

施設花き栽培における硝酸態窒素の流出と環境負荷の軽減対策

大村 邦男^{*1} 坂本 宣崇^{*2}

カーネーション施設栽培における窒素施肥量は植物体の吸収量を大きく上回っていた。作土の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は施肥量に対応しており、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度勾配は灌水と蒸散に伴う変動を繰り返した。暗渠から流出する $\text{NO}_3\text{-N}$ は灌水管理による影響が大きく、20mm以上で流出が始まり、土壌からの流出割合は20~30mmで0.2%未満、50mmでは0.5%を上回った。暗渠排水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は高いが、流下過程で希釈されるため、周辺水域に及ぼす影響は判然としなかった。カーネーション定植直後の生育は土壌中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量が10mg/100gで良好となり、生育量及び葉色は20mg/100gでピークに達する。窒素の過剰施用はカーネーションの生産性と品質低下を招く。カーネーション栽培における環境負荷軽減対策として、土壌診断に基づく施肥と一回の灌水量を20mm以下に抑えることが基本と考えられた。

緒 言

道内では冷涼な気候を利用して春植え夏秋出荷のカーネーション栽培が行われており、その作付け面積は長野県、愛知県に次いで全国第3位の地位を占める。なかでも、道南のN町では昭和50年から花き生産組合を結成し生産性の向上に努めており、その生産量は道内一を誇っている¹⁾。

カーネーションは透水性が良好で養分に富む土壌に適し、耐肥性の強い作物とされており、長年にわたって有機物と化学肥料を大量に投入する管理が行われてきた。そのため、施設内の土壌環境の悪化や花の生産性に障害をもたらし、品質の低下を招いている。

一方、灌水に伴う肥料成分の流出は、局所的ではあるが高濃度の栄養塩類を含むことから、周辺の水系に及ぼす影響が懸念されている。

本報告では、環境保全の面から花きハウスの栽培管理が周辺水域に及ぼす影響について解析し、これが施設栽培の持続的な生産に反映されることを目的に、①施設花き栽培の管理法と土壌養分の実態、②施設から流出する暗渠排水の水質と周辺水系に及ぼす影響について調査した。さらに、③カーネーションの生産と品質維持に必要な土壌中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量について検討し、施肥及び水の管理法に関する基本的な考え方を示した。

試験方法

1. 花き栽培ハウスの栽培管理と土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量

1996年にN町でカーネーションを栽培している農家6戸、47棟のハウスの施肥管理について調査した。同様の調査を1999年に2地区4戸で行い、その管理実態と土壌養分の関連性について検討した。各農家のN施肥量は、I地区の農家A 47kg (内、有機肥料24kg)、農家B 32kg/10aで多く、II地区の農家C 24kg、農家D 25kg/10aと比較的少なかった。

2. ハウスから流出する暗渠排水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度

1999年にカーネーション栽培ハウスの暗渠から流出する排水を時期別に採取して $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度を調べた。調査は20年余り前から花を栽培している農家Aと5年ほど前から栽培を始めた農家Cの2カ所を対象にした。

3. 暗渠排水が周辺水系の水質に及ぼす影響

1999年に暗渠排水が周辺水系の水質に及ぼす影響を調査した。調査対象農家Aでは灌水用の水源に井戸水を使用しており、貯留槽からポンプで吸水しパイプを通して灌水していた。ハウスの地表下約80cmには暗渠が設置されており、ここから余剰水が流出していた。暗渠から出た水は水田や畑地を経由してきた排水路に流れ込み、約1kmの間、水田や畑地を経由してK川に到達していた。これら流出経路に沿って各定点で採水して $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度を調べた。

