肥料投入行動に違いをもたらす技術と意識

—愛知県渥美地域における施設ギク生産の環境負荷問題—

山内 高弘*・大原 興太郎**

Technology and Knowledge-Based Behavioral Differences in the Application of Fertilizer: The Environmental Burden of Chrysanthemum Cultivation in Greenhouse in Atsumi Region, Aichi Prefecture

Takahiro Yamauchi (Graduate School, Mie University)

Kotaro Ohara (Mie University)

This study discusses the motivational factors of applying excessive amounts of fertilizer by farmers producing chrysanthemum in greenhouse production in the Atsumi region of Aichi Prefecture, with particular emphasis on the characteristics of the farmers. The results indicate that farmers who applied large amounts of nitrogen fertilizer (1.5 times more than Aichi Prefecture's fertilizer fixed amount) were mainly attempting to improve the quality of the product and increase the crop yield. While their practices may have been the result of upgraded agricultural management, they did not always consider the environmental degradation caused by their actions. Farmers who applied a medium-large amount of nitrogen fertilizer (which ranges from more than 1.0 times to less

than 1.5 times as per the Aichi Prefecture's fertilizer guidelines) had less knowledge of advanced technologies and environmental preservation issues, and tended to apply fertilizer based mainly on past experience. In addition, the following practices used by farmers who applied less nitrogen than the Aichi Prefecture guidelines are suggested as possible methods to reduce excessive fertilizer application on chrysanthemum: 1) repetition of cultivation and application of compost with a low rate of nitrogen, such as "coconut fiber"; 2) usage of drip irrigation fertilizer and applying additional applications according to growth rates; and 3) application of fertilizers with particular reference to soil characteristics.

1. 課題と方法

資本や労働の集約化を計り、また土地を集約的に利用することで生産性を向上させてきた施設園芸は、化学肥料や化学農薬の大量投入による環境負荷が今なお大きな課題である。近年、ますます環境重視の生産が求められるようになっており、施設園芸においても、環境負荷を軽減し、少しでも環境保全型農業へ近づけるために、生産方法の再構築が求め

られている¹⁾。

本論文の課題は、戦後、旧基本法農政下の政策をうまく取り入れて農業を発展させた愛知県渥美地域²⁾の施設ギク（一輪ギク）生産を取り上げ、過剰投入の実態とその要因を農業者の施肥行動で捉えて、投入量が多くなる要因、少なくなる要因を経営成果や環境保全意識との関係で分析することである。従来から、肥料投入や土作りは個々の生産者により千差万別であり、土壌の化学性診断により成分の不足は補えるが、一旦過剰になったものを減らすのは難しいと言われてきた。そのことが、指導機関等による一律的な支援を困難としていた。そこで、

* 三重大学大学院

** 三重大学

過剰投入となる要因を解明し、併せて所得等の経営成果を維持しながら過剰投入を改善し、環境負荷を軽減する施肥方法を考察する³⁾。

方法は、2003 年 12 月～2004 年 3 月に愛知県渥美地域（現田原市）の施設ギク生産農家 30 人について、堆厩肥を含めた肥料投入に関する聞き取り調査を行った。そして、窒素成分投入量の多寡と施肥行動の特徴や肥料投入コスト、収量、秀品率、所得等の経営状況との関係について分析を行った。また、環境保全意識については、2005 年 8～9 月に改めて同じ農家にアンケート形式による聞き取り調査を行った。なお、土壌の連作ほ場における化学性調査は、JA 愛知みなみが実施した赤羽根地区の 2001 年 1～12 月までの一輪ギクほ場の土壌診断結果（15 戸 57ヶ所）を集計したものを分析した。

2. 施設ギク栽培の現状と施肥基準量

愛知県渥美地域は、第 2 次世界大戦後施設ギク栽培が開始され、1960 年代からは日本有数の産地として発展している。2004 年におけるギク生産農家数は 1,172 戸、生産本数約 3 億 9,447 万本、生産金額 233 億 1,700 万円で、生産金額でみると全国シェアの約 30%を占め日本一の産地を形成している⁴⁾。

同地域におけるギク栽培は、年間 2.7～3 作栽培が標準的である。その場合の施肥量は愛知県の「農作物の施肥基準」〔2〕でみると年間 10 a・3 作当たり窒素（N）成分量で 63 kg、リン酸（ P_2O_5 ）28 kg、交換性カリウム（ K_2O ）63 kg の投入が基準値となっている⁵⁾。なお、この地域におけるギク栽培施設の基本的土壌は、洪積層の黄色土からなる壤土ないし砂壤土が多く、きわめてやせている⁶⁾。

3. 一輪ギクの連作土壌における化学性変化

一般に、畑地土壌は酸化的で、窒素成分が硝酸態の形に変化しやすく、水に溶けて容易に移動する。そのため、ほ場外に流出することが問題となっている。リンは土壌中でアルミニウムや鉄と結合して強く保持され、表 1 のように連作土壌で蓄積される傾向が強い。カリはその多くが交換性（可溶性）であり、窒素と同じように移動しやすい。なお硝酸態窒素を中心に、それらの一部は地下水や海へ流出して環境汚染につながる⁷⁾。

具体例として、旧赤羽根町（現田原市）における JA 愛知みなみが行った 2001 年の一輪ギク連作ほ場の土壌分析結果（栽培終了時）を連作期間別に整理した（表 1）。その結果、土壌分析が行われた施設の連作期間は、1～5 年が約 9%と少なく、逆に 21 年以上が約 44%みられ、同地域では長期に渡る連作施設が多く存在している。調査結果を愛知県の土壌診断基準の適正值と比較すると、pH は 6 年以上の連作ほ場で適正值下限の 6 以下になり、連作期間が長くなるほど低下する傾向を示した。また、EC（電気伝導度）及び窒素、有効態リン酸はすべての連作期間で、交換性カリウム（飽和度）も 6 年以上の連作で適正值を上回った。これらの結果から、土壌中で動きの少ないリン酸は、連作期間が長くなるほど蓄積し、21 年以上の連作ほ場では、過剰害が出やすくなる 300 mg/乾土 100 g を超えている^{8,9)}。

