

シュッコンカスミソウの品質向上をねらいとした栽培方式と水管理

鎌田 賢一*¹ 鈴木 亮子*² 印東 照彦*²

シュッコンカスミソウでは、栽培時の土壤水分が多いと切り花重や切り花長などの生育量は増加するが、日持ち性は低下する。すなわち、栽培期間中の土壤水分含量の違いはカスミソウの品質に大きな影響を与えることが明らかとなった。したがって、日持ち性を向上させるためには排水不良ほ場は不適当である。このような圃場については、根圏域の水分コントロールが可能な隔離床、遮根シート栽培が有効であった。これらの栽培法では、開花枝展開期までの十分な灌水によって生育量をできるだけ確保し、その後の灌水抑制で日持ち性を向上させることができた。その場合の水管理として、定植期から開花枝展開期までは水を充分補充するためにpF2.0程度を灌水の開始点とし、開花枝展開期以降は採花期までpF3.0程度を灌水開始点とし、乾燥気味に管理する。1回の灌水量は5～10mmで調節する。この水管理は排水過良な圃場にも適用できる。

1. はじめに

北海道の切り花は約60%が東京・大阪を中心に輸送され、とくに夏秋期の主産地として期待されている。しかし、近年産地間競争の激化から市場評価も厳しくなり、産地は品質の揃ったものを安定的に供給することが求められている¹⁾。シュッコンカスミソウは北海道の主要な切り花であるが、高温期の老け花発生や輸送中の品質低下、秋切り作型では開花の不揃いや茎の軟弱化による日持ち性の悪化など品質低下が問題になっている。また、栽培環境の良否が品質に大きく影響し、とくに生育途中から灌水を抑制することが必要なため、土壤水分をコントロールできない圃場は品質が低下するとされている。しかし、シュッコンカスミソウは道央の水田転換畑等、透水性の不良な圃場での栽培が多いため、その改善対策が強く要望されている。

シュッコンカスミソウの高品質生産技術としては隔離床栽培があり、用土の種類、灌水抑制開始時期や灌水量などについて報告されている^{5, 6, 7, 8)}。これらはいずれも品質向上と土壤水分の関係を検討したものである。

本試験では、とくに排水不良な圃場で良質なカスミソウを生産するための栽培方式として、灌水による土壤水分のコントロールが可能な隔離床栽培や、より簡

便な遮根シートを利用した栽培について、作型別に日持ち性など品質向上を図るための水管理法を検討した²⁾。

2. 試験方法

(1) 現地および場内における圃場試験

1) 試験場所、試験条件および栽培法

① 場所および供試土壌

現地：滝川市東滝川、300㎡無加温パイプハウス内における細粒褐色低地土および礫質褐色低地土（同一ハウス）

場内：花・野菜技術センター、100㎡無加温パイプハウス、造成台地土

② 品種および作型

プリストルフェアリー。当年株は夏秋切り（6月植え雨よけ9月切り）、ポット苗（7.5cmのピンチ苗）利用。但し、平成9年現地だけはセル成形苗（128穴セル）利用。越年株は春夏切り（無加温6月切り）。

③ 栽培方式

高畦（慣行）栽培。試験処理として隔離床および遮根シート栽培。栽培方式は図1に示した。

隔離床は箱状の容器で、底部は波板などで区切られており根は通さない。遮根シートは化繊のシートで、水は通すが根は通さない。また、栽培はいずれも雨よけまたは無加温で、1回の灌水量は5～10mmとした。

④ 栽植様式

ベット幅80cm、通路80cm、条間40cmおよび株間40cmの2条植え。2440株/10a。

⑤ 施肥量および施肥法

N-P₂O₅-K₂O=10-10-10kg/10a

2000年9月14日受理

*¹ 北海道立 花・野菜技術センター、073-0026 滝川市（現：北海道立中央農業試験場、069-1395 夕張郡長沼町）

E-mail:kkamada@agri.pref.hokkaido.jp

*² 北海道立 花・野菜技術センター、073-0026 滝川市

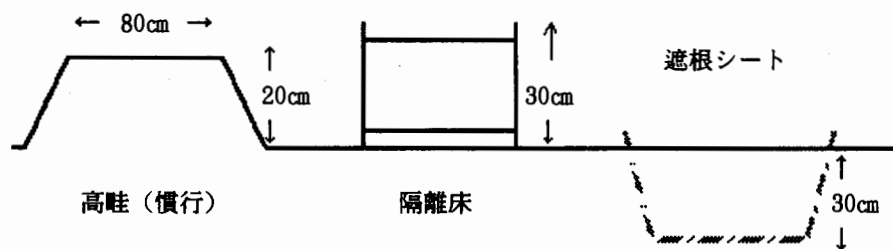


図1 栽培方式

⑥ 試験規模

1区2.24㎡ (0.8×2.8m), 14株。現地は1反復, 場内は3反復。

2) 処理区別

試験1 排水性の異なる土壌条件下での品質・日持ち性

場所〔供試土壌〕: 現地〔前記2種類〕

栽培方式: 高畦栽培(慣行)

試験2 栽培方式・水管理法と品質・日持ち特性

場所〔供試土壌〕: 場内〔前記〕

栽培方式: 高畦(慣行), 隔離床, 遮根シート。

灌水抑制時期: 〔出蕾期, 開花枝展開期〕または〔開花枝展開期, 開花枝展開後期〕。

試験3 排水性の不良な土壌条件下での遮根シート栽培

場所〔供試土壌〕: 現地〔前記, 細粒褐色低地土〕

栽培方式: 高畦(慣行), 遮根シート

灌水抑制時期: 出蕾期, 開花枝展開期。

3) 日持ち性(品質保持特性)調査

1区当たりの調査個体数は7~10本である。

① 切り花のサンプリング。

花序5が蕾, 花序4が開き始め, 花序3が開花した時点を探花の時期とする(図2)。

② 直ちに生重測定。

全重と調製重(下部20cmの葉, 分枝を除去したもの)。

③ 下垂度(主茎頂部の60~70cmを水平に保ち, 手を離した時の下垂角度で示す。)測定。

④ 室温で品質保持剤(商品名: コートフレッシュかすみ) 20倍液に15時間浸した(PM 5:00頃~翌日AM 8:00頃まで)後, 重量測定。

⑤ その後, 5℃保冷库へ48時間入れる。

⑥ その後, 水に浸した状態で保冷库に入れる(保鮮度条件: 24時間照明で, 25℃, 湿度90%。但し, 年次により保鮮温度等が異なった)。毎日重量測定。最大重量の80%になった時点で終了する。

⑦ 切り花のサンプリング翌日から最大重量の80%になった日までを数えて, 日持ち日数とした。

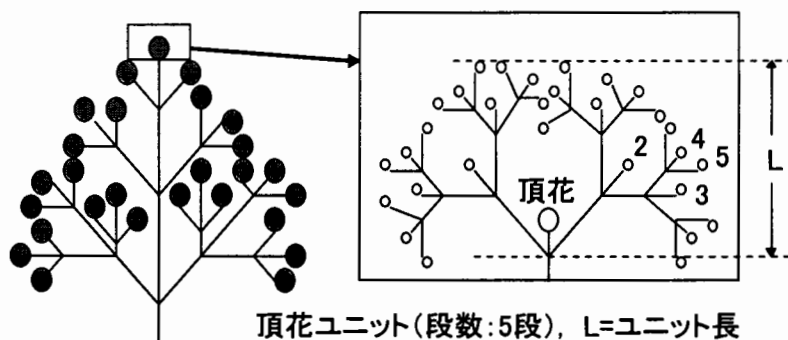


図2 シュッココンカスミソウの花序: 岐散花序(ユニット)の集合体

(2) シュッココンカスミソウの水蒸散量調査

場所: 花・野菜技術センター, 土壌肥料科温室

供試土壌: 未熟火山性土

品種: プリストルフェアリー

施肥量: $N \cdot P_2O_5 \cdot K_2O = 1.4 - 1.2 - 1.4$ g/ポット。

土壌改良剤として P_2O_5 12.8 g, K_2O 2.5 g, 苦土炭カル 8.0 g/ポットを施用した。

規模: 1株/0.096㎡黒ポリポット(直径35cm), 風乾土20kg充填。

定植: 6月9日 採花始: 8月20日

水蒸散量の測定: 土壌pF1.5程度に灌水してポットごとの重量を測り, 次いで24時間後の重量を測る。また, 無栽培のポットも同様に測定する。これらの差引きから1日当たりの水蒸散量を測定した。

3. 試験結果

(1) 現地および場内における圃場試験

試験1 排水性の異なる土壌条件下での品質・日持ち性

1) 土壌の物理・化学性

本試験を開始するまでの過去6年間, シュッココンカ

スミソウを栽培した現地の同一フィルムハウス内において、排水性のみが異なる細粒褐色低地土と礫質褐色低地土を選定し、それぞれの土壌条件で高畦栽培されたシュコンカスミソウがどのような調製重、切り花長等の品質や日持ち性を示すかを検討した。

まず、選定したハウス圃場の土壌環境状況を調査した。細粒褐色低地土作土の透水性は良好であるが深さ44cm以下の層が不良であり、気相率も3.4%と著しく小さい。また容積重は著しく大きい。一方、礫質褐色低地土は透水性が良好で、円礫に富み、44cm以下は礫

土である。(表1)。

土壌の化学性をみると、細粒褐色低地土は深さ21cmまでpH、交換性塩基、有効態りん酸含量が高く、養分が蓄積した土壌であるが、それ以下の層はpHも低く、養分の乏しい土壌である。

礫質褐色低地土は深さ44cmまでは、細粒褐色低地土と同様に養分蓄積土壌であるが、それ以下の層でも比較的養分に富んでおり、作土層から下層への養分溶脱が進んでいる。(表2)。

表1 土壌の物理性(現地)

土壌	層厚 cm	土性	礫	硬度	透水係数 cm/sec	気相(粗孔隙) %	容積量 g/100ml
細粒褐低土	0~21	L	なし	16	1.8E-03	22.8	82.5
	21~29	C L	なし	20	1.5E-03	18.5	84.4
	29~44	C	なし	20	2.3E-03	11.3	85.1
	44以下	C	なし	—	1.3E-04	3.4	131.1
礫質褐低土	0~25	L	円礫富む	16	2.0E-03	23.8	89.5
	25~44	L	円礫富む	19	2.4E-03	17.1	90.6
	44以下	—	礫土	—	—	—	—