2000年7月26日受理

^{*1} 北海道立道南農業試験場, 041-1201 亀田郡大野町本町

^{*2} 北海道農政部農業改良課, 060-8588 札幌市中央区

4. 土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量とカーネーション生育の関連性

供試品種は「パーバラ」で、試験規模はa/5000pot 5反復、1株植/potで4本仕立てとした。定植は1999年5月26日、収穫は9月1日～10月22日。試験処理は $\text{NO}_3\text{-N}$ で10, 10+10 (追肥), 20, 40, 80mg/100g相当の硝酸石灰施用。共通施肥は炭加10g, 重焼 P 20g, 硫加4g /potで、追肥は6月24日に行った。調査項目は切り花長, 切り花重, 茎径, 節数, 花数, 下垂度, 葉緑素含量。なお、葉緑素含量はSPAD-502を用いて先端から第5節目の2葉について測定した。

結 果

1. 花き栽培ハウスの栽培管理と土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量

(1) 栽培管理の実態

基肥量は一般化成肥料と有機質肥料を合わせて平均で $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ (39-40-23kg/10a), これに加えて1～2年ごとに堆肥が平均5t/10a施用されていた。このような管理は長年継続されており、基肥量は道の施肥標準量²⁾ (40-20-40kg/10a, N, K_2O の70%程度を分施)を上回っていた(表-1)。

表-1 施肥実態及び花の養分吸収量(kg/10a)

	N	P_2O_5	K_2O
化学肥料	19.1	19.6	18.5
有機質肥料	19.4	20.4	4.2
合計	38.5	40.0	22.7
吸収量	13.4	7.0	42.8

一方、施肥量とカーネーションの吸収量の関係を見ると、基肥量の平均が $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ (24-23-21kg/10a)のハウス群で吸収量の平均値は13-7-43kg/10aで、N, Pの基肥量が吸収量を大きく上回っていた。これに加えて、花の生育に合わせて液肥を1回当たり3～5kg/10a程度、2～5回施用している例が多くみられた。

灌水は経験に基づいて定植前に作土層が飽和に達するまで行い、その後は気象条件と花の生育ステージに合わせ、一回に約20mm相当を、5月～8月は3～4日間隔、9月～11月は7日間隔、2月～4月は7～10日間隔で行っていた。

(2) 土壌中 $\text{NO}_3\text{-N}$ の動向

カーネーション栽培ハウスの土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は、古いハウスほど高く、経年化に伴って蓄積する傾向がみられた。

定植直後、収穫中、収穫後被覆排除の各時期における作土中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量を比較したところ、収穫直後の作土では平均で約23mg/100g残存しているのに対して、被覆排除後は4.4mgと低く、排除後の低下が明らかであった(図-1)。

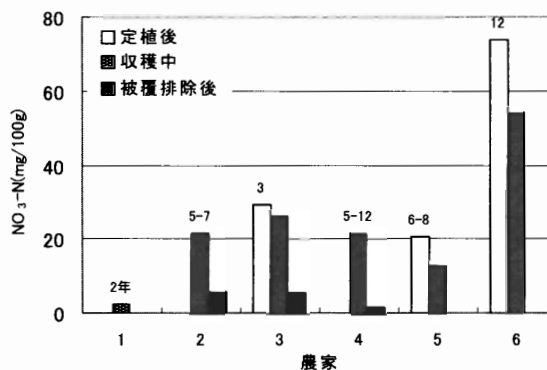


図-1 作土の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量(1996年)
＜図中の数字はハウス建設後の年数＞

また、7月から9月の収穫期に調査したところ、施肥量の多かったI地区で土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量が高く、ほぼ施肥レベルを反映していた(図-2)。同ハウスで時期別に土壌を採取し $\text{NO}_3\text{-N}$ の動きを調査したところ、濃度のピークが現れる層位は大きく変動した(図-3)。

このように、土壌中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量は施肥量の多少による影響を受けるとともに、栽培期間中は灌水と蒸散に伴う上下移動を繰り返し、ビニール被覆排除による濃度低下が大きかった。

