区	0	1,510	60	634	34	784	57
50%区	6	1,760	70				
75%区	9	2,371	94				
標準区 (施肥基準量)	12	2,529	(100)	1,869	(100)	1,377	(100)
125%区	15	2,087	83				
改善1区	6			1,599	86	1,213	88
改善2区	8	2,126	84	1,807	97	1,296	94

注1) 2000年度：野菜研究室露地圃場、品種「アクティブ」、播種8月8日、収穫9月8日。

2001年度：野菜研究室露地圃場、品種「ミストラル」、播種8月24日、収穫9月27日。

2002年度：野菜研究室露地圃場、品種「ミストラル」、播種8月23日、収穫9月24日。

注2) 改善区はベッド部のみ施肥、その他の区は全面全層施用である。ベッド幅120cm、通路幅60cmである。

注3) 総収量は地上部と地下部の生体重 (kg/10a) である。

表4 夏どりハウレンソウの施肥窒素利用率及び窒素吸収量

試験区	基肥窒素 施用量 (kg/10a)	施肥窒素利用率(%)				収穫期窒素吸収量(kg/10a)			
		2000年度	2001年度	2002年度	平均	2000年度	2001年度	2002年度	平均
窒素無施用区	0	-	-	-	-	3.81	2.49	3.15	3.15
50%区	6	12.2			12.2	4.54			4.54
75%区	9	26.3			26.3	6.18			6.18
標準区 (施肥基準)	12	24.2	41.3	23.3	29.6	6.71	7.45	5.94	6.70
125%区	15	13.6				5.85			5.85
改善1区	6		62.8	55.2	59.0		6.26	6.46	6.36
改善2区	8	25.	54.8	41.9	40.6	5.81	6.87	6.50	6.39

注1) 収穫期窒素吸収量は根も含めた植物体全体である。

注2) 施肥窒素利用率は以下の計算式で産出した。

$$(\text{試験区の窒素吸収量} - \text{窒素無施用区の窒素吸収量}) \div \text{窒素施用量} \times 100$$

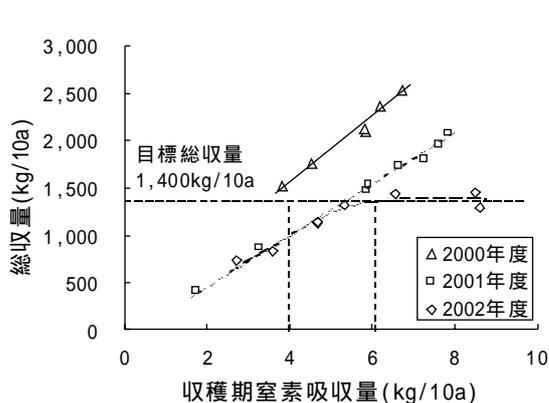


図5 夏どりホウレンソウの窒素吸収量と収量の関係
注1)各年度の反復のデータをプロットしたものである。

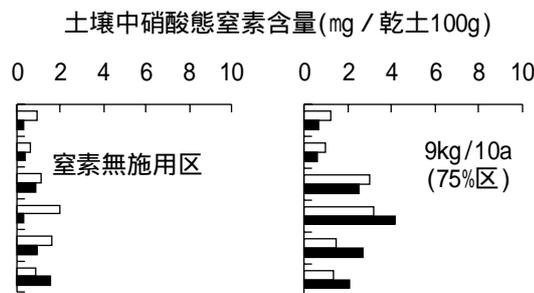


図6 夏どりホウレンソウの施肥前及び収穫期の土壌中硝酸態窒素含量(2000年度)

注1)深さは上から0-15、15-30、30-45、45-60、60-75、75-90cmである。
注2)白抜きが施肥前、黒が収穫期を示す。

表5 秋冬どりホウレンソウの収量

試験区	基肥窒素 施用量 (kg/10a)	1999年度		2000年度		2001年度		2002年度	
		総収量	同左指数	総収量	同左指数	総収量	同左指数	総収量	同左指数
窒素無施用区	0	594	39	1822	78	996	63	967	50
40%区	10	1262	82						
50%区	12.5			2551	109				
60%区	15	1373	89						
80%区	20	1426	92			1587	1587		
標準区 (施肥基準 量)	25	1542		2332				1921	
改善1区	10					1325	83		
改善2区	12.5			2430	104			1847	96
改善3区	13.2					1285	81		
改善4区	16.6			2668	114			2114	110