表2 土壌の化学性(現地)

土壌	層厚 cm	pH (H ₂ O)	N %	C/N	CEC me/100 g	塩基飽和度 %	トローグP ₂ O ₅ mg/100 g
細粒褐低土	0~15	6.91	0.45	13.5	30.2	109	222
	15~21	6.75	0.48	9.3	29.2	113	201
	21~29	5.16	0.47	13.5	30.6	58	5
	29以下	4.84	0.08	13.0	13.5	49	2
礫質褐低土	0~25	6.68	0.38	11.1	26.2	108	208
	25~44	6.70	0.39	10.8	26.8	112	201
	44以下	6.35	0.14	11.9	16.6	83	21

2) 作型および土壌別品質・日持ち性

現地の高畦栽培における作型および土壌別の品質と日持ち性を表3に示した。

定植苗はポット苗を使用した。ただ、平成9年度の当年株だけはセル苗を定植したため、栽培期間が98日と長くなったと推定される。したがって、一般にポッ

表3 シュコンカスミソウの品質等に及ぼす作型および土壌の影響(現地、高畦栽培) *セル苗

作型	土壌	年次	生育期間 日	調製重 g/本	切花長 cm	下垂度	日持ち性 日	保鮮条件等
当年株	細粒褐低土	H 9	98*	66.8	100.0	2.0	8.0	5℃, 90%, 水
		H10	67	45.3	87.8	0.7	8.3	25℃, 90%
		平均	—	56.1	93.9	1.4	8.2	
	礫質褐低土	H 9	98*	62.2	96.0	1.5	7.0	5℃, 90%, 水
		H10	62	20.7	73.5	0.4	7.8	25℃, 90%
		平均	—	41.5	84.8	1.0	7.4	
越年株	細粒褐低土	H10	82	132.8	123.3	1.0	7.0	25℃, 90%
		H11	85	96.3	115.8	1.1	9.5	25℃, 90%
		平均	84	114.6	119.6	1.1	8.3	
	礫質褐低土	H10	76	107.3	143.1	1.4	9.5	25℃, 90%
		H11	83	76.5	115.5	0.8	10.5	25℃, 90%
		平均	80	91.9	129.3	1.1	10.0	

ト苗では、当年株の定植から採花始めまでの栽培期間は60日程度、越年株は4月1日から採花始めまで80日程度と思われた。

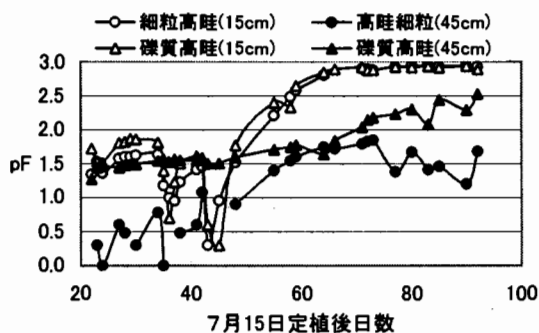
高畦栽培における当年株と越年株における調製重、切り花長などの品質と日持ち性をみると、品質や日持ち性は越年株の方が当年株よりもかなりよい傾向にあった。一方、土壌別に比較すると、調製重は細粒褐色低地土の方が礫質褐色低地土よりもよいが、切り花長はあまり差がみられなかった。作型別の日持ち性を土壌間でみると、当年株は後述するように、平成9年、10年の栽培期間中における土壌水分が寡少、過多とやや特殊な条件であったため細粒褐色低地土、礫質褐色

低地土とも大差なかったが、越年株は明らかに細粒褐色低地土が礫質褐色低地土よりも低かった。

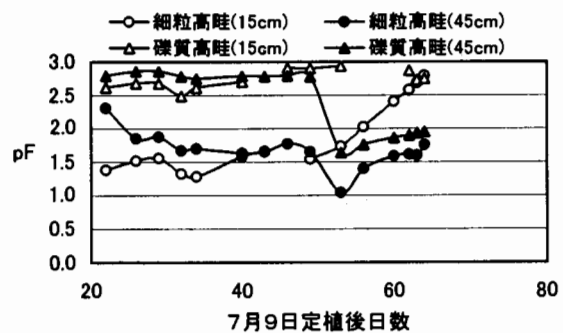
このように、細粒褐色低地土は礫質褐色低地土よりも調製重や切り花長などの品質は優るが、日持ち性は劣る傾向があるため、その改善を図る必要がある。

3) 品質・日持ち性と土壌pFの関係

両土壌における深さ45cmのpF値（高畦の表面からの深さ）は各年度とも細粒褐色低地土が礫質褐色低地土よりも低く推移しており、水の影響を受けやすいこと、すなわち水のコントロールがしにくいことが認められた（図3、図4）。

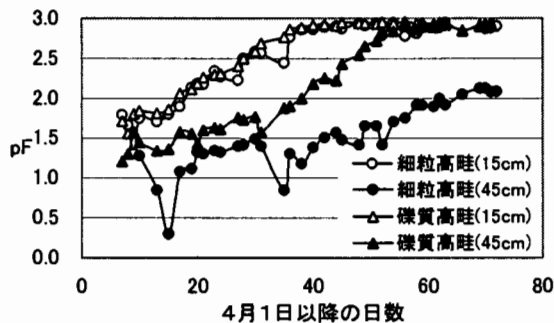


1) 平成9年

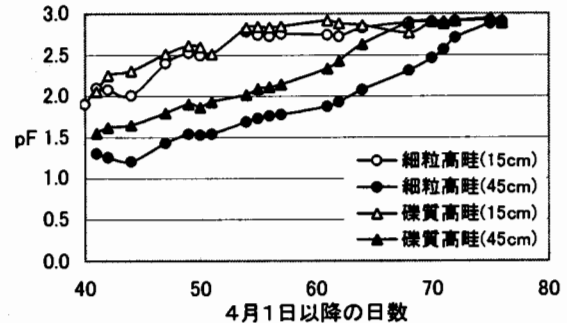


2) 平成10年

図3 シュッコンカスミソウ高畦栽培ハウスの土壌pF推移（現地、当年株）



1) 平成10年



2) 平成11年

図4 シュッコンカスミソウ高畦栽培ハウスの土壌pF推移（現地、越年株）

細粒褐色低地土に対する礫質褐色低地土の調製重の低下割合は平成10年当年株>平成10年越年株≒平成11年越年株>>平成9年当年株の順に大きかった（図5）。

これら礫質褐色低地土の調製重の低下割合はpF(15cm)ではなく、pF(45cm)の土壌水分の上昇と密接な関係を持っていた。すなわち、最も低下率の大きかった平成10年当年株のpF(45cm)値はほぼ一貫して2.5以上と高く、調製重、切り花長は3カ年間で最も低い。次いで平成10年越年株はpF2.0以上になった日が40日前後で細粒褐色低地土の65日からみるとかなり早い。つづく平成11年越年株はpF2.0以上になったのが54日頃であり細粒褐色低地土の64日頃からみるとやはり早い。これらに対して、平成9年当年株の調製重は細粒

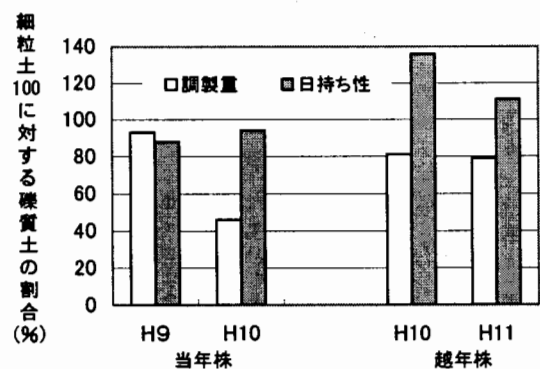


図5 細粒褐色低地土（100）に対する礫質褐色低地土の調製重・日持ち性割合

褐色低地土とほとんど同じで良好な生育である。これも明らかに土壌pF(45cm)が反映しており、pF2.0を上回ったのが70日頃であるが、それ以降も採花時まで2.5以内で推移しており、比較的吸水しやすい土壌水分状態であった。

一方、日持ち性についてみると、越年株は礫質褐色低地土の方が細粒褐色低地土よりも向上しているが、当年株は逆にやや低下している程度であり差はみられない(表3)。

当年株については平成9年と10年で根圏域の土壌水分環境が異なっている。平成10年は両土壌とも生育前半の土壌水分が寡少(とくに礫質褐色低地土のpFは高い)で、生育抑制を強く受けたことが推定される。両土壌間の日持ち性に差がつかなかったのは、このことが要因と推定された。また平成9年は逆に両土壌とも土壌水分に恵まれて生育したことから、日持ち性に

差はみられなかったと思われる(平成9年は5℃、水での保鮮試験であり、25℃、保鮮剤使用の試験とすると差はもっと小さくなると考えられる)。

したがって、栽培期間中、土壌水分が著しく寡少であったり、逆に土壌水分に恵まれた場合は日持ち性に土壌間差が出にくいことが推定される(表3、図3)。

以上のように、シュッコンカスミソウのボリュームに関わる品質や日持ち性には根圏域の土壌水分が密接に関わっていることが推定された。

試験2 栽培方式・水管理法と品質・日持ち特性

1) 土壌の物理・化学性

作土層の透水性は良好であるが、41cm以下は極めて不良で気相率も6.6%であり、容積重は大きい。化学性は各項目ともほぼ適正である(表4、表5)。

場内ハウスの土壌物理性は現地の排水性の劣る細粒褐色低地土と類似しており、下層が硬盤層である。

表4 場内ハウス土壌の物理性

土壌	層厚 cm	土性	礫	硬度	透水係数 cm/sec	気相(粗孔隙) %	容積量 g/100ml
造成台地土	0~30	S L	含む	10	6.0 E-03	30.0	95.0
	30~41	S L	含む	18	—	—	—
	41以下	C	なし	20	3.7 E-06	6.6	122.6

表5 場内ハウス土壌の化学性

層厚 cm	pH (H ₂ O)	N %	C/N	CEC me/100g	塩基飽和度 %	トローグP ₂ O ₅ mg/100g
0~30	5.6	0.14	16.1	14.0	75	30