また、土壌中で動きやすい無機態窒素は 11 年以上で、交換性カリウムが 6 年以上の連作で蓄積量の高位平準化がみられた。このように、連作期間が長くなるに従って、pH 値は低下し、窒素、リン酸、交

表 1. 輪ギク栽培ほ場における連作期間と土壌の化学性（栽培終了時）^{1,2)}

連作期間	件数	CEC	pH	EC	N	P_2O_5	K_2O （カリ飽和度%）
年～年	件	me		mS/cm	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g
1～5	5	△ 19.7	6.0	○ 0.8	○ 7.3	○ 142.0	93.0 (10.0)
6～10	9	20.2	△ 5.9	○ 0.7	○ 9.0	○ 259.8	157.6 (○ 16.6)
11～20	18	22.7	△ 5.8	○ 0.8	○ 13.2	○ 279.7	109.4 (○ 10.3)
21 以上	25	△ 19.8	△ 5.6	○ 0.8	○ 14.0	341.0	106.0 (○ 11.4)
適正值 ³⁾		20 me 以上	6～6.5	0.1～0.3	2～6 mg	30～50 mg	(5～10%)

注：1）JA 愛知みなみ赤羽根地区の 2001 年 1 月～12 月までの輪ギクほ場の土壌診断結果を（15 戸 57ヶ所）を集計したもの。

2）△は適正以下の値、○は適正值を超えるもの、□で囲んだものは過剰害が出る可能性のある値を示す。

3）適正值は、愛知県農業試験場編『農業及び環境分析の手引き』の愛知県土壌診断基準のきくより抜粋。

換性カリウム等は蓄積する傾向が強くなっている。しかし、実際には適正値を外れても、栽培に支障をきたすことは少ない。そのことが肥料成分の過剰投入を助長する要因の一つであると考えられる。

3. 調査結果

(1) 窒素成分投入量

渥美地域の施設ギク生産農家 30 人をランダムに選定し、堆厩肥を含めた施肥に関する聞き取り調査を行った。その結果、10 a・3 作当たりの年間窒素成分投入量は 31.8～176.3 kg と大きくばらついたが、県の施肥基準量以上で 2 倍未満が 20 人と約 66.7 % を占めた。また平均値は 85.8 kg となり、施肥基準量の 63 kg より約 23 kg 多くなっている（図 1）。

以下は、窒素成分投入量の違いにより、愛知県のギク年間施肥基準量（63 kg/10 a）の 1.5 倍以上投入している多投入農家（95 kg/10 a・年≦総窒素投入量）を「第Ⅰグループ、以下第ⅠG」、次いで、ギク施肥基準以上で 1.5 倍未満の農家（63 kg/10 a・年≦総窒素投入量<95 kg/10 a・年）を「第Ⅱグループ、以下第ⅡG」、ギクの施肥基準未満の比較的少投入農家（63 kg/10 a・年>総窒素投入量）を「第Ⅲグループ、以下第ⅢG」と分類して、窒素投入量の多少と収量、秀品率、所得等の経営状況及び施肥行動の特徴や環境保全意識及び行動との関係についてアンケートを含めた調査を行った。

(2) 窒素投入量の違いと肥料及び堆厩肥投入の特徴

1) 調査農家における窒素成分投入量と特殊肥料（堆厩肥）の利用状況

各投入量分類における農家数と 10 a 当たり年間窒素投入量についてみると、第ⅠG は 10 人、平均投入量約 122.9 kg、このうち特殊肥料¹⁰⁾（堆厩肥）

図 1. ギク生産における 10 a 当たり年間窒素投入量別栽培者数（30 人中）

注：愛知県の一輪ギク生産における年間施肥基準量（窒素：63 kg/10 a）未満、1 倍以上 1.5 倍（95 kg/10 a）未満、1.5 倍以上 2 倍（126 kg/10 a）未満、2 倍以上で分類。

源の窒素が約 27.6 kg（総投入量の約 22.5%）であった。また、第ⅡG は 13 人、約 78.5 kg で内特殊肥料源窒素が約 17.3 kg（総投入量の約 22.0%）、第ⅢG は 7 人、46.5 kg で内特殊肥料源窒素が約 7.3 kg（総投入量の約 15.7%）となり、窒素投入量が少なくなるほど、特殊肥料源（堆厩肥源）窒素の割合が低くなる傾向を示した。また、窒素投入量の違いと堆厩肥投入の関係をみると、第ⅠG では 10 人中 6 人が、第ⅡG では 13 人中 6 人が牛糞や食品残渣による窒素無機化率¹¹⁾のやや高い堆厩肥を使用していた。また、第ⅠG の 4 人と第ⅡG の 5 人が特殊肥料を全く使用しておらず、両極端な投入状況を示す結果となった。これに対して第ⅢG では「ココヤシチップ」、「ヤシガラ」、「笹の葉堆肥」、「ケイントップ：サトウキビの絞り滓」等窒素無機化率の非常に低い堆肥の投入が 7 人中 4 人と半数以上になっている（表 2）。

2) 施肥方法の特徴

施肥方法は、第ⅠG で「基肥+追肥 1～2 回」が 6 人と多い。また、第ⅡG では、「基肥+追肥 1～2 回」が 6 人、「基肥+追肥 3～5 回」が 5 人となっている。これに対して第ⅢG では「点滴灌水施肥」が 7 人中 4 人おり、これを除くと「基肥+追肥 3～5 回」が 3 人となり、追肥回数は第ⅠG より多くなる傾向を示している（表 2）。