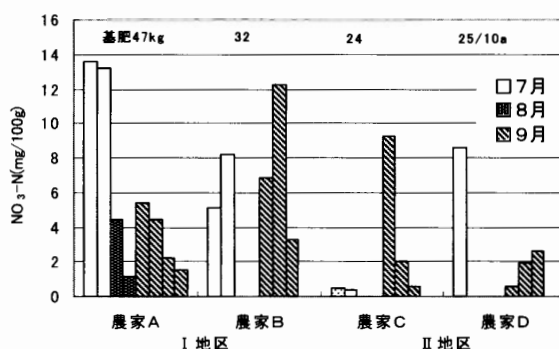
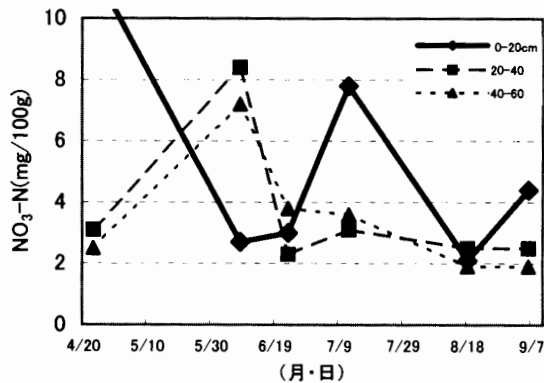


図-2 収穫後期の土壌中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量
＜各農家のハウスごとに表示＞

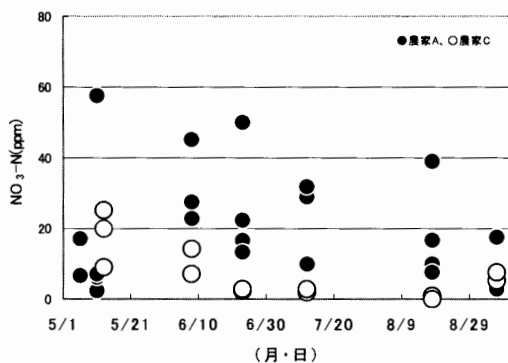
図-3 栽培期間中における土壌中NO₃-Nの動向

2. ハウスから流出する暗渠排水中のNO₃-N濃度

ハウスでは灌水後に暗渠から過剰水が流出し、この他は多量の降水があった場合のみ地下浸透した雨水が暗渠から流出していた。

栽培期間中における排水中のNO₃-N濃度を把握するために1999年に農家A、Cで調査したところ、施肥量が多かった農家Aでは全期間を通してNO₃-N濃度が高い傾向を示し、基肥の多少が排水中のNO₃-N濃度に影響を及ぼすことがわかった(図-4)。また、排水の濃度は生育前半で高く、後半には少ない傾向がみられた。

なお、農家Aで灌水を兼ねて液肥の追肥を行っていたが、暗渠排水中には液肥に含まれる尿素-NやNH₄-Nは検出されなかった⁷⁾。

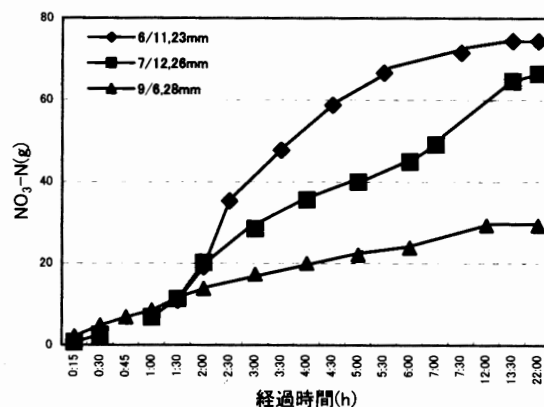
図-4 暗渠排水中のNO₃-N濃度

次に、農家Aで排水のNO₃-N濃度の変化を追跡し流出するNO₃-N量を調査した(表-2)。1998年以前の1回当たりの灌水量は50mmと多く、排水量/灌水量で表した排水率は7.4~14.4%、土壌中のNO₃-Nに対する流出量の割合(流出率)は0.2~0.8%と高かった⁷⁾。