2) 作型に応じた栽培方式・水管理法と品質・日持ち性

平成10~11年の栽培方式別の品質・日持ち性を比較すると、当年株では隔離床と遮根シート区はほぼ同じ傾向を示し、高畦区に対し調製重は70~80%であったが、切り花長は余り変わらない。一方、日持ち性は隔離床と遮根シート区が高畦区よりも向上していた。

また、越年株も当年株と同様の傾向を示したが、高畦区に対する隔離床と遮根シート区の調製重、切り花

長は当年株よりも若干低下し、日持ち性はかなり向上した(図6)。

3) 作型別の遮根シート、隔離床栽培における灌水抑制時期

当年株：平成9年、遮根シート区の灌水抑制時期は出蕾期よりも開花枝展開期の方が品質・日持ち性が良好であった。対照である高畦区出蕾期の調製重と比較して遮根シート区出蕾期は37%であったが、遮根シート区開花枝展開期は63%と多くなった。平成10年、遮根

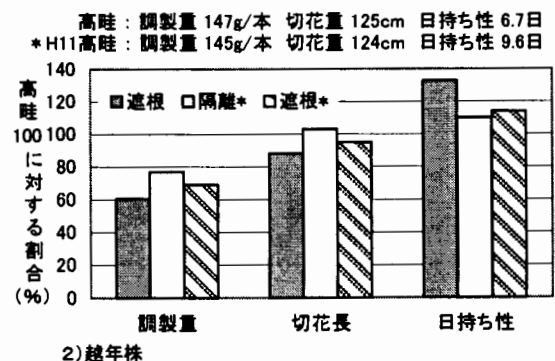
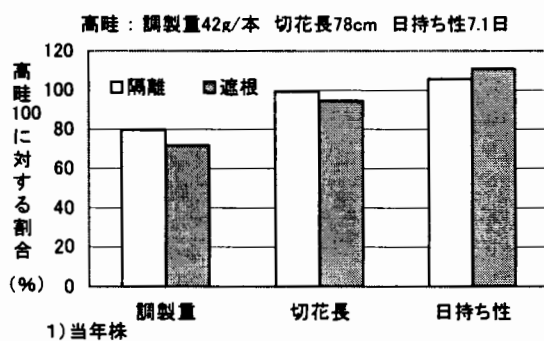


図6 高畦栽培(100)に対する隔離床、遮根シート栽培の品質・日持ち性比較(平成10~11年平均 *は平成11年のみ、場内)

シート区の灌水抑制が開花枝展開始期と開花枝展開後期は、品質・日持ち性とも大差ない。一方、隔離床区の灌水抑制時期は開花枝展開後期の方が開花枝展開始期よりも、調製重は優っていたが日持ち性は劣っていた(図7)。

これらのことから、隔離床区、遮根シート区の灌水抑制時期は開花枝展開期とするのが妥当と思われる。

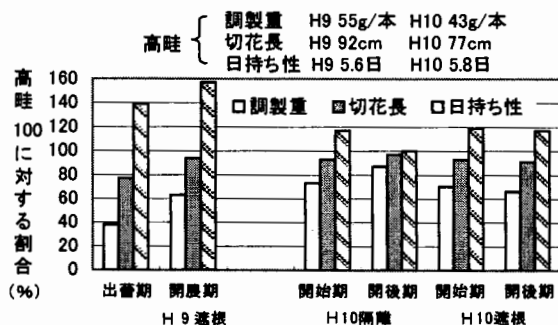


図7 遮根, 隔離床栽培の灌水抑制時期と品質等(当年株, 場内)

越年株: 平成10年, 遮根シート区の灌水抑制時期は出蕾期よりも開花枝展開期の方が品質はよいが日持ち性は低下していた。ただ, 対照である高畦区出蕾期より日持ち性は向上していた。平成11年, 遮根シート区の灌水抑制時期が開花枝展開始期と開花枝展開後期の区はほぼ同じ傾向を示し, 対照である高畦区の開花枝展開始期と比較して品質は劣るが日持ち性は向上していた。一方, 隔離床区の灌水抑制時期をみると, 開花枝展開後期の方が開花枝展開始期よりもわずかに日持ち性は劣るが調製重は優っており(図8), 当年株と

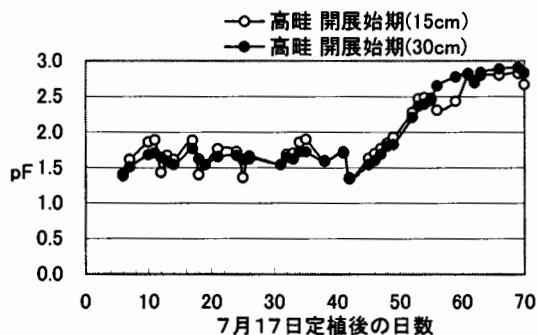


図9 平成10年 当年株の栽培方式と水管理による土壌pF推移(場内, 全面灌水0~41日, 灌水処理46~52日)

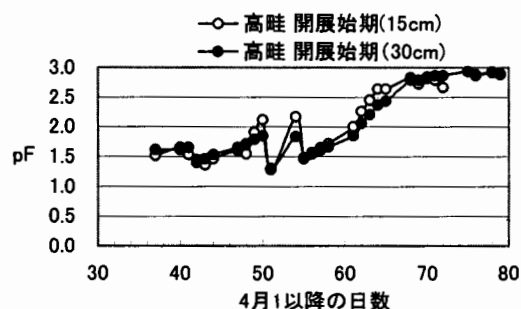


図10 平成11年 越年株の栽培方式と水管理による土壌pF推移(場内, 全面灌水37~54日, 灌水処理57~70日)

同様の傾向を示した。

以上のことから, 越年株も当年株と同様, 隔離床区, 遮根シート区の灌水抑制時期は開花枝展開期とするのが妥当であろう。

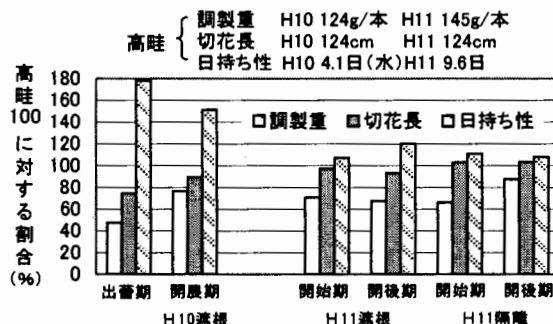


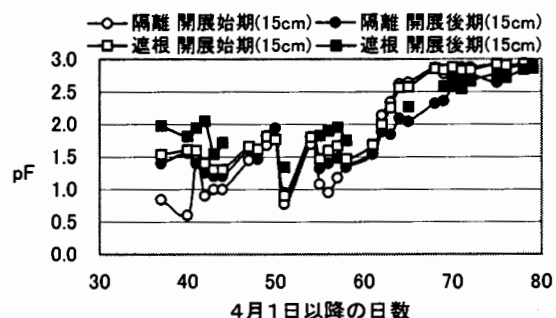
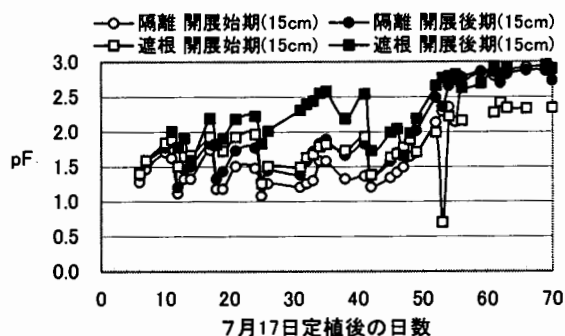
図8 遮根, 隔離床栽培の灌水抑制時期と品質等(越年株, 場内)

4) 土壌pFの推移

平成10年当年株の栽培期間中における土壌pFは各区ともほぼ同様な傾向を示した。全面灌水した開花枝展開始期まで(定植後45日程度)の土壌pF(15cm)は2.0以下が多い。その後, pFは上昇し始め灌水を中止した開花枝展開後期処理の時点では, 2.5以上になった(図9)。

平成11年越年株における土壌pF値も似た傾向を示し, 各区とも全面灌水時はpFが2.0以下であったが, 灌水処理開始から徐々に上昇し, 3.0近くなった(図10)。

なお, 開花枝展開始期から開花枝展開後期までの灌水処理期間は, 平成10年当年株が6日間(灌水量27mm), 平成11年越年株が12日間(同49mm)であった。



試験3 排水性の不良な土壌条件下での遮根シート栽培

排水性の不良な細粒褐色低地におけるシュコンカスミソウの越年株栽培において、平成10年は高畦、遮根シート区とも出蕾期まで灌水し、平成11年は高畦区が出蕾期、遮根シート区が開花枝展開期（5月17日～6月3日、1回10mmで灌水総量100mm）まで灌水した。

これら各年次の高畦栽培に対する遮根シート栽培の品質および日持ち性を比較検討した。

まず土壌水分の推移をみると、45cm深の土壌pFは平成10年、11年ともほぼ同じで低く推移していた。一方、遮根シートにおける15cm深のpFは平成11年の方が10年よりも初期から低く推移していることが伺われたが、開花枝展開期まで灌水した時期（47～64日）の土壌pFは、平成11年が2.5以下であり、明らかに平成10年より低かった（図11）。

このような土壌水分条件下で栽培したカスミソウの高畦区に対する遮根シート区の各項目の割合をみると、日持ち性は平成11年のほうが平成10年よりやや低下したが高畦区よりはよい。また、調製重や切り花長の品質は明らかに平成11年の方が平成10年よりも優っており、開花枝展開期までの灌水の効果が認められた。（図12）。

(2) シュコンカスミソウの水蒸散量調査

シュコンカスミソウの水蒸散量について当センター温室で検討した結果は表6のとおりである。生育

表6 シュコンカスミソウの水蒸散量（土壌肥料科温室，H11.6.23～8.19）

生育時期	項目	雨天	曇り～晴れ	晴天 (30℃未満)	晴天 (30℃以上)
出蕾期まで	水蒸散量 (ml/株・日)	0	50	130	—
	灌水量* (mm)	0	0.3	0.8	—
出蕾期以降	水蒸散量 (ml/株・日)	80	—	400	500
	灌水量* (mm)	0.5	—	2.5	3.2