(3) 窒素投入量と経営指標の関係

1) 経営指標からみた技術と経営成果・規模との関係

窒素投入量と経営成果の関係を表すものとして、上物品率と 10 a 当たりの年間出荷本数を技術指標、10 a 当たりの年間所得と経営施設面積を経営成果・規模の指標とした（表 3）。その結果、上物品率（秀品 2L、L 発生率）をグループ別に比較すると、第ⅠG と第ⅢG が約 60% と高いのに対して、第ⅡG が 50.5 % と低くなった。なお、上物品率が 67.4% 以上（総平均の 1.2 倍以上）の高品質農家割合でみると、第ⅠG 40%、第ⅢG 28.5%、第ⅡG 7.7% の順となった。10 a 当たりの年間出荷本数は、第ⅢG が約 115,600 本と、第ⅠG より約 5,400 本、第ⅡG より約 8,000 本多くなった。また、出荷本数が 121,300 本以上（総平均の 1.1 倍以上）の多収穫農家割合は、第ⅠG が 30%、第ⅢG が 28.5% と同程度であるのに対して、第ⅡG が 15.4% と極端に低くなった。こ

表 2. 肥料及び堆厩肥による窒素投入成分量と堆厩肥及び肥料の投入状況¹⁾

農家	普通肥料源 ²⁾ 窒素投入量 kg/10 a・年	特殊肥料源 ³⁾ 窒素投入量 kg/10 a・年	総窒素投入量 kg/10 a・年	投入堆厩肥 種類	年間投入量 (10 a 当たり)	年間投入 回数	施肥方法 ⁴⁾	
							基肥	追肥
第Ⅰ G1	104.4	71.9	176.3	牛糞	7.3 t	1	◎	1～2回
2	119.7	39.4	159.1	牛糞	4.0 t	1	◎	—
3	106.2	27.6	133.8	牛糞	1.4 t	2	◎	1～2回
4	76.7	47.3	124.0	牛糞	4.8 t	2	◎	3～5回
5	116.6	0.0	116.6	投入なし			◎	1～2回
6	34.0	75.6	109.6	食品残渣堆肥	1.8 t	2	点滴灌水による随時追肥	
7	103.8	0.0	103.8	投入なし			◎	1～2回
8	102.4	0.0	102.4	投入なし			◎	1～2回
9	102.0	0.0	102.0	投入なし			◎	1～2回
10	87.0	14.2	101.2	牛糞	4.8 t	0.3	◎	3～5回
窒素投入 95 kg/10 a・年								
第Ⅱ G11	94.0	0.0	94.0	ヤシガラ	1,200 ㍓	1	◎	3～5回
12	45.2	43.4	88.6	牛糞	4.5 t	1	点滴灌水による随時追肥	
13	52.1	36.5	88.6	牛糞	3.7 t	1	◎	3～5回
14	42.0	43.5	85.5	牛糞	2.2 t	2	◎	3～5回
15	31.8	52.5	84.3	食品残渣堆肥	2.5 t	1	点滴灌水による随時追肥	
16	83.4	0.0	83.4	投入なし			◎	1～2回
17	79.8	0.0	79.8	投入なし			◎	1～2回
18	53.1	24.7	77.8	牛糞	2.5 t	1	◎	1～2回
19	71.5	0.0	71.5	投入なし			◎	1～2回
20	69.2	0.0	69.2	投入なし			◎	1～2回
21	41.8	24.7	66.5	牛糞	2.5 t	1	◎	3～5回
22	65.7	0.0	65.7	投入なし			◎	3～5回
23	65.3	0.0	65.3	ケイントップ	1.04/t	2	◎	1～2回
窒素投入 63 kg/10 a・年								
第Ⅲ G24	35.0	27.6	62.6	牛糞	2.8 t	1	点滴灌水による随時追肥	
25	57.2	0.0	57.2	ヤシガラ	1,200 ㍓	2	◎	3～5回
26	52.0	0.0	52.0	投入なし			◎	3～5回
27	43.4	0.0	43.4	笹の葉堆肥	0.18 t	1	◎	3～5回
28	18.0	23.7	41.7	牛糞	2.4 t	1	点滴灌水による随時追肥	
29	36.5	0.0	36.5	ココヤシチップ	0.3 t	2	点滴灌水による随時追肥	
30	31.8	0.0	31.8	ココヤシチップ	0.3 t	2	点滴灌水による随時追肥	

注：1) 愛知県農林水産部農業経営課編 (2001 年)：『農作物の施肥基準』を基に、窒素投入量を基準として第Ⅰ G (95 kg/10 a・年以上)、第Ⅱ G (95 kg/10 a・年未満、63 kg/10 a・年以上)、第Ⅲ G (63 kg/10 a・年未満) を分類した。なお、牛糞は水分率 50%、窒素成分含量 1.97% で計算している。

2) 特殊肥料以外の肥料。

3) 米ぬか、魚かす、堆肥などのように、簡単にその品質が識別できるようなもので、農林水産大臣が指定した肥料 (肥料取締法)。

4) 施肥時期における基肥の◎は、基肥を投入していることを表している。

これらの結果、第Ⅰ G が品質・生産量とも技術力の高い農家が多く、次いで第Ⅲ G となり、第Ⅱ G は品質と収量の両面で技術力の低い農家が多いことが明らかとなった。

10 a 当たりの年間所得をみると、平均値では第Ⅲ G が約 2,738,000 円と、第Ⅰ G より約 649,000 円、第

Ⅱ G よりが約 826,000 円多くなった。また、2,596,200 円以上 (総平均の 1.2 倍以上) の高所得農家割合も、第Ⅰ G 20%、第Ⅱ G 7.7% であるのに対して、第Ⅲ G が 57.1% と極端に高くなった。一戸当たりの経営施設面積は第Ⅰ G と第Ⅲ G が約 54 a であり、第Ⅱ G より約 10 a 大きくなった。なお、59.2 a 以上 (総