表-2 灌水に伴う排水量と流出NO₃-N量

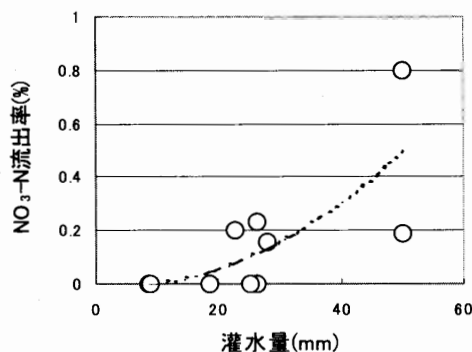
調査日 (年・月)	灌水量 (t/10a)	排水量 (t/10a)	排水NO ₃ -N 濃度(ppm)	流出NO ₃ -N (g/10a)	流出率 (%)
1997,7	50.1	3.7	17.9	67	0.19
1998,7	50.1	7.2	51.7	373	0.80
1999,6	22.8	1.5	49.6	74	0.20
1999,7	26.4	1.1	58.7	66	0.23
1999,9	28.0	0.6	49.9	29	0.16

1999年の灌水は栽培期間中に21回、年間490mm相当行われ、1回当たりの平均灌水量は23mmで以前に比べると少なかった。この間、調査は6月11日(草丈10cm)、7月12日(草丈20cm)、9月6日(収穫期)の3回行った(図-5)。排水率は1回目が6.6%、2回目が4.2%、3回目が2.1%で、生育後半になるにつれて低下した。なお、5月11日、5月22日、6月3日、6月23日、8月18日も灌水後に排水の確認を行ったが流出は認められなかった。

図-5 流出NO₃-Nの累積量(農家A)

層厚0~60cmに含まれる土壌中のNO₃-N含量に対する流出率は各々0.20%、0.23%、0.16%で、1998年以前の調査に比べると低かった(表-2)。

これら各年の調査をもとに、灌水量とNO₃-N流出率の関係は図-6のとおりである。流出NO₃-N量は灌水量に比例して増大する傾向を示し、一回の灌水量が20mm未満では流出はなく、30mm以下では0.2%未満、50mmでは0.5%を越えた。排水量は灌水強度や土壌中水分含量の多少等によって左右されると考えられ、流出NO₃-N量は排水量によって決定される。すなわち、窒素の流出は灌水量が20mm以上で発生し、50mm以上では顕著となった。

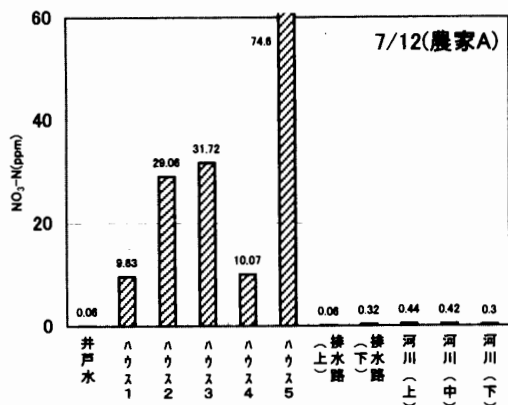
図-6 灌水量と流出NO₃-Nの割合

3. 暗渠排水が周辺水系の水質に及ぼす影響

採水は井戸水の貯留槽、各ハウスから出る暗渠排水、通過する明渠、河川の上流、中流、下流で行った。

代表的な例は図-7のとおりで、暗渠から流出する排水中のNO₃-N濃度は高く、ハウス脇の明渠では1ppm以下と低く、約1km離れた河川の合流点（河川中流）では暗渠排水などによる影響は判然としなかった。

このように、施設栽培の暗渠から流出するNO₃-N濃度は高いが、地域全体の農地に対する当該面積の割合は少なく、水量が多い水系に及ぼす影響は小さかった。

図-7 暗渠排水、周辺水系のNO₃-N濃度

4. 土壌中のNO₃-N含量とカーネーション生育の関連性

(1) 初期生育調査

定植時の土壌中NO₃-N含量がカーネーションの活着に及ぼす影響をみるために、側枝の発生状況を調査した。1回目の調査(6月10日)ではN10mg区で側枝の発生が早く、2回目の調査(6月16日)ではN20mg