* 1日・10a当たりを2440株/390㎡（通路などを除外した面積）として計算

4. 考 察

シュコンカスミソウの品質は適度に伸びが良く、枝が硬くしまっていることが求められている。そのため灌水管理として、初期に十分な灌水（pF2.0程度の灌水点）、出蕾期以降は乾燥気味（pF3.0程度）の灌水点に管理していく、ということが品質を重視した栽培管理の留意点となっている¹⁾。シュコンカスミソウは栽培が容易である反面、生育前半と後半で水分管理が変わるため、水田転換畑など地下水位が高かったり、透排水不良な圃場は品質の高い切り花を生産するという観点から栽培不適地といえる。しかし、このような圃場でも隔離床（ドレンベッ、あぜ波板利用）や遮根シート利用による水分コントロールを行うこと

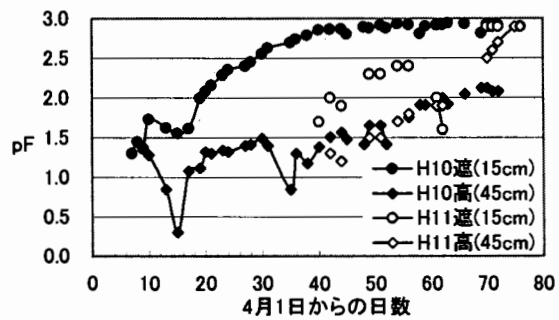


図11 平成10, 11年越年株の土壌pF推移(現地細粒褐色低地土)

H10 高畦：調製重 133g/本 切花長 123cm 日持ち性 7.0日
H11 高畦：調製重 116g/本 切花長 116cm 日持ち性 9.5日

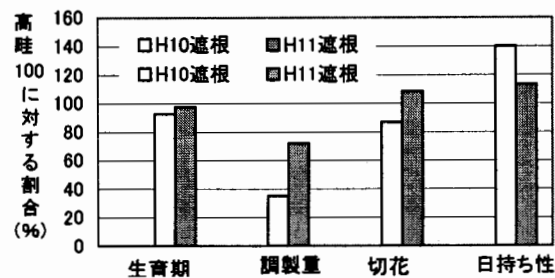


図12 灌水抑制時期の違いと品質等の関係(現地細粒褐低土)

が旺盛になる出蕾期以降の晴天時では、1日・1株当たり400～500mlの水を蒸散しており、1日・10a当たりの灌水量に概算すると2.5～3.0mmに相当する。

で生育後半の根の吸水制限を行い、良品で日持ち性のよいカスミソウの栽培が可能になると思われる。

現地慣行の高畦栽培で、排水性不良な圃場と良好な圃場では土壌水分と品質・日持ち性に明らかに違いがみられる。すなわち、深さ15cmのpF値は大差ない土壌でも、深さ45cm部位（高畦表面からの深さ）での土壌pF値は排水不良な圃場が良好な圃場より常に低く、開花枝展開期初めでは排水不良圃場は2.0以下であるのに対し、良好な圃場は2.0以上となっている。これらを反映して、排水不良な圃場はよい圃場と比較して調製重は優り生育量はあるが、日持ち性は劣っていることが明らかになった。このように、生育量と日持ち性は逆の関係にあり、栽培時の根圏域土壌水分が多いと生育量はあるが日持ち性は劣り、逆に土壌水分が少な

いと日持ち性は向上するが生育量が劣る、ということが認められた。

透水性が不良な土壌の物理的条件^{3, 4)}としては、耕起深：25cm以下、気相率：15%未満、土性：C～CL、有効土層：60cm以下、心土の緻密度：19mm以上、透水係数（有効土層）： 10^{-4} cm/s以下、地下水位：60cm以上などが掲げられる。

本試験で栽培した圃場は現地細粒褐色低地土および場内造成土とも作土層の物理性はほぼ良好であるが、40cm以下の層は土性がC、緻密度が19mm以上の不透水層で、常に湿潤を呈していた。また、現地は周辺が水田で地下水位も高く細粒褐色低地土は21cm以下の層で泥炭が混入している。このように両土壌とも排水不良な圃場であった。

透排水不良圃場へ隔離床や遮根シートを利用した場合の灌水抑制時期については、根が水に求めて自由に伸長できる慣行の高畦栽培とは基本的に異なることが推定できる。そのため、灌水抑制時期とボリューム（調製重、切り花長）と日持ち性の関係を、慣行高畦栽培の灌水抑制時期である出蕾期とやや遅らせた開花枝展開期、また開花枝展開開始期と開花枝展開後期について比較検討した。

その結果、隔離床区や遮根シート区は高畦に比べて調製重は低下するが日持ち性は高まる。そして、当年株、越年株とも灌水抑制時期を開花枝展開期とすると、出蕾期からの灌水抑制よりも日持ち性はやや低下する

が調製重は増加する、ということが明らかになった。

ただ、一般に越年株は当年株よりはボリュームがあるので、灌水抑制時期を開花枝展開期より10日ほど前の開花枝展開開始期まで早めても、それなりのボリュームが得られ日持ち性はさらに高まることが推定されたが、試験年次が短く確認することができなかった。

隔離床栽培の灌水方法について、徳島県農試⁸⁾では10月初め定植の2度切り目を供試した隔離床栽培試験の結果、圃場の水分保持力などに応じて、少水分管理開始時期は抽台期から発蕾期までに行うのがよいとしている。

一方、熊本県農研センター⁵⁾では、冬～春出し作型は生育後半の灌水点がpF2.9で、1回の灌水量は2～4mm、春～夏出し作型は灌水抑制後の灌水点がpF2.3、8月末定植の作型ではボリュームが劣るため灌水抑制の開始時期は開花枝展開期が適当としており、本試験と同様な結果を報告している。また、1回の灌水量は灌水点をpF2.5とした場合、用土が淡色黒ボク土では5mm、砂質干拓地では5～10mmがよいという大分県温熱花研の報告⁷⁾がある。

出蕾期以降の晴天時におけるシュッコンカスミソウの水蒸散量について当センターで検討した結果では、1日・10a当たりの水蒸散量が2.5～3.0mmである。これは上述の1回灌水量2～4mmとほぼ同じ値を示している。ただ、1回の灌水量が少なくなるほど灌水回数は多くなることや、土壌表面からの蒸発量(1～2mm/

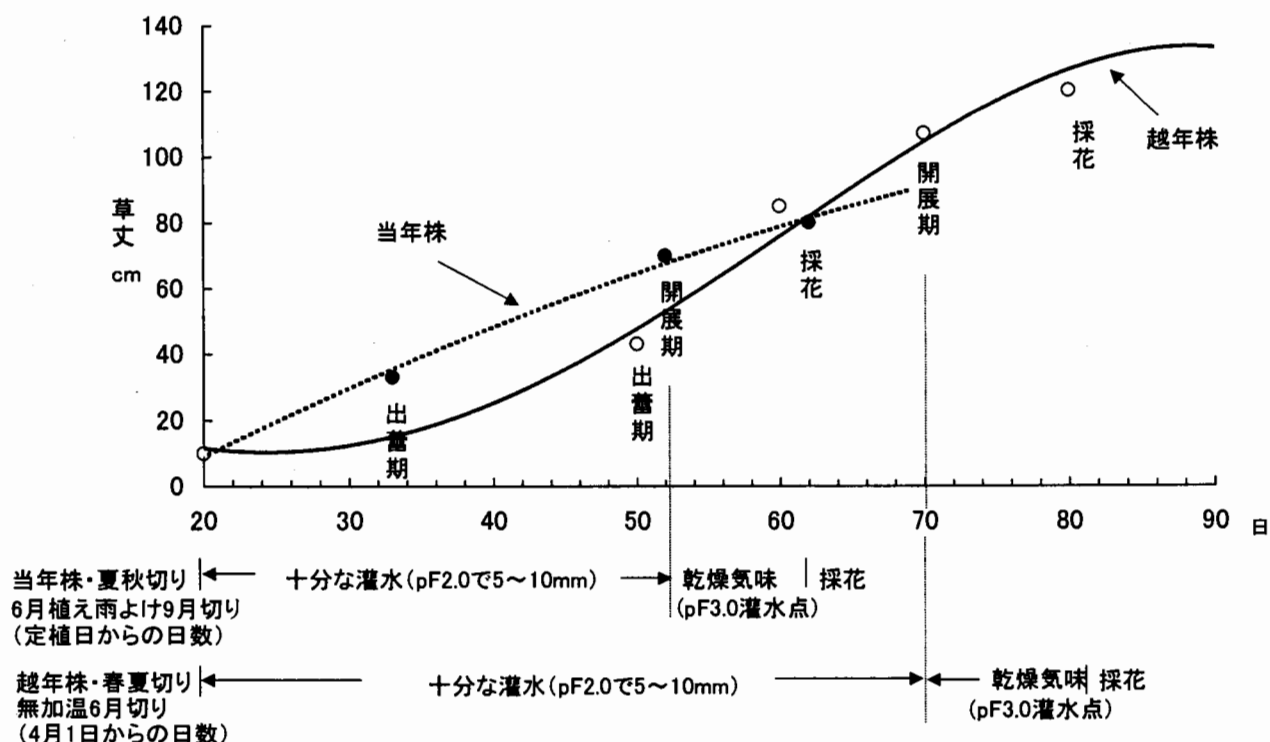


図13 隔離床、遮根シート利用によるシュッコンカスミソウ栽培の水管理法

日)を考慮し、本成績では生育状況をみながら5~10mmの間で調節することとした。

一方、従来の切り花の生産は切り花長が長くボリューム感のあるものを求めているが、出荷時に老け花や葉および蕾を着けない枝を取り除く調整作業にかなりの時間と労力を必要とする欠点する。これらを改善する目的から、コンパクトで使いやすいサイズの切り花を生産するための仕立て法が確立された²⁾が、栽培方式では隔離床や遮根シート使用の栽培がこのような切り花を生産するのに適した方法といえよう。