表 3. 窒素投入量と各種経営指標の関係¹⁾

農家	窒素投入量 kg/10 a・年	技術指標 ³⁾		経営成果・規模 ⁴⁾			施肥コスト ²⁾		農業薬剤費 (10 a・年)
		上物品率	生産本数 (10 a・年)	所得 (10 a・年)	経営施 設面積	肥料費 (10 a・年)	肥料費割合 (肥料費/経営費)	肥料投入時間 (10 a・1 作)	
		%	千本	千円	a	千円	%	時間	千円
第Ⅰ G1	176.3	31.8	70.3	1,771.3	37.0	104.2	3.9	10.2	173.9
2	159.1	83.0	125.0	3,720.0	56.1	539.9	18.4	2.0	275.7
3	133.8	47.5	97.0	2,649.6	66.0	277.2	10.1	3.3	247.7
4	124.0	73.0	126.7	2,094.3	49.5	155.3	4.8	9.0	180.8
5	116.6	53.0	109.1	1,515.2	69.3	382.9	6.8	3.3	242.8
6	109.6	49.9	104.5	2,453.1	99.0※	230.9	3.2	0.7	235.9
7	103.8	63.0	109.1	1,212.1	60.1	161.6	13.3	3.8	303.0
8	102.4	73.0	113.6	2,016.3	30.4	139.2	3.6	4.9	282.5
9	102.0	73.0	120.7	2,039.3	33.0	97.9	4.4	4.5	488.1
10	101.2	59.2	125.5	1,415.9	35.7	408.6	4.4	12.1	318.7
G1 平均		60.6	110.2	2,088.7	53.6	249.8	7.3	5.4	274.9
第Ⅱ G11	94.0	53.0	108.9	3,233.3	40.9	244.6	6.0	5.0	290.2
12	88.6	54.1	122.7	1,146.0	29.3※	113.6	5.0	0.3	358.9
13	88.6	20.9	96.3	1,605.5	39.0	174.9	6.1	4.6	247.9
14	85.5	54.3	114.7	1,931.0	37.8	250.2	5.9	3.0	343.6
15	84.3	63.0	106.3	1,262.9	83.5※	301.4	7.1	0.4	341.0
16	83.4	71.0	90.9	1,818.2	33.0	166.7	7.5	5.1	303.0
17	79.8	52.0	104.6	1,170.7	51.1	213.6	5.5	3.0	311.9
18	77.8	23.3	82.3	2,060.6	33.0	136.4	3.7	8.1	248.5
19	71.5	60.0	116.3	1,853.0	34.0	147.1	4.3	3.6	294.1
20	69.2	40.1	134.9	2,345.5	49.5	213.4	3.9	7.3	350.1
21	66.5	61.2	108.7	2,420.0	40.6	196.3	6.1	7.6	311.9
22	65.7	48.3	110.7	1,912.8	58.8	141.1	3.7	8.1	458.7
23	65.3	55.0	102.0	2,091.7	34.9	71.7	6.8	5.7	343.1
G2 平均		50.5	107.6	1,911.6	43.5	182.4	5.5	4.8	323.3
第Ⅲ G24	62.6	72.0	118.2	3,504.6	45.2※	69.8	1.8	0.8	239.3
25	57.2	57.0	110.5	2,584.5	41.6	560.9	12.5	5.2	209.1
26	52.0	54.6	121.4	1,338.0	60.7	191.5	4.2	5.8	294.2
27	43.4	73.9	119.7	3,319.3	51.1	128.1	3.8	3.3	163.5
28	41.7	51.9	101.3	2,909.1	50.5※	155.2	4.9	0.8	193.8
29	36.5	53.0	118.2	1,790.0	80.5※	125.4	6.2	1.3	149.8
30	31.8	59.6	122.1	3,721.4	47.6※	148.9	4.7	0.7	289.1
G3 平均		60.3	115.6	2,738.1	53.7	197.1	5.4	2.6	219.8
全体平均		56.2	110.3	2,163.5	49.3	208.3	6.1	4.5	283.0

注：1) いずれも、平成 15 年の値。聞き取り調査による。

2) 聞き取り調査により平成 15 年の経営費に対する肥料費の割合。

3) 上物品率は全出荷物に対する秀の 2L, L 品の年間発生割合を記載。

4) ※印は点滴灌水施肥。

5) □で囲ったものは総平均の 1.2 倍以上の値。ただし、出荷本数は 1.1 倍、①上物品率 67.4%以上、② 10 a 出荷本数 121.3 千本以上、③ 10 a 所得 2,596.2 千円以上、④経営施設面積 59.2 a 以上、⑤肥料費 250 千円以上、⑥肥料費割合 7.3%以上、⑦肥料投入時間 5.4 時間以上、⑧農業薬剤費 340 千円以上のもの。

平均の 1.2 倍以上) の大規模経営農家割合も、第 I G 40%、第 III G 28.6%、第 II G 約 7.7% と、第 I G に大規模経営農家が多い。以上の結果、10 a 当たりの年間所得では第 III G が、大規模経営農家割合では第 I G が最も多くなった。なお、第 II G は、技術指標と同様に経営成果・規模で最も低い値を示した。

2) 施肥コスト・農業薬剤費との関係

窒素投入量と施肥コストの関係をみると、10 a 当たりの年間肥料費や投入時間及び全体の経営費に対する肥料費割合は、当然の結果であるが投入量の多い第 I G で高く、投入量の少ない第 III G で低くなっている。しかし、10 a・1 作当たりの肥料投入時間が 5.4 時間以上 (総平均の 1.2 倍以上) と長くかかっている農家の割合では、第 II G 約 38.5% と他のグループより高い割合を示した (第 I G 30%、第 III G 約 14.3%)。また、年間 10 a 当たりの農業薬剤費をみると、第 II G が最も多く、次いで第 I G、第 III G の順となった。なお、農業薬剤費約 340,000 円以上 (総平均の 1.2 倍以上) と多く費やしている農家の割合も、第 II G が 46.1% と (第 I G 10%、第 III G 0%) 他のグループよりも高くなった。