区>N5mg, N10mg, N40mg区>N80mg区の傾向となった。

すなわち、定植後の初期生育はN10mg区で早く、活着は窒素が低いレベルで良好であった(図-8)。

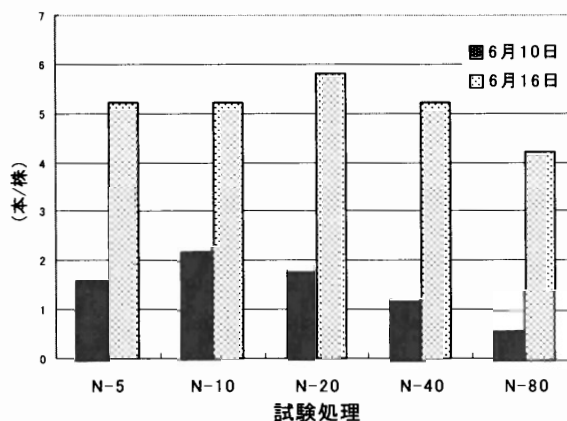


図-8 側枝発生調査

(2) 土壌中の窒素濃度とカーネーションの生育

カーネーションの生育は根圏が制限された条件で行ったために全体に小さかった。

摘心は約5節まで伸長し側芽が展開し始めた時期に4本仕立てとした。また、花の収穫は農家の基準に合わせて1～2輪が開花始めになった段階で行った。切り花重はN5mg区で低く、N80mg区でやや高い傾向を示した。しかし、N10mg区でほぼピークに達しており、N20mg区以上では有意な差はみられなかった(表-3)。

採花率は追肥を行った区で高く、品質面ではN5mg区で切り花長、茎径、節数、花数がやや低い傾向を示した。

一方、葉の葉緑素含量の指標としてSPAD値を測ったところ、N5mg, N10mg区で低く、N20mg区以上では差がみられなかった。同様の調査を農家ハウスの採花期に行ったところ、SPAD値は80以上を示し、葉色維持のためにはN20mg/100g以上が望ましいと考えられた。

花、茎葉、株・根部の養分含有率は処理間差が小さく、養分吸収量はN10mg区以下で低く、20mg区以上では差が小さかった。

表-3 窒素用量試験

項目 処理	切り花 長(cm)	切り花重(g/pot)			茎径 (mm)	節数	花数	採花率 (%)	SPAD 値	下垂度 (cm)	N吸収量 (mg/pot)
		総重	花重	茎葉重							
N5	47.5	82.2±2.0	18.5	63.7	4.7	12	6	90	71	3.0	246
N10	51.4	101.6±2.8	16.8	84.8	4.9	13	7	85	74	2.8	337
N10+10	47.7	103.5±10.8	18.4	85.1	4.9	13	7	100	82	3.1	507
N20	49.4	105.5±12.4	15.4	90.1	4.9	13	7	85	81	2.3	482
N40	52.3	107.4±12.0	17.4	90.0	4.9	13	8	95	81	3.1	546
N80	52.0	117.2±14.0	18.4	98.8	5.0	13	7	80	84	3.1	614

切り花重、総重の±は標準偏差。SPAD値はSPAD-502測定値。下垂度は、先端から45cmの茎を水平に固定して花の先端が下垂した幅。

(3) 現地の施肥管理とカーネーション生育

施肥管理がカーネーションの生育や品質に及ぼす影響をみるため、1999年にN農協の協力によって得られたカーネーションの生産量、品質に関する情報をもとに、施肥管理と花の生産性の関係について検討した。その内容は、1999年1月1日から11月19日における、各農家の生産量とカーネーションの等級別割合(輪数、開花状況、茎の硬さ、草丈、花や葉の状態をもとに秀、優、良、規格外の4段階³⁾)である(図-9)。