注1)1999年度：野菜研究室露地圃場、品種「リード」、播種10月6日、収穫11月24日。
2000年度：野菜研究室露地圃場、品種「パンドラ」、播種10月12日、収穫12月13日。
2001年度：野菜研究室露地圃場、品種「パンドラ」、播種10月15日、収穫12月18日。
2002年度：野菜研究室露地圃場、品種「パンドラ」、播種10月11日、収穫11月28日。
注2)改善区はベッド部のみ施肥、その他の区は全面全層施用である。ベッド幅120cm、通路幅60cmで
注3)総収量は地上部と地下部の生体重(kg/10a)である。

表6 秋冬どりホウレンソウの施肥窒素利用率及び窒素吸収量

試験区	基肥窒素 施用量 (kg/10a)	施肥窒素利用率(%)					収穫期窒素吸収量(kg/10a)				
		1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	平均	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	平均
窒素無施用区	0	-	-	-	-	-	2.2	8.6	5.1	4.5	5.1
40%区	10	21.8				21.8	4.4			4.4	
50%区	12.5		25.7			25.7		11.8		11.8	
60%区	15	17.4				17.4	4.8			4.8	
80%区	20	14.8		18.4		16.6	5.1		8.8	7.0	
標準区 (施肥基準量)	25	12.2	8.7		19.8	13.6	5.2	10.8		9.4	
改善3区	10		21.5		37.4	29.5		11.3		9.2	
改善1区	12.5		26.3		36.3	31.3		13.0		10.5	
改善4区	13.2			23.5		23.5			7.5	7.5	
改善2区	16.6			19.3		19.3			7.7	7.7	

注1)収穫期窒素吸収量は根も含めた植物体全体である。
注2)施肥窒素利用率は以下の計算式で産出した。
(試験区の窒素吸収量 - 窒素無施用区の窒素吸収量) ÷ 窒素施用量 × 100

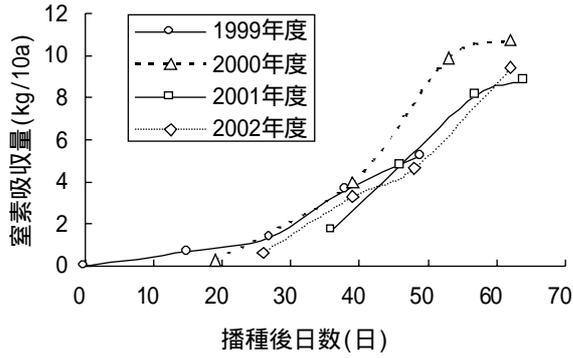


図7 秋冬どりホウレンソウの窒素吸収量
(標準区)

注) 栽培中の平均気温は各年度平年±ほぼ1 の範囲であった。

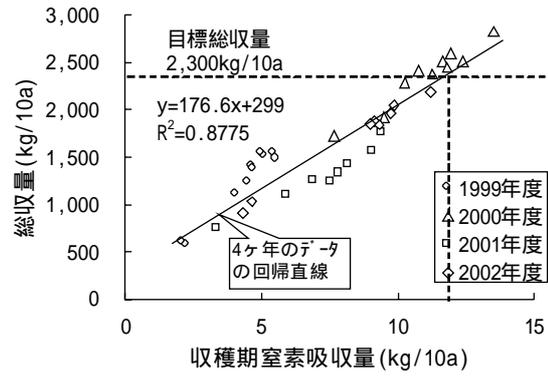


図8 秋冬どりホウレンソウの窒素吸収量と収量の関係
注) 〇△□は各試験区の反復のデータである。

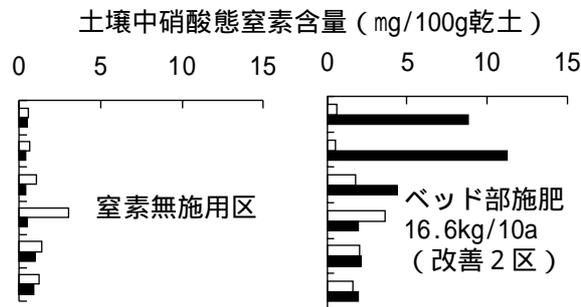


図9 秋冬どりホウレンソウ施肥前及び収穫期の土壤中硝酸態窒素含量(2002年度)

注1) 深さは上から0-15、15-30、30-45、45-60、60-75、75-90cmである。

注2) 白抜きが施肥前、黒が収穫期を示す。

[発表及び関連文献]

平成11～14年度「主要露地野菜の安定生産のための窒素施用法の確立」試験成績書
「主要露地野菜の安定生産のための窒素施用法の確立」研究成果報告書

[その他]

緊急技術開発促進事業「課題名：主要露地野菜の安定生産のための窒素施用法の確立」