3) 窒素投入量と各種経営指標の関係のまとめ

窒素投入量と各種経営指標の関係について見ると、技術力が高い (上物品率が高い: 総平均の 1.2 倍以上、出荷量が多い: 総平均の 1.1 倍以上) 農家のうち、農業薬剤費を多く費やしている (総平均の 1.2 倍以上) 農家は 12 戸中 3 戸、また同様に経営成果の指標が高い農家でみると、所得が多いまたは経営規模が大きい農家 (総平均の 1.2 倍以上) のうち農業薬剤費が多い農家は 13 戸中 1 戸となり、技術力や経営指標が高い農家は、農薬に大きく依存しない栽培を行っていることが伺える。逆に技術力や経

営指標が低い農家では農薬の依存度が高く、特に中間的に窒素投入量の多い第 II グループはその傾向が強いと思われる。

また、ここでは施肥行動を具体的に調査可能なメルクマールとして過剰問題に接近してきた。しかし、経営者個々の状況を見ると、むしろ技術力や経営成果向上意識が高いために、結果として少投入や極端な多投入になっていると考えられる。なお、平均値でみると窒素少投入の第 III G が多投入の第 I G と比べて所得が劣っていない。このことは、窒素の多投入がある程度、品質向上に結びつくものの、必ずしも経営成果向上に結びつかず、逆に窒素投入を抑制しても、第 III G のように経営成果を上げられる可能性を示唆するものであると思われる。

(4) 肥料投入行動・投入量に影響を及ぼす各種要因

1) 肥料投入量の自己評価と投入のねらい

肥料投入量の自己評価は、投入量の多寡にあまり関係なく、「適切」と「少ない」が約 70～100% を占めた。これは、各農家の肥料投入量が大きく違うにもかかわらず、各自それが適切だと思って投入していることを表していると考えられる (図 2)。なお、1995 年に同様の質問を行った結果を図 3 に示した¹²⁾。そこでは 50% の生産者が現状の投入量を「多い」と回答しており、2003 年よりも多くの農家が多いと感じていた。これは、2001 年頃より秋ギクの栽培品種が変わり、より肥料投入が少なくても生産可能になったためであろう¹³⁾。また、当時、「多い」と答えた農業者に、それでも現状の肥料投入を続けている理由を聞いたところ、55.6% が「それだけ投入しないと不安だから」という回答であった。また、次いで「習慣的に施用しているから」が約 20% あった。このことは、生育の良し悪しにかかわらず、生産者の肥料投入に対

図 2. 肥料投入量自己評価 (2003 年)

図3. 肥料投入量の自己評価（1995年）

注：渥美郡（現田原市）のキク生産者36名からの聞き取り調査の結果を記載。

図4. 多いと感じても肥料投入を行う理由

注：渥美郡（現田原市）のキク生産者36名のうち現状の施肥量が多いと感じている農業者18名の聞き取り調査結果を記載。

する考え方や肥料投入の習慣により過剰投入が行われていたことを表しているものと考えられる（図4）。

これに対して2003年の調査では、図2に表したように、実際の肥料投入量が多いのにもかかわらず、適切または少ないと感じながら肥料投入を行っている農家が多い。そのような状況の中で、肥料投入のねらいに関する質問では、第ⅠG、第ⅡG共に、品質の向上及び収量の増加とも「大いに関係する」、「関係する」という回答が約77～100%あり、両方の成果を上げるという意図で窒素投入量を多くしていることが伺える。これに対して第ⅢGでは、「大いに関係する」、「関係する」という回答が、品質の向上で100%であるのに対して、収量の増加が約57%となった。逆に、収量増加の質問で、約43%が「やや関係しない」と答えており、窒素投入量が少なくなるほど、「品質の向上」ねらいの方が「収量の増加」より強くなる傾向を示している（表4）。しかし、結果として（3）で示したように、第ⅠGでは品質が他のグループよりも良いが、第ⅢGと比べるとやや収量がやや劣っている。また、第ⅢGは品

表4. 肥料投入のねらい^{1,2)}

質問項目 回答項目	第ⅠG (%)	第ⅡG (%)	第ⅢG入 (%)
品質の向上			
①大いに関係する	8 (80)	9 (69.2)	3 (42.9)
②関係する	2 (20)	2 (15.4)	4 (57.1)
③やや関係しない	0	2 (15.4)	0
④関係しない	0	0	0
小 計	10	13	7
収量の増加			
①大いに関係する	7 (70)	7 (53.8)	3 (42.9)
②関係する	2 (20)	3 (23.1)	1 (14.3)
③やや関係しない	0	1 (7.7)	3 (42.9)
④関係しない	1 (10)	2 (15.4)	0
小 計	10	13	7

注：1) アンケート調査による。

2) □内の値は全回答数に対する割合が50%以上のもの。
アンダーラインは30%以上50%未満のもの。

質では第ⅠGより劣る結果となり、両グループ共にねらいと結果にズレがあることが分かる。

2) 肥料投入量に影響を及ぼす各種要因

①土壌診断の実施状況とそれに基づく肥料投入や土作り状況

土壌診断の実施状況に関する質問では、第ⅢGのみ「毎作行う」と「年1回行う」という回答が、約85%と多くなった。しかし、第ⅠG、第ⅡGでは「たまに行う」、「あまり行わない」、「全く行わない」との回答が約77～90%となり、窒素投入量が多くなるほど、土壌診断を行う頻度が少なくなる傾向を示している。