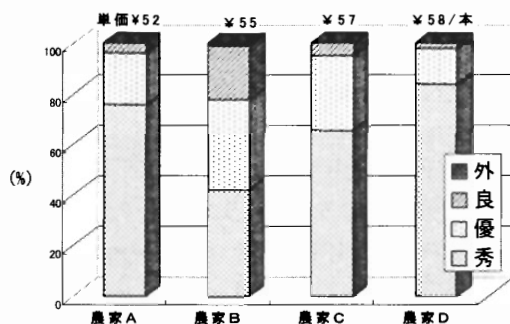


図-9 カーネーション品質の等級別割合と単価

I地区の農家A, Bは古くから花き栽培に取り組んでおり、長年にわたって大量の堆肥や有機質資材が投入されているために土層全体で養分蓄積が進行している。

一方、II地区の農家C, Dは5年ほど前から本格的に栽培を始めており、堆肥や有機質肥料の施用量はI地区に比べると少ない。

施肥法の影響は、収穫後の土壤中NO₃-N含量に表れており、農家A, Bでは1.2~13.6mg, 農家C, Dでは0.4~9.3mgであった(図-2)。カーネーションの品質は、農家Aが秀76%, 優20%, 農家Bは秀42%, 優36%, 規格外2%, 農家Cは秀66%, 優29%, 農家Dは

秀84%, 優14%であった。すなわち、基肥量が多かった農家B(32kg/10a)で品質が劣り、少なかった農家D(25kg/10a)で品質が勝る傾向がみられた。また、花の生産性を表す指標の一つとして年間を通した一本当たりの平均単価で比較すると、農家A52円, 農家B55円, 農家C57円, 農家D58円で、比較的施肥量が少なかったII区で価格が高く維持されていた。

このように、養分蓄積が進んでいる上に多肥栽培を行った例に比べて、少肥の場合には花の品質が良好で、生産性も高かった。

この結果は、前述の場内試験の結果を裏付けるもので、多肥栽培はカーネーションの生産と品質に必ずしも良い結果をもたらさないことを示した。

考 察

カーネーション栽培農家の管理実態をみると、夏秋切り栽培では春先に道の施肥標準を上回る基肥に加えて、大量の有機質肥料や堆肥を投入している。また、灌水は、定植前に十分過ぎるほど行っており、その後は土壌水分と花の生育ステージに合わせて灌水と追肥を繰り返している。また、塩類集積による弊害を回避するために一部では被覆をはがし、積雪を利用した除塩によって土壌の養分環境の回復を図っている例もみられる。しかし、周年花き栽培を行っている場合が多く、ビニール被覆が外される機会は少ない。

このような管理の影響は、水の移動に伴うNO₃-Nの動向に強く表れており、定植直後の多量灌水による下層への移動、夏期間の温度上昇と旺盛な作物生育に伴う表層部への移動、灌水中止後の表層への集積が認められる。

一方、冬期間の積雪を利用した除塩は緊急避難的な措置で、環境保全的な観点から将来的に社会的なコンセンサスが得られるとは言い難い。また、現地では過剰な養分を活用するために、花を収穫した後にほうれんそうを植える農家が多くみられる。しかし、商品価値の高いほうれんそう栽培にあたって増収を図るために追肥を行う

ことが多く、必ずしも土壌養分の低減にはつながっていない。

作土中の養分低減を図るための一つの対策として、クリーニングクロップの導入があげられる。緑肥作物による平均的な養分吸収量は、300~700kg/10aの乾物生産で窒素吸収量は8~18kg/10aに相当する⁴⁾。例えば、緑肥栽培による収奪窒素量18kgは本試験で調査した農家ハウスの作土の容積重90g/100ccから試算すると、作土層20cmのNO₃-N含量を約10mg/100g相当低減する効果をもっている。さらに、これら緑肥の鋤込みが毎年農家が購入している有機物の代替えとして活用できれば、一層の経済的な効果が期待できる。