以上のことから、日持ち性の面で高畦栽培でも十分な排水不良圃場については隔離床、遮根シート栽培が有効であり、開花枝展開期までの灌水によって調製重や切り花長の低下をできるだけ抑え、その後の灌水抑制で日持ち性を向上させることができる。

その場合の水管理として、定植後は水を充分補給するためにpF2.0程度を灌水の開始点とし、1回の灌水量は生育状況によって5~10mmで調節する。また、開花枝展開期以降はpF3.0程度を灌水の開始点とし、できるだけ乾燥気味に管理する、ということを提案した。(図13)。

このような水管理法は透排水性が過大な圃場での栽培にも応用が可能である。

謝 辞：北海道立花・野菜技術センター技術普及部川名淳二主任専門技術員には、本試験の開始から終了まで常に適切なご助言とご指導を受けました。また、山岸 穰ご夫妻には現地ハウスでの調査はもとより、栽培、管理等について絶大なるご協力をいただきました。以上の方々に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 北海道農政部監修. 北海道フラワーガイド(その7). 1999. p.19-22.
- 2) 北海道立花・野菜技術センター. “宿根かすみそうの品質改善のための仕立て法・水分管理法及び鮮度保持法”. 平成12年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 2000. p.61-65.
- 3) 北海道立中央農業試験場. “シュッココンカスミソウの開花調節(越年株の抑制栽培)と品質向上に関する試験”. 平成4年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1992. p.115-118.
- 4) 北海道立中央農業試験場. “転換畑における花き導入のための造成目標値の策定”. 平成9年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1997. p.15-17.
- 5) 熊本県農業研究センター. “シュッココンカスミソウの高品質生産技術の確立”. 平成5年度花き試験研究成績概要集(公立)四国・九州. 農林水産省野菜・茶業試験場編. 1994. p.304-309.
- 6) 宮崎県総合農業試験場. “シュッココンカスミソウの簡易ベンチ栽培技術確立”. 平成6年度花き試験研究成績概要集(公立)四国・九州. 農林水産省野菜・茶業試験場編. 1995. p.16-17.
- 7) 大分県温泉熱花き研究指導センター. “隔離床によるシュッココンカスミソウの良品生産技術の確立”. 平成4年度花き試験研究成績概要集(公立)四国・九州. 農林水産省野菜・茶業試験場編. 1993. p.338-339.
- 8) 徳島県農業試験場. “シュッココンカスミソウの高品質生産技術の確立”. 平成5年度花き試験研究成績概要集(公立)四国・九州. 農林水産省野菜・茶業試験場編. 1994. p.308-309.

Cultivation Method and Water Management for Improvement of Quality of Baby's-Breath(*Gypsophila paniculata* L.)

Kenichi KAMADA*¹, Ryoko SUZUKI*² and Teruhiko INDOU*²

Summary

In a cultivation of baby's-breath(*Gypsophila paniculata* L.), when soil moisture increased, weight and length of the cut flower increased, however, freshness of the cut flower decreased. That is, difference of the soil moisture contents during cultivation time had a strong effect on quality of the cut flower. Therefore, the bad condition of drainage was unsuitable for the cultivation to improve freshness of the cut flower. One side, isolated bed and root shelter sheet which were able to control soil moisture were very effective for the cultivation in case of bad condition of drainage. In these cultivation methods, watering up to extending time of flowering branch supported the weight and length of the cut flower well, and retard of watering after this time improved freshness of the cut flower. As regards water management of the soil, watering should be started at pF2.0 from planting time to extending time of flowering branch in order to keep comparatively high moisture condition, and watering after this time should be started at pF3.0 in order to keep low moisture condition. The watering volume per 1 time is 5~10mm in this cultivation. This water management can apply to excessively good fields of drainage.

*¹ Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center. Takikawa, Hokkaido. 073-0026 Japan(Present;Hokkaido Central Agricultural Experiment Station. Naganuma, Hokkaido. 069-1395 Japan)
E-mail:kkamada@agri.pref.hokkaido.jp

*² Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center. Takikawa, Hokkaido. 073-0026 Japan

堆きゅう肥施用がチンゲンサイとダイコンの収量 および品質に及ぼす影響

ティパワン シィティランサン*¹ 土肥 紘*² 植野玲一郎*³
志賀 義彦*³ 中村 隆一*³ 堀田 治邦*³ 鎌田 賢一*⁴

堆きゅう肥施用がチンゲンサイとダイコンの収量と品質に及ぼす影響を検討した。試験は窒素地力が比較的高い土壌（可給態窒素4.6mg/100g）を用い、高畦全面マルチ、無化学農薬栽培で行った。チンゲンサイ茎葉重は化学肥料標準区（360.5g/株、100%）>堆肥6t区（95%）>堆肥3t+化学肥料半量区（89%）>堆肥3t区（76%）の順に高かったが、生育は各区とも良好であった。ダイコンの根重は1012~1127g/株の範囲にあり、各区とも化学肥料標準区の90~95%であった。特に堆肥3t区は化学肥料標準区とほぼ同程度であり、減収は少なかった。窒素濃度はチンゲンサイ、ダイコンとも化学肥料標準区が高く、堆肥3t区が最も低かった。チンゲンサイは堆肥3t+化学肥料半量区と堆肥6t区の窒素濃度がほぼ同じであったが、ダイコンは前者のほうが後者よりもやや高かった。窒素供給量の低減により、チンゲンサイとダイコンの根部および茎葉部の硝酸態窒素濃度は低下し、チンゲンサイとダイコン根部の全糖濃度は明らかに高まったが、ビタミンC濃度は窒素供給量の最も少なかった堆肥3t区のみが高かった。このように、収量減を極力抑えた範囲での堆きゅう肥施用や減肥など窒素供給量の低減によって、作物体中の硝酸態窒素を減らし全糖濃度を高めるなど品質改善を図ることができた。

緒 言

近年、消費者は野菜などの農産物に安全性はもとより美味しさを求める声が強くなっている。野菜はミネラルやビタミン等の補給源として重要であるが、葉菜類では過剰施肥による硝酸の蓄積が問題になっており、その軽減対策が検討されている^{21, 6, 20}。野菜に含まれる硝酸が人体に摂取されると、一部は口中や胃腸内で微生物によって容易に亜硝酸に還元され、これと肉類などの消化過程で生じたアミン類が反応し、微量で発ガン性のあるニトロソアミンが生成されると指摘されている²²。また、欧米では高濃度の硝酸を含む葉菜類の摂取と施設水道水の飲用が原因で生後3カ月未満の乳児にブルーベビー症の発生が報告されている⁷。これは摂取された硝酸塩が体内で亜硝酸に変わり、ヘモグロビンと結合してメタヘモグロビンとなり、酸素を運べなくなるために起こる。乳児は大人より胃酸が

少なく硝酸還元微生物が多いため、硝酸が亜硝酸に変わりやすいのである。このようなことは硝酸塩を高濃度に含む地下水⁴や野菜ジュース⁵においても懸念されている。現在、地下水の環境基準として硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が10mg/l以下と決められている。ほうれんそうのシュウ酸もカルシウムと結合してできる結石の原因として蓄積が問題になっており⁹、その軽減対策が検討されている^{6, 10, 20}。このように、野菜の安全性については硝酸やシュウ酸の低減、品質面ではビタミン、糖、機能性成分などの向上が求められている。

一方、生産現場ではさらに環境に負荷を与えない施肥技術や防除技術が求められており、北海道においてもクリーン農業として減化学肥料^{2, 3, 12}、減化学農薬や品質向上^{8, 14, 15, 17, 18}の栽培技術開発に積極的に取り組んでいる。このような背景のもと、2000年7月には改正JAS法が施行され、認証制度に基づく「有機JASマーク」が流通を始め、有機栽培農産物が認識されてきた。

また、著者の一人が居住するタイ国は全人口の8割が農家人口であるが、工業化が優先されるなかで農村が疲弊している。バブル崩壊後、「ほどほどの自給自足型経済」が強調されており、今後、小規模農家が生きていくためのひとつの選択肢として、化学肥料や化学農薬をほとんど使わない低コストで小規模な自然循

2000年11月24日受理

*¹ ワットヤナサンワララム農業訓練開発センター（タイ国）

*² 北海道立花・野菜技術センター、073-0026 滝川市（現：酪農学園大学、069-8501 江別市）

*³ 同上

*⁴ 同上（現：北海道立中央農業試験場、069-1395 夕張郡長沼町）

E-mail:kkamada@agri.pref.hokkaido.jp

環型農法が評価されつつある。

以上のように、消費者や生産農家の間では化学肥料や化学農薬を用いない、いわゆる有機栽培への関心が高くなっている。しかし、堆きゅう肥など有機質資材の施用が野菜の収量や品質に及ぼす影響については報告事例が少なく^{11, 13, 16, 20)}、不明な点が極めて多い。

したがって、葉菜類としてチンゲンサイ、根菜類としてダイコンを供試し、化学肥料と比較して堆きゅう肥のみの施用および化学肥料と堆きゅう肥の併用が収量と品質成分に及ぼす影響について検討した。なお、各 plot とも無化学農薬栽培である。

試験方法

1. 耕種概要

場所：花・野菜技術センターほ場

土壌：軽石流堆積物客土による表土処理の他、パーク堆肥を施用、混合した造成台地土で、土壌の理化学性は Table 1 の通りである。

品種：チンゲンサイ(青帝)、ダイコン(耐病総太り)

処理区：堆肥 0 + 化学肥料 1 区、堆肥 3 t/10 a + 化学肥料 0.5 区、堆肥 3 t/10 a + 化学肥料 0 区、堆肥

6 t/10 a + 化学肥料 0 区(以下、順に M0C1 plot, M3C0.5 plot, M3C0 plot, M6C0 plot と表記する)。2 反復。

施肥量：C1 plot は $N-P_2O_5-K_2O=10.8-14.4-10.8$ kg/10 a を化成肥料で施用し、C0.5 plot は 3 要素とも C1 plot の半量とした。

堆きゅう肥：滝川畜産試験場と花・野菜技術センターの合同堆肥場で家禽糞尿および農作物収穫残さを堆積混合して生産したものであり、化学成分は Table 2 の通りである。