次に、肥料投入や土作りを土壌診断を参考にして行っているか？という質問では、「指摘どおり行う」との回答は、すべてのグループで0～20%のみと低い回答率となった。特に第Ⅱ、第ⅢGでは「一部変える」、「参考にするのみ」との回答が約77～100%となった。これは肥料投入や土作りが画一的なものではなく、窒素投入量のばらつきの大きさに関連して、個別の土作りやそれに合わせた多様な考え方で施肥が行われていることを表していると思われる。

②施肥基準と堆厩肥成分に関する考え方

窒素の施肥基準は守っているか？という質問では、第ⅢGにおいて「守っている」、「だいたい守っている」という回答が約71%と多くなった。同様

に、第Ⅱ G が約 46%、第Ⅰ G が 20% となり、当然であるが、窒素投入量が多くなるほど施肥基準を守らない農家が多くなる傾向を示した。また、第Ⅰ G では「自分の考えで実施」が 50% と経験に裏打ちされて、窒素成分を多投入していることが伺われた。なお、第Ⅱ G は各回答がばらつきをみせ、窒素投入行動に関して確かな信念や考え方をもっていないことを表しているようである。

堆厩肥を連用した場合窒素は減らすか? という質

表 5. 肥料投入行動・投入量に影響を及ぼす各種要因^{1, 2)}

肥料投入行動に関する質問	第Ⅰ G (%)	第Ⅱ G (%)	第Ⅲ G (%)
1. 土壌診断は行っていますか			
①毎作行う	1 (10)	3 (23.1)	<u>5 (71.4)</u>
②年 1 回行う	0	0	1 (14.3)
③たまに行う	<u>4 (40)</u>	<u>8 (61.5)</u>	1 (14.3)
④あまり行わない	0	1 (7.7)	0
⑤全く行わない	<u>5 (50)</u>	1 (7.7)	0
小 計	10	13	7
2. 肥料投入や土作りは土壌診断を参考にしていますか			
①指摘どおり実施	2 (20)	2 (15.4)	0
②一部変える	1 (10)	<u>6 (46.1)</u>	2 (28.6)
③参考するのみ	1 (10)	<u>4 (30.8)</u>	<u>5 (71.4)</u>
④あまり参考にしない	1 (10)	0	0
⑤土壌診断を行わない	<u>5 (50)</u>	1 (7.7)	0
小 計	10	13	7
3. 窒素の施肥基準は守っていますか			
①守っている	0	2 (15.4)	1 (14.3)
②だいたい守っている	2 (20)	<u>4 (30.8)</u>	<u>4 (57.1)</u>
③知っているが守ってない	3 (30)	2 (15.4)	0
④自分の考えで実施	<u>5 (50)</u>	<u>5 (38.4)</u>	2 (28.6)
⑤施肥基準を知らない	0	0	0
小 計	10	13	7
4. 堆厩肥等を連用した場合窒素は減らしますか			
①相応量を減らす	2 (20)	0	<u>3 (42.8)</u>
②ある程度減らす	1 (10)	<u>4 (30.8)</u>	1 (14.3)
③減肥してないが必要性を感じる	1 (10)	1 (7.6)	0
④減肥の必要はない	2 (20)	<u>4 (30.8)</u>	1 (14.3)
⑤有機物の投入なし	<u>4 (40)</u>	<u>4 (30.8)</u>	2 (28.6)
小 計	10	13	7

注：1) アンケート調査による。

2) □内の値は全回答数に対する割合が 50% 以上のもの。アンダーラインは 30% 以上 50% 未満のもの。

問では、第Ⅲ G が「相応量減らす」、「ある程度減らす」という回答が約 57% となった。また、第Ⅰ、第Ⅱ G では「減肥の必要はない」、「有機物の投入がない」という回答が約 60% で、肥料投入量が多くなるほど堆厩肥の窒素成分量を考慮しない傾向が強くなり、これも多投入の要因の一つになっていると思われる (表 5)。

(5) 窒素投入量と環境保全意識との関係

一般的な環境問題に対する意識として、①日常の環境問題への関心は、窒素少投入の第Ⅲ G のみ「大いにある」、「比較的ある」が約 86% となり、他のグループより関心が高いことを示している。②農業の環境への影響の関心は、第Ⅰ G 及び第Ⅲ G で、「大いにある」、「比較的ある」が約 60 ~ 85% となった。これに対して、第Ⅱ G は「人並みだと思う」、「周り

表 6. 環境保全意識との関係^{1, 2)}

環境保全意識 行動への質問	第Ⅰ G (%)	第Ⅱ G (%)	第Ⅲ G (%)
1. 日頃から環境問題への関心がありますか			
①大いにある	2 (20)	0	1 (14.3)
②比較的ある	<u>3 (30)</u>	2 (15.4)	<u>5 (71.4)</u>
③人並みだと思う	<u>3 (30)</u>	<u>7 (53.8)</u>	1 (14.3)
④周りからいわれれば 注意する	2 (20)	3 (23.1)	0
⑤全く無い	0	1 (7.7)	0
小 計	10	13	7
2. 日頃から農業の環境へ与える影響に関心がありますか			
①大いにある	<u>3 (30)</u>	0	<u>3 (42.85)</u>
②比較的ある	<u>3 (30)</u>	1 (7.7)	<u>3 (42.85)</u>
③人並みだと思う	2 (20)	<u>8 (61.5)</u>	1 (14.3)
④周りからいわれれば 注意する	2 (20)	4 (30.8)	0
⑤全く無い	0	0	0
小 計	10	13	7
3. 肥培管理によっては周辺の環境を乱す可能性があります			
①よく知っている	<u>3 (30)</u>	3 (23.1)	1 (14.3)
②そうらしい	<u>3 (30)</u>	<u>7 (53.8)</u>	<u>4 (57.1)</u>
③知らなかった気をつ けたい	2 (20)	3 (23.1)	1 (14.3)
④そんなことはない	2 (20)	0	1 (14.3)
⑤私には関係ない	0	0	0
小 計	10	13	7