施設栽培跡地の土壌養分の活用は、資源の循環と環境への影響を考えると避けては通れない問題であり、積極的な取り組みが必要である。そのためには、深層部の養分動態を含めた跡地の土壌診断に合わせて、施肥管理と後作物の選定を考える必要がある。

N町の農家Aで継続してきた調査結果から、施設栽培に伴うNO₃-Nの流出は施肥量の多少もさることながら、一回当たりの灌水量の影響を強く反映していた。

同調査で、施肥量がほとんど変わらない場合でも流出するNO₃-Nの割合は灌水量によって変化しており、一回当たりの灌水量が20mm以下の灌水では養分流出による環境への負荷は軽減できることを示した。カーネーション栽培における灌水は、夏はpF1.5-2.0が良いとされており、極端な多灌水では切り花長や日持ち性に影響するといわれている⁵⁾。また、初期生育での多灌水は根群の発達を抑制するものとみられ、長期的にみた花の生育にはプラスにならないものと考えられる。

なお、灌水の回数が多くなると農家の労力的な負担は避けられず、経営規模が制約されるので、灌水方法の変更に伴う経済的な評価が問題になる。

施設栽培に伴って流出する排水中には高濃度のNO₃-Nが含まれているが⁶⁾、流下過程で希釈効果が働くため、周辺水系に変化をもたらすほど重大な問題になることは少ない。しかし、高濃度の栄養塩類の流出が発生していることは事実であり、地下水の汚染につながるものが危惧される。施設栽培に伴う水質汚濁は、農業排水の中では畜産排水とともに点汚染源的特徴を持っており、発生源と流出経路が明らかである。このような発生源に対しては、発生源要因に沿った対策がとられることが重要であり、これが地域全体の水質保全にもつながっていくものと考えられる。

次に、カーネーション栽培と土壌中のNO₃-N含量の関係について述べる。

カーネーションは耐肥性が強い作物に分類されており、外観上の品質保持のために有機物と化学肥料が大量に投

入されている。このような背景の中で、長年花き栽培を行ってきた農家で生理障害等が多発しており、一部では土壌養分の不均衡に起因していると推測される。

現地の実態をみても、NO₃-N含量が低いハウス群(平均9.2mg/100g)と高いハウス群(66.8mg)で生産されるカーネーションの品質、養分吸収量には差がみられず、土壌中のNO₃-N含量が比較的低くても十分生育することを示した⁷⁾。また、土壌中の養分が蓄積傾向にあるうえに施肥量が多い農家では花の品質低下がみられ、施肥量が比較的少ない農家では良品を出荷している傾向がみられる。年間に数十万本出荷している各農家のカーネーションの平均単価からもその差は明らかで、農家経営の経済性にも通じる問題である。このことは、大量の有機物連用や過剰な施肥が上述した環境問題だけでなく花の生産性に影響し、農家経営そのものを圧迫していることを示唆している。

本試験では場内のポット試験をもとに、カーネーションの生育を考えた場合の土壌中NO₃-N含量について目安を示した。定植直後の生育はNO₃-N 10mg/100gで良好であるが、その後の生育量や花の外観品質を考慮した適正量は20mgである。すなわち、初期生育の促進と根域の拡大を図るうえで、定植直後はNO₃-Nを10mg程度とし、その後生育に合わせて追肥を行うことが望ましい。この結果を面積当たりに換算すると、10mg処理は12.5g/m²、20mg処理は25g/m²になり、定植時の残存NO₃-Nを考慮しない場合の施肥量は、定植当初が10kg/10a程度、分施を含めて25kgに相当する。これは、道の施肥標準(分施を含めてN40kg/10a)に比べると少ないが、花の吸収量(13kg)や品質、農家経営に及ぼす影響、環境保全的な観点等を総合するとほぼ妥当と考える。