防除：ニンニクエキスをを用いたが、作り方は Table 3 の通りである。チンゲンサイは 1 回散布で、ダイコンは無散布である。

栽培法：単畦高畦全面マルチ栽培(畦間 50 cm)で、マルチフィルム(近紫外線反射地温抑制フィルムで害虫忌避と地温抑制効果)を使用した。

チンゲンサイ定植 8 月 31 日、収穫 9 月 28 日(株間 20 cm, 1 万株/10 a)

晩夏まきダイコン播種 8 月 17 日、収穫 10 月 21 日(株間 25 cm, 8 千株/10 a)

Table 1. Characteristics of the soil used for experiments

pH(H ₂ O)	EC mS/m	C %	N %	CEC me/100g	Ca saturation percentage	base saturation percentage	truog-P ₂ O ₅ mg/100g
6.66	7.1	2.30	0.20	19.6	60	70.4	31

Table 2. Chemical components in farmyard manure(per dry matter)

moisture %	C %	N %	C/N	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %
61.6	28.2	1.92	14.7	3.21	2.00	3.31	1.03

Table 3. How to make garlic extract

material	garlic 400g, soap 10g, water 20L
how to make	1. make the juice of garlic except rind with mixer 2. dissolve soap with a few hot water(about 0.1L) 3. mix the garlic juice and the soap water 4. mix it with water 20L

2. 作物体の調製と分析

採取した作物体の汚れを拭き取り、直ちに部位別に細断し分析用試料とした。無機成分は乾燥粉碎後、硫酸-過酸化水素で分解し、窒素は水蒸気蒸留滴定法で、リン酸はアスコルビン酸還元法で、他は原子吸光法で分析した。糖などの内部品質評価項目は、細断後直ちに、また直ちに分析できない場合はビニール袋に密封し冷凍保存したものを分析に供した。全糖はエタノール中で磨砕抽出後、高速液体クロマトグラフィーでグルコース、フラクトースとシュクロース濃度を求め、これの合計値で表示した。硝酸態窒素は汁液を用い、サリチル硫酸法で、Brix は汁液を屈折糖度計でそれぞれ測定した。ビタミンCはメタリン酸で抽出後、ヒドラジン比色法で測定した。

3. 土壌の調製と分析

施肥前の作土層から土壌を採取し、風乾後、2mmの篩を通し分析試料とした。土壌の一般理化学性は常法によって分析した。可給態窒素は土壌を100ml容のプラスチック容器に40g採取し、土壌のみと土壌に風乾荒粉碎した堆肥0.5gを混合した試料を作成した。これら試料の水分を最大容水量の60%に調節して容器の口を通気性のあるポリエチレンフィルムで被覆した。20日間、30℃の恒温室で培養した後、10%塩化カリウム溶液で抽出した。この濾液についてフローインジェクション法で窒素を測定した。

4. 土壌微生物調査

チンゲンサイ試験 plot の収穫時に根圏の微生物相

を調査した。各 plot から採取した根部を軽く洗浄、切断後、根重を測定した。その後、根部を200mlの滅菌水が入った300mlのフラスコ内で15分間振とうし、根圏土壌懸濁液とした。その後、希釈平板法で段階希釈した溶液を滅菌シャーレに入れ、検出培地（糸状菌数はマーチン寒天培地、細菌数はアルブミン培地）を流し込み、25℃下で培養した。7日後に出現したコロニーを計測し、根1g当たりの糸状菌数および細菌数を算出した。本調査は3反復で行った。

試験結果

1. チンゲンサイ

(1) チンゲンサイの生育量と吸収窒素量の関係

チンゲンサイの生育量、窒素濃度と窒素乾物生産効率を Table 4 に示した。

生育量はM0C1 plot (100) > M6C0 plot (95) > M3C0.5 plot (89) > M3C0 plot (76) の順に大きかったが、窒素濃度も生育量と同様な傾向を示した。すなわち、茎葉の窒素濃度が高いほど生育量も大きかった。

乾物率はM0C1 plot が3.6%と最も低く、M3C0 plot は5.2%と最も高かった。

吸収された窒素の乾物生産効率はM0C1 plot 24.2 g/Ngに対して他の plot が高くなっているが、特にM3C0 plot は34.8 g/Ng でありM0C1 plot の1.4倍であった。

Table 4. Yield and N concentration of Pak-choi

plot*	leaf weight g/plant	ratio %	dry weight rate %	N %	ratio %	dry matter g/Ng
M0C1	360.5	100	3.6	4.14	100	24.2
M3C0.5	320.1	89	4.4	3.44	83	29.1
M3C0	274.5	76	5.2	2.87	69	34.8
M6C0	342.0	95	3.9	3.49	84	28.7

* M0C1(farmyard manure 0t/10a, chemical fertilizer 1)

M3C0.5(farmyard manure 3t/10a, chemical fertilizer 0.5)

M3C0(farmyard manure 3t/10a, chemical fertilizer 0)

M6C0(farmyard manure 6t/10a, chemical fertilizer 0)

C1 : applied N(10.8kg/10a), P₂O₅(14.4kg/10a), K₂O(10.8kg/10a)with compound fertilizer

C0.5 : applied N(5.4kg/10a), P₂O₅(7.2kg/10a), K₂O(5.4kg/10a)with compound fertilizer

(2) チンゲンサイの内部品質

チンゲンサイの硝酸態窒素濃度, ビタミンC濃度, Brix および全糖濃度を Fig. 1 に示した。

硝酸態窒素濃度についてみると, M0C1 plot の硝酸態窒素0.38%に対して各 plot とも低く推移していた。特にM3C0 plot は著しく低く, M6C0 plot との濃度差も大きかった。これら各 plot の硝酸態窒素濃度は窒素濃度と同じ傾向を示した。

ビタミンC濃度はM0C1 plot 31mg/100gF.W であったのに対してM3C0 plot が43mg/100gF.W と高く, その他の plot は大差なかった。Brix と全糖濃度はほぼ同じ傾向を示し, M0C1 plot に対して特にM3C0 plot が高く, ついでM3C0.5 plot であり, M6C0 plot はほぼ同じかやや高い傾向であった。

(3) チンゲンサイ栽培ほ場の根圏微生物相と病虫害調査

チンゲンサイ収穫時の根圏微生物相を Fig. 2 に, 病虫害調査結果を Table 5 に示した。

糸状菌数は各 plot とも大差なかったが, 細菌数はM6C0 plot のみが多い傾向にあった。また, 収穫時の病虫害調査ではM6C0 plot, M0C1 plot の虫害が少であったが, 病害では各処理 plot とも無～少であり, 病害, 虫害とも発生率は低かった。

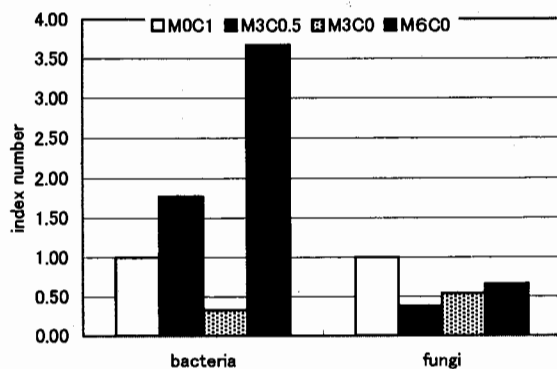


Fig. 2. Microflora in the rhizosphere soil of Pak-choi cultivation(Index number 1.00: fungi 8.7×10^2 cfu, bacteria 3.0×10^5 cfu of M0C1 plot)

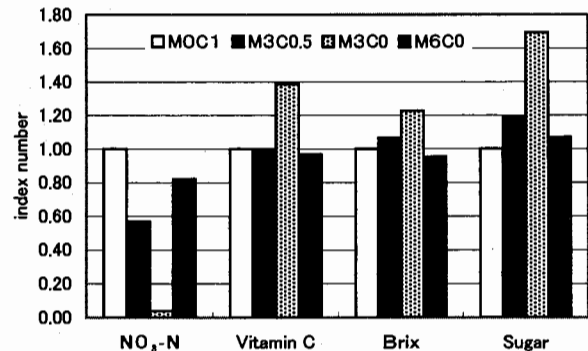


Fig. 1. NO₃-N, Vitamin C, Brix and Sugar content in Pak-choi(Index number 1.00: NO₃-N 0.38%, Vitamin C 31mg/100gF.W, Brix 3.1%, Sugar content 0.88g/100gF.W of M0C1 plot)

2. ダイコン

(1) ダイコンの生育量と窒素乾物生産効率

ダイコンの生育量を Table 6 に示した。

M0C1 plot の根重は1127 g/plantであったが, それに対する各 plot の割合は90～95%であり, その差は比較的小さかった。茎葉重も根重と同様な傾向にあったが, M3C0 plot だけは66%と著しく低かった。これらを反映してダイコンの茎葉重/根重比はM3C0 plot が0.28と低く, その他の plot はM0C1 plot と同じ0.40程度であった。

Table 5. Disease and insect damage on Pak-choi

plot	disease*	insect*
M0C1	0.7	1.0
M3C0.5	0.3	0.5
M3C0	0.2	0.2
M6C0	0.1	1.2

*0:zero 1:little 2:middle 3:much 4:remarkable

Table 6. Yield of japanese radish

plot	root weight g/plant	ratio %	dry weight rate %	leaf weight g/plant	ratio %	dry weight rate %	leaf weight/ root weight
M0C1	1127	100	4.8	450	100	6.4	0.40
M3C0.5	1012	90	5.3	391	87	7.0	0.39
M3C0	1076	95	5.2	296	66	7.9	0.28
M6C0	1044	93	5.2	413	92	6.6	0.40

Table 7. N concentration and N distribution of japanese radish

plot	root		leaf		root Ng/	
	N %	ratio %	N %	ratio %	total Ng	ratio %
M0C1	1.47	100	3.21	100	46	100
M3C0.5	1.31	89	3.03	94	46	100
M3C0	1.06	72	2.36	74	51	111
M6C0	1.25	85	2.58	80	49	106

乾物率は根部、茎葉部ともほぼ同じ傾向を示し、M0C1 plot が他の plot よりも低かった。

ダイコンの根、茎葉の窒素濃度とダイコン根部への窒素配分割合を Table 7 に、窒素の乾物生産効率を Fig. 3 に示した。

ダイコンの窒素濃度は根部、茎葉部とも M0C1 plot > M3C0.5 plot > M6C0 plot > M3C0 plot の順に高かった。ダイコン根部への窒素配分割合は M0C1 plot よりも堆肥施用 plot である M3C0 plot と M6C0 plot がやや高かった。