注：1) アンケート調査による。

2) □内の値は全回答数に対する割合が 50% 以上のもの。アンダーラインは 30% 以上 50% 未満のもの。

からいわれれば注意する程度の認識」という回答が約92%で、第ⅡGの関心の低さが目立った。また、③肥培管理による周辺環境悪化への可能性認識では、窒素投入量の多少に関係なく、「よく知っている」、「そうらしい」が約60～77%の回答となり、すべての農家で比較的認識が高い結果となった。

全体的にみると、第ⅢGが環境保全意識が最も高く、次いで第ⅠGとなり第ⅡGが低くなっている(表6)。

4. 考察及び普及への示唆

以上、施設ギク生産における肥料の過剰投入となる要因について、実際の窒素投入量を中心に検証してきた。まず第1に、連作期間が長くなるのに従って、窒素、リン酸、交換性カリウム成分が栽培土壤中により蓄積する傾向が強くなっている。しかし、実際には、適正値を外れても、栽培の継続に支障をきたすことが少ないことが上げられる。

次に、窒素投入量が多い第ⅠGと次に多い第ⅡGの特徴から過剰になる要因を考察する。多投入の第ⅠGは少投入の第ⅢGと同程度かそれ以上に技術力や経営成果指標が高い。そのことを踏まえて肥料投入の特徴をみると、①窒素無機化率の高い牛糞や食品残渣の堆肥を多く使う傾向がある上、その堆厩肥から供給される成分を考慮しないで通常施肥を行っている。また、②肥料投入による品質の向上や収量の増加への期待がより大きい。③さらに土壤診断をあまり行わず、肥料投入は自分の考え(経験)で実施している農家が多い。それに加えて、④環境保全意識が高い傾向もある。つまり、このグループは、環境負荷について多少目をつぶっても、窒素成分を多投入することで、品質向上や収量の増加を図ろうとしていると考えられる。なお、中間的に窒素投入量の多い第ⅡGは、技術力や経営成果が低いレベルで、環境保全意識も低い。また、土壤診断もある程度実施しているが、経験による栽培を行っている農家も多く、中途半端に投入量が多くなっているものと思われる。

最後に、少投入の第ⅢGの特徴から、肥料の過剰投入防止につながるヒントが見いだせる。具体的には、①連作を意識して、「ココヤシチップ」、「ヤシガラ」、「笹の葉堆肥」、「ケイントップ：サトウキビの絞り滓」等、窒素無機化率の非常に低い堆肥を投入

する傾向や、②生育に合わせて点滴灌水施肥や追肥回数を多く行う傾向が見られた。また、③肥料投入方法は、一作終了時に土壤診断を行いそれを参考とし、④堆肥を投入した場合はその窒素分を考慮して肥料投入を行う傾向があることも明らかとなった。

施設ギク栽培において経営成果を保ちつつ環境負荷軽減に考慮した肥料投入を行うことは可能である。すなわち上記第ⅢGの①～④に示したことの実践である。しかし、この成果をより活かすには、さらに以下のようなことに配慮する必要がある。まず、指導対象を分類し、第ⅡGのような中間的な考え方の農家に対して、肥料の多投入が必ずしも経営成果の向上に結びつくわけではないことを説明し、加えて上記第ⅢGの取り組みを示すことによって、肥料投入量削減への方針転換が可能であると思われる。しかし、このタイプの農家は、技術力や経営改善意識が低いので、継続したフォローが必要となる。

これに対して、第ⅠGのように肥料の多投入を意識的に行い、経営成果もある程度上げている農家の考え方を変えるのはかなり難しい。このような農家は、実際の土壤分析の値よりも経験による判断が施肥行動の優先基準となって、肥料の多投入に結びついているものと思われる。しかし、単価の低迷¹⁴⁾等、一輪ギク経営が厳しくなっている現在、ギク栽培に関する過去の成功経験の延長だけでは、安定した経営が維持できないと考えられる。そこで、少投入でも、土壤分析値等の各種データーを判断基準として、合理的に経営成果を上げている第ⅢGの実績や考え方をきちんと示して、繰り返し伝える必要がある。また、第ⅠGは技術力や経営改善意識も高く、さらに農薬使用量が実際に少ない農家が多いので、一度理解すればスムーズに抵投入型へ変化する可能性も少なくないと考えられる。

注 1) 『日本農業農村の史的展開と農政』〔4〕、「新たな持続的循環共生社会づくりのために」〔12〕、『循環の経済学』〔16〕、『むらの原理 都市の原理』〔13〕、『エコ農業食と農の再生』〔11〕、『日本の農業』〔14〕を参照。

2) 愛知県渥美地域は、2005年10月に田原市(旧田原町、赤羽根町)と渥美町が合併し田原市に統一されている。

3) 農業の多肥構造について、金沢〔7〕は、稲作の増収が労働手段の大きな変化を伴うことなしに、労働対象に働きかける小農技術によって支えられてきており、その中心にあるのが肥料の多投であることを指摘している。