ちなみに、府県の例ではカーネーション栽培時の土壌中無機態窒素含量は20mg/100gが適値とされている⁵⁾。また、N町のカーネーション組合では、ECレベルに合わせた窒素量の施肥基準を6~25kg/10aとしており、上述で推定した施肥量にほぼ一致する。

なお、本調査は夏秋切り無加温栽培のカーネーション栽培施設を対象に行った。

冒頭にも述べたように、花き栽培では多肥、多灌水が半ば常識になっている。しかし、現状の養水分管理は必ずしも花の生育や品質に良い結果をもたらしているわけではない。今、カーネーション栽培で大切なことは、多肥と多量灌水の繰り返しによる資源の消耗と栽培管理が徹底できる規模の経営内容について原点に立ち返って見直す時と考える。

花の生産は採花時期や品質の維持が直接収益性に反映されるため、栽培期間中の養水分の調節には細心の注意を払っている。加えて、今後ますます厳しさが問われる

環境保全，高齢化と労力不足に伴う施設管理の省力化など総合的な対策が求められている。これらの問題解決を図るための対策の1つとして，最近話題になっている灌水施肥栽培（養液土耕⁸⁾）が考えられ，北海道の気象・土壌条件にあった技術の確立が急がれる。

謝 辞：本報告の取りまとめにあたり中央農業試験場農業環境部長，能代昌雄氏および同副部長，山神正弘氏には懇切な御指導，ご助言をいただいた。また，本試験の遂行に当たってはN町のカーネーション栽培農家のご協力をいただくとともに，JA-Nに農家の経営実態に関する資料提供を受けた。以上の各位に厚く謝意を表する。

引用文献

- 1) 北海道農政部監修. “北海道フラワーガイド” 2000. p25-29
- 2) 北海道農政部. “北海道施肥標準”. 1995. p39
- 3) 斯波 肇. “農業技術体系 花き編7 カーネーション 生産者事例” 173-181(1988)
- 4) 北海道農政部. “北海道緑肥作物等栽培利用指針” 1994. p22-35
- 5) 白崎隆夫. “良品切り花生産における土壌および施肥管理の実態”. 農業及園芸. 65, 4-5(1990)
- 6) 尾崎保夫. “農耕地における肥料成分の動態と制御”. 農業及園芸. 68, 19-24(1990)
- 7) 道南農業試験場土壌肥料科. “土壌肥料に関する試験成績書” 1-18(1998)
- 8) 岡田邦夫. “養液栽培をめぐる最近の動向”. 農業及園芸. 75, 51-58, 281-286(2000)

Runoff of nitrate nitrogen of a protected flower gardening and counterplan of reduced on damage to environment

Kunio OHMURA^{*1} and Nobumitsu SAKAMOTO^{*2}

Summary

The amount of nitrogen fertilizer application of the protected carnation gardening was in excess of an absorbed amount of plant. $\text{NO}_3\text{-N}$ of the plowed soil corresponded to the rate of fertilizer application and the concentration gradient of $\text{NO}_3\text{-N}$ repeated the influences between watering and evaporation. $\text{NO}_3\text{-N}$ runoff from underdrain was changed largely by watering control, runoff began at 20mm or more. Each rate of runoff was 0.2% or less and 0.5% or more at 20~30mm and 50mm, respectively. Although $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration of underdrainage was large, the effect on the surrounding water area was not clear in order to dilute it during the flow process. Good growth and development of carnation after planting was observed under the condition of 10mg/100g soil $\text{NO}_3\text{-N}$ of the soil. The peak of growth and leaf color was attained at 20mg $\text{NO}_3\text{-N}$. Excess application of nitrogen introduces to decrease productivity and quality of carnation. A basic plan of pollutant load reduction of the protected flower gardening was thought basic fertilizer on the base of soil diagnosis and 20mm or less watering at one time.

^{*1} Hokkaido Donan Agricultural Experiment Station, Ohno, Hokkaido, 041-1201 Japan

^{*2} Department of Agriculture, Hokkaido Government, Sapporo, Hokkaido, 060-8588 Japan