吸収された窒素の根乾物に対する生産効率は M3C0 plot > M6C0 plot, M3C0.5 plot > M0C1 plot の順に高かった。この傾向は茎葉乾物生産効率についても同様であった。

(2) ダイコンの外部品質、内部障害と病害虫調査

ダイコンの外部品質と内部障害調査結果を Table 8 に示した。

各 plot とも外部品質は良好で、内部障害の発生は

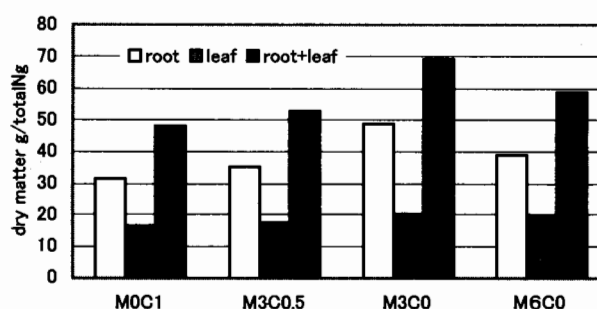


Fig. 3. Efficiency of dry matter production of N on japanese radish

極めて低かった。また、各 plot とも食味は良く、障害根の発生もなかった。

病虫害は生育初期にわずかに発生したが、収穫時にはほとんど発生がみられなかった。

Table 8. External and interior properties of japanese radish

plot	external properties		degree of interior damage***			
	skin*	lateral root**	stripe	cave	red heart	mesh
M0C1	4.0	1.0	0.0	0.5	0.4	0.0
M3C0.5	4.0	2.0	0.2	0.2	1.3	0.0
M3C0	4.0	2.0	0.0	0.6	0.4	0.9
M6C0	4.0	1.0	0.1	0.0	0.3	0.0

*5 good~1 bad **5 much~1 little ***4 remarkable~0 zero

(3) ダイコンの内部品質

ダイコン根部の内部品質を Fig. 4 に、茎葉部の内部品質を Fig. 5 に示した。

根部の各品質について、M0C1 plot を対照として他の plot と対比すると、硝酸態窒素濃度は M3C0

plot と M3C0.5 plot が低く、特に M3C0 plot は検出されなかった。ビタミンC濃度は各 plot とも大差なかった。Brix は各 plot とも大差なかったが、全糖濃度はいずれの plot も高く、特に M3C0 plot はかなり高かった。

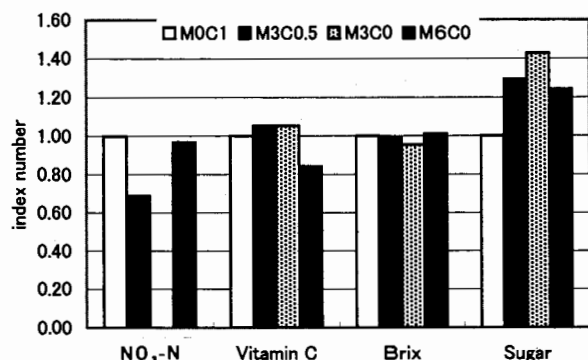


Fig. 4. NO₃-N, Vitamin C, Brix, Sugar content in root of Japanese radish (Index number 1.00: NO₃-N 147ppm, Vitamin C 10mg/100gFW, Brix 4.3%, Sugar content 1.57g/100gFW of M0C1 plot)

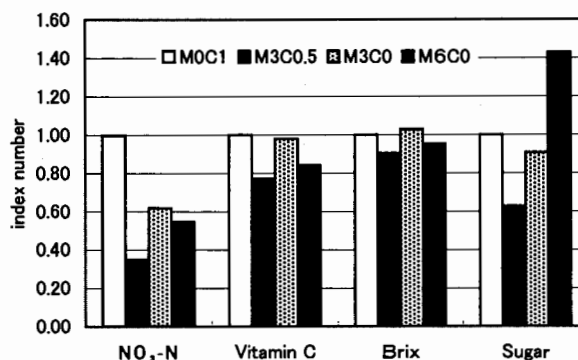


Fig. 5. NO₃-N, Vitamin C, Brix and Sugar content in leaf of Japanese radish (Index number 1.00: NO₃-N 65ppm, Vitamin C 73mg/100gFW, Brix 5.2%, Sugar content 1.07g/100gFW of M0C1 plot)

同様に茎葉部についてみると、硝酸態窒素濃度は各plotとも低かった。ビタミンC濃度は各plotとも同程度か、やや低かった。Brixは各plotとも大差なかった。全糖濃度は特にM6C0 plotが高く、M3C0 plotはやや低い程度であったが、M3C0.5 plotはかなり低かった。

3. 供試土壌の地力窒素、堆肥からの窒素供給量と野菜の窒素吸収量

供試した土壌と堆肥の可給態窒素量はTable 9に、

推定される窒素の供給量と野菜の窒素吸収量はTable 10に示した。

栽培したは場の可給態窒素量は4.6mg/100gであり、作土15cm、仮比重1.0とすると10a当たりの窒素供給量は6.9kgとなり、地力窒素の比較的高い土壌であった。

堆肥の窒素無機化率は11.4%であったが、その85%は当初から無機態窒素として存在していた。堆肥6t/10a施用では全窒素量として44kg/10aとなり、無機化した窒素が全て利用されると仮定すると、作物が利

Table 9. Available N in soil and farmyard manure (cultivated at 30°C)

item	available N (mg/100 g)	
	0 day	20 day
man-made soil	1.77	4.61
M*0.5 g (Total N 9.6mg)	0.93	1.10
N mineralization ratio of M*(%)	9.7	11.4

* M: farmyard manure

Table 10. Available N and N absorption in the vegetables

* Depth of topsoil: 15cm

plot	available N (kg/10a)				N absorption kg/10a			
	available*	fertilizer application	farmyard manure	sum	pak-choi	root of radish	leaf of radish	sum of radish
M0C1	6.9	10.8	—	17.7	5.4	6.4	7.5	13.9
M3C0.5	6.9	5.4	2.5	14.8	4.8	5.7	6.6	12.2
M3C0	6.9	—	2.5	9.4	4.1	4.7	4.4	9.1
M6C0	6.9	—	5.0	11.9	4.7	5.4	5.7	11.1

用できる窒素は5.0kg/10aであった。したがって、対照であるM0C1 plotの10a当たり窒素供給量は可給態窒素6.9kgと施肥窒素10.8kgを合計した17.7kgであったのに対し、堆肥6tを施用したM6C0 plotの窒素供給量は可給態窒素6.9kgと堆肥からの窒素5.0kgを合計した11.9kgであった。

一方、野菜の窒素吸収量をみると、チンゲンサイの窒素吸収量はM0C1 plotが10a当たり5.3kg、M6C0 plotが4.7kgであったのに対し、ダイコンの窒素吸収量は10a当たりM0C1 plotが13.9kg、M6C0 plotが11.1kgであり、2倍以上の吸収量の差があった。

考 察

本ほ場は窒素地力が比較的高い土壌で、かつ栽培は高畦全面マルチ下で行われたものであり、養分の溶脱が少ない条件での試験である。

窒素の供給量はM0C1 plot > M3C0.5 plot > M6C0 plot > M3C0 plotの順に多かった。

窒素の供給量と野菜の吸収量から窒素の収支をみると、チンゲンサイは窒素供給量よりも吸収量が少なく、また、ほ場での栽培期間が30日弱と短い条件であった。ダイコンは窒素供給量よりも吸収量が多く、また、ほ場での栽培期間がチンゲンサイより長い61日であったが、深根性であり根域も広いため、より広汎な範囲から窒素を吸収したと推定される。窒素の供給量と野菜の吸収量からみると、チンゲンサイは供給量にかなり余裕がある栽培条件であったが、ダイコンはM0C1 plot以外の各plotの供給量が厳しい栽培条件であったと推定された。

このような土壌で栽培したチンゲンサイの茎葉重はM0C1 plot (100%) が最も多く、ついで堆肥6t plot (95%) と堆肥3t + 化学肥料0.5plot (89%) がやや少なく、堆肥3t plot (76%) が最も少なかった。一方、ダイコンの茎葉重はチンゲンサイと同じ傾向であったが、根重は各plotともM0C1 plotの90~95%であり、特にM3C0 plotはM0C1 plotとほぼ同じであった。

愛知県におけるチンゲンサイの目標収量は3000kg/10aとなっている¹⁾。本試験における収量は最も低い堆肥3t plotでも2745kg/10aであるから、これと比べて遜色のない収量であったといえる。また、北海道におけるダイコンの目標とする1本重は1000~1200gである¹⁰⁾が、本試験の各plotの根重は1127~1012g/本であり、適正な範囲内にあった。

各plotの窒素濃度はチンゲンサイ、ダイコンともM0C1 plotが高くM3C0 plotが最も低かった。また、チンゲンサイはM3C0.5 plotとM6C0 plotは

ほぼ同じ窒素濃度であったが、ダイコンは前者のほうが後者よりも高かった。この原因の一要因として、チンゲンサイは生育期間が短く窒素吸収量も少なかったため両plotの間に窒素濃度や窒素の乾物生産効率の差がみられなかったと推定される。一方、ダイコンは茎葉部と根部に同程度の窒素が吸収されその吸収量も多い。また10月以降の生育後半は気温・地温も低下してくるため、窒素供給量や速効性窒素の多いM3C0.5 plotはそれらの少ないM6C0 plotのよりも窒素濃度は高くなったが窒素の乾物生産効率は逆にやや低下したと思われる。

本試験で供試した堆きゅう肥は無機態窒素が多く培養窒素が少ない特徴があり、これは化学肥料に近いものである。野菜の場合、生育初期における窒素の影響が大きいため、この堆きゅう肥は生育に対して効果の出やすい資材であったことが推定された。