- 4) 『平成 16 年産愛知県花き生産実績』[1] より引用。
- 5) 愛知県 (2001 年 3 月発行) の『農作物の施肥基準』[2] では、一輪ギクの施肥量が年間 3 作栽培において、10 a・1 作当たり: 夏秋ギク (N 15 kg, P_2O_5 10 kg, K_2O 15 kg), 秋ギク一作目 (N 27 kg, P_2O_5 12 kg, K_2O 27 kg), 秋ギク二度切り (N 21 kg, P_2O_5 6 kg, K_2O 21 kg) となっている。なお、2006 年 2 月に改訂版が発刊されたがデータは、調査当時の 2001 年版の基準で算出している。
- 6) 『愛知の土壌と土づくり』[3] より引用。
- 7) 畑地土壌と比較して、水田土壌は還元的で、アンモニア態窒素は土壌に保持され、硝酸態窒素は脱窒により除去されるため、窒素流出率は極めて低い [2, 15]。
- 8) 東京農大の後藤は、可給態リン酸は乾土 100 g 中に 100 mg 存在すれば、過剰とみなしリン酸肥料を施用しない方が良く、土壌中にリン酸が多くてもその過剰症は、みためにはでにくい。土壌病害が発生しやすくなると述べている [8]。また、愛知農総試の加藤は、キク栽培ほ場において、有効態リン酸が乾土 100 g 中に 300 mg 以上存在すれば根腐れ症状や鉄欠乏様のクロロシス症状が発生していると報告している [5, 6]。しかし、ホウ素や鉄、銅等の微量元素の過剰や不足、苦土: カリ: 石灰のバランスが崩れた場合を除いて、多量要素が過剰でも通常の栽培が継続可能となっているほ場が多い。
- 9) JA 愛知みなみでは専属の土壌分析する係があり無料で土壌分析を実施している。また、栽培後の実測値で、N: 10 ~ 30 mg/100 g, P_2O_5 : 100 ~ 400 mg, K_2O : 70 ~ 150 mg 程度存在しているほ場も多くみられるが、その後の栽培に支障をきたすことは少ない。
- 10) 肥料取締法による分類。特殊肥料は、米ぬか、魚かす、堆肥などのように、簡単にその品質が識別できるようなもので、農林水産大臣が指定した肥料 (この論文では主に堆肥や食品残渣を表している)。また、普通肥料には、化学肥料だけでなく、油かす骨粉といった有機質肥料や化学肥料とミックスされた配合肥料も含まれる。ここでは、一輪ギク生産者が基肥及び追肥で使った肥料成分量と通常考慮されていないこともある堆肥から供給される肥料成分量を分けて示している [15]。
- 11) 土壌中の窒素は大部分が有機態窒素で存在するが、このままでは作物に利用されない。有機態窒素が微生物の力で作物に利用できるアンモニア態や硝酸態の無機態窒素に変化し、作物に吸収されるようになることを窒素の有効化と言い、全窒素に対する無機化した窒素の割合を窒素の無機化率という [15]。
- 12) 1995 年に調査した農家は、2003 ~ 2005 年に調査した 30 人のうちの 18 人は同一農家であるが、残りの 17 人は別のキク生産農家で行った。
- 13) 2000 年までは、渥美地区における秋ギクの主要品種は「秀芳の力」という多肥でも栽培可能なものであったが、2001 年頃から「神興の誠」や「神馬」という肥料

が少なくとも栽培可能な品種に変わっている。

- 14) 渥美地域における一輪ギクの市場販売単価を、愛知県の花き生産実績 [1] でみると、1998 年が 67.9 円、2001 年が 57.3 円、2004 年が 59.1 円となり、2000 年以降単価が低迷している。

参考文献

- [1] 愛知県農林水産部園芸農産課『平成 10, 13, 16 年産花き生産実績』愛知県, 2000, 2003, 2006. 3.
- [2] 愛知県農林水産部農業経営課・愛知県農業総合試験場『農作物の施肥基準』愛知県, 2001. 3, pp. 114-117.
- [3] 愛知県農業総合試験場企画普及部『愛知の土壌と土作り』愛知県, 2005. 2, pp. 1-12.
- [4] 大原興太郎「東海地方における戦後農業農村の変貌と農政—農業近代化過程の評価を中心に」、『日本農業農村の史的展開と農政 第二次世界大戦後を中心に』日本村落研究学会編 農山漁村文化協会, 2001. 11, pp. 47-76.
- [5] 加藤俊博・武井昭夫「園芸作物に対するリン酸の適正範囲 (第 2 報) 土壌リン酸濃度がキクの生育、収量、品質に及ぼす影響」、『愛知県農業総合試験場研究報告』第 21 号, 愛知県農業総合試験場, 1989. 10, pp. 230-237.
- [6] 加藤俊博・武井昭夫「施設切り花の施肥と土壌管理 (第 2 報) 塩基飽和度がキクの生育収量に及ぼす影響」、『愛知県農業総合試験場研究報告』第 26 号, 愛知県農業総合試験場, 1994. 10, pp. 247-255.
- [7] 金沢夏樹『稲作農業の論理』東京大学出版, 1971. 8, pp. 50-87.
- [8] 後藤逸男『土づくり, ものづくり, まちづくり—実践から考える土づくり』田原町環境保全推進協議会後援会参考資料, 2001. 3, p. 4.
- [9] 胡 柏「環境保全型農業の担い手構造」、『農林統計調査』第 54 巻 1, 農林統計協会, 2004. 1, pp. 12-20.
- [10] 田中洋介「環境保全型農業と肥料問題」、『農林統計調査』第 54 巻 1, 農林統計協会, 2004. 1, pp. 4-11.
- [11] 葛谷栄一『エコ農業 食と農の再生』家の光協会, 2000. 3.
- [12] 内藤正明「新たな持続的循環共生社会づくりのために」、『21 世紀の日本を考える〈食糧・農業・農村〉』第 5 号, 農山漁村文化協会, 1999. 3, pp. 14-23.
- [13] 原田 津『むらの原理 都市の原理』農山漁村文化協会, 1997. 2.
- [14] 原 剛『日本の農業』岩波新書, 1994. 2.
- [15] 三好 洋・嶋田永生・石川昌男・伊達 昇編『土壌肥料用語事典』農山漁村文化協会, 1991. 1.
- [16] 室田 武・多辺多政弘・植田 敦 編著『循環の経済学』学陽書房, 1995. 4.

(受理日: 2006 年 7 月 4 日)