品質についてみると、チンゲンサイ、ダイコンとも窒素供給量を低減することによって、葉菜類でしばしば問題となる硝酸態窒素濃度を、一定以上の収量に保ちながら低下できることが示された。一方、チンゲンサイおよび収穫部位であるダイコン根部のビタミンC濃度は窒素供給量の最も少なかったM3C0 plotのみが高かったが、全糖濃度は各処理plotとも高まった。チンゲンサイ、ダイコンともM0C1 plotよりも他のplotの乾物率が高く、このことが全糖濃度を高めた要因の1つと推定された。また、ダイコンの茎葉部と根部の全糖濃度を比較すると、M0C1 plotに対してM3C0 plot、M3C0.5 plotでは茎葉部は低いが根部は高くなっている。M3C0 plot、M3C0.5 plotのダイコンでは、窒素供給量を低減することによって生育ステージが早まり、根へ転流する糖の割合が高まっていると推測された。ただし、M6C0 plotでは茎葉部が著しく高くなったが、この原因については不明である。

このように、減肥、化学肥料と堆きゅう肥の併用および堆きゅう肥のみの施用など収量減を極力抑えた範囲での窒素供給量の低減によって、硝酸態窒素を減らし全糖濃度など品質改善が図られることが認められた。

建部ら⁶⁾はホウレンソウとコマツナを用いた試験で、窒素施用量がN0からN30g/m²まで増加するにつれて総アスコルビン酸濃度は低下すると報告している。本試験では最も窒素供給量の少ないM3C0 plotにおいてチンゲンサイのビタミンCが高くなっており、同様の結果が得られた。松本ら²⁰⁾は窒素減肥や大豆油かすやなたね油かす等、有機質肥料の施用によってホウレンソウの硝酸濃度は低下したが、アスコルビン酸濃度は処理間で差がみられなかったと報告している。松本らが栽培したほ場は灰色低地土・灰色系で、施肥

窒素量が14kg/10a, 施肥後の播種時における慣行区の可給態窒素(30日間, 20℃培養)が18.3mg/100gとなっているが, どの程度の地力窒素を持つ土壌での試験なのか不明である。例えば耕起深が15cm, 容積重が1.0, 施肥窒素がすべて溶出してくと仮定すると, この土壌自体の可給態窒素は18.3-9.3(施肥窒素の溶出した量)=9.0mg/100gとなり, 極めて地力窒素の高い土壌での試験ということが推定される。そのため, 松本らの試験ではアスコルビン酸濃度に処理間差が見られなかったのであろう。小野寺ら²⁾は各種有機物の種類と施用年数, 前作残さなどを考慮し, 可給態窒素を指標として土壌診断を行い, それに基づく露地野菜畑の窒素施肥管理法を報告している。このように事前の窒素診断によって地力窒素を把握し, それに基づく有機物等の施用量を推定して設計を組まなければ品質等の有益なデータは出にくいであろう。

病虫害に関しては, 本栽培法が高畦全面マルチ栽培であること, 晩夏まきで病害虫が発生しにくい作型であったこと, などから両野菜ともほとんど被害はみられなかった。

以上のように, 堆きゅう肥など有機物の施用による野菜の栽培と品質改善は可能であったが, その場合, 土壌や有機物の種類, 作型の違いを含めた地力窒素の把握が重要であり, それを前提にした施肥法の改善, 施用量の設定が必要である。

謝 辞: 本試験を開始するに当たり, 種々のご便宜を図っていただいた前北海道立花・野菜技術センター研究部長宮浦邦晃博士(現北海道立北見農業試験場場長)に心から謝意を申し上げます。また, ご校閲を賜った北海道立中央農業試験場農業環境部能代昌雄部長, 同農産工学部谷口健雄副部長, さらに本稿の作成に当たり, 有益なご助言をいただいた北海道立中央農業試験場農産工学部農産品質科長加藤 淳博士, 同農業環境部環境保全科長日笠裕治博士, 北海道立原子力環境センター農業科小野寺政行研究職員, 以上の各位に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 愛知県農業水産部. “農作物の施肥基準”. 120 (1991)
- 2) 小野寺政行, 美濃健一, 三木直倫. “施用有機物および土壌窒素放出量予測に基づく露地野菜畑の窒素施肥管理”. 土肥誌. 69, 79-84(1998)
- 3) 小野寺政行, 三木直倫, 赤司和隆. “キャベツの作条施肥による窒素3割減肥技術”. 土肥誌. 71, 714-717(2000)
- 4) 熊沢喜久雄. “地下水の硝酸態窒素汚染の現況”. 土肥誌. 70, 207-213(1999)
- 5) 関本 均, 児玉いち子, 小松孝行. “野菜汁飲料中の硝酸濃度の調査とその摂取量に関する一考察”. 土肥誌. 71, 700-702(2000)
- 6) 建部雅子, 石原俊幸, 松野宏治, 藤本順子, 米山忠克. “窒素施用がハウレンソウとコマツナの生育と糖, アスコルビン酸, シュウ酸濃度に与える影響”. 土肥誌. 66, 238-246(1995)
- 7) Deeb, B.S; Sloan, K.W. “Nitrates, nitrites and health”. Illinois Agric. Exp. Stn. Bull., No. 750, 1-25(1975)
- 8) Hikasa, Y. “Diagnostic technique for nitrogen nutrition of cabbage to increase sugar concentration, Plant nutrition-for sustainable food production and environment”. ed. T. Ando et al., Kluwer Academic Publishers, Japan, 369-370(1997)
- 9) Hodgkinson, A. “Evidence of increased Oxalate absorption in patients with calcium-containing renal stones”. Clin. Sci. Mol. Med., 54, 291-294(1978)
- 10) 北海道立上川農業試験場. “ほうれんそうのシュウ酸濃度低減化技術”. 平成9年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1997. p. 52-54.
- 11) 北海道立原子力環境センター. “すいかの窒素吸収特性に基づく有機肥料の肥効評価”. 平成8年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p. 324-327.
- 12) 北海道立中央農業試験場. “道央タマネギ栽培における減化学肥料の実証”. 平成8年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p. 315-317.
- 13) 北海道立中央農業試験場. “有機質肥料(魚・大豆・なたね粕, 米ぬか)の窒素無機化特性と水稻に対する化学肥料代替性”. 平成8年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p. 332-334.
- 14) 北海道立中央農業試験場. “夏どりキャベツの内部成分の変動要因と指標値の策定”. 平成11年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1999. p. 237-239.
- 15) 北海道立道南農業試験場. “春夏まきレタスの品質向上のための栽培管理対策”. 平成6年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1994. p. 348-351.
- 16) 北海道立道南農業試験場. “堆肥施用がほうれんそうの内部品質に及ぼす影響”. 平成8年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1996. p.

327-329.

- 17) 北海道立道南農業試験場. “販売戦略強化に向けた道産野菜の機能性成分の評価ーキャベツ等抗酸化力の測定と栽培条件による変動”. 平成10年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1998. p. 159-161.
- 18) 北海道立道南農業試験場. “ビタミンC向上を目指した早出しキャベツの栽培法”. 平成11年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1999. p. 159-161.
- 19) 北海道農政部監修. “北海道野菜地図, その23”. 135(2000)
- 20) 松本真悟, 阿江教治, 山縣真人. “有機質肥料の施用がハウレンソウの生育および硝酸, シュウ酸, アスコルビン酸濃度に及ぼす影響”. 土肥誌. 70, 31-38(1999)
- 21) 目黒孝司, 吉田企世子, 山田次良, 下野勝昭. “夏どりハウレンソウの内部品質指標”. 土肥誌. 62, 435-438(1991)
- 22) 米山忠克. “空気, 水, 植物における硝酸, 亜硝酸, N-ニトロソ化合物”. 保健の化学. 24, 725-729(1982)

Influence of Farmyard Manure on the Yield and Quality in Pac-choi and Japanese Radish

Tippawan SITTIRUNGSUM^{*1}, Hiroshi DOHI^{*2}, Reiichiro UENO^{*3},
Yoshihiko SHIGA^{*3}, Ryuichi NAKAMURA^{*3}, Harukuni HORITA^{*3}
and Kenichi KAMADA^{*4}

Summary

The influence of farmyard manure on the yield and quality in Pac-choi and Japanese radish was investigated on the field of Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center, in 1998. Available N concentration of soil in the experiment plots was 4.6mg/100g air-dried soil and it was comparatively high. Pak-choi and Japanese radish were cultivated with the conditions of high ridge and whole surface mulching and without chemical synthetic pesticide. The yields of Pak-choi were higher in order of the plots cultivated with chemical fertilizer standard (360.5g/plant)>farmyard manure 6t(342.0g/plant)>farmyard manure 3t+chemical fertilizer 1/2 of standard(320.1g/plant)>farmyard manure 3t(274.5g/plant) and the growth of each plot was favorable. The yields of Japanese radish at each treatment plot were 1012~1127g/plant and they were 90~95% in comparison with the chemical fertilizer standard plot. The farmyard manure 3t plot was almost equal to the chemical fertilizer standard plot. N concentration of Pak-choi was the highest at the chemical fertilizer standard plot, and was lowest at the farmyard manure 3t plot. N concentration of Japanese radish was also similar to the results of Pak-choi. Though N concentration of Pak-choi at the farmyard manure 3t+chemical fertilizer 1/2 of standard plot was almost similar to the farmyard manure 6t plot. N concentration of Japanese radish was slightly higher at the farmyard manure 3t+chemical fertilizer 1/2 of standard plot than the farmyard manure 6t plot. NO₃-N concentration of these vegetables decreased by diminution of N supply to the soil. Though total sugar contents of these vegetables obviously increased by diminution of N supply to the soil and vitamin C contents increased at the farmyard manure 3t plot.

Thus, the NO₃-N concentration of these vegetables was decreased and total sugar contents and vitamin C contents of them were increased by diminution of N supply to the soil without excessive decrease of yields. The diminution of N supply(proper application of farmyard manure and decrease of fertilizer etc.)should be accomplished by soil diagnosis.

^{*1} Wat Yanasungvararm Agricultural Training and Development Centre, Huaiyai Subdistrict, Banglamung District, Chonburi Province, 20260 Thailand

^{*2} Hokkaido Ornamental Plants and Vegetables Research Center, Takikawa, Hokkaido, 073-0026 Japan (Present; Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501 Japan)

^{*3} ibid.

^{*4} ibid.(Present; Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan)

E-mail:kkamada@agri.pref.hokkaido.jp