

肥効調節型肥料を利用したパセリの施肥削減技術の開発

山崎成浩¹⁾・堀江優子²⁾・渥美和彦¹⁾・若澤秀幸¹⁾

¹⁾ 農林技術研究所土壌環境科, ²⁾ 中遠農林事務所園芸畜産課

Reduction of Fertilizer Amount by use of controlled-release fertilizers to Parsley

Shigehiro Yamazaki¹⁾, Yuuko Horie²⁾, Kazuhiko Atsumi¹⁾, Hideyuki Wakasawa¹⁾

¹⁾Shizuoka Res. Inst. of Agri. And Forest. ²⁾ Chuen Office of Agri. And Forest.

Abstract

Parsley cultivation needs the largest amount of nitrogen among the 68 crops on the fertilization guide for Shizuoka prefecture. Also the fertilizer application needs to be conducted four times over the season. The purpose of this study is to reduce the amount nitrogen fertilizer and the number of applications by using controlled-release fertilizer. Parsley absorbed 26 kg/10a nitrogen, 6 kg/10a phosphorous and 60 kg/10a potassium respectively under the custom fertilization. The absorption efficiencies of parsley were estimated to be 39% for nitrogen, 7% for phosphorous and 99% for potassium based on the amount of fertilizer applied and the absorption. This result indicated the possibility of fertilizer reduction. The yield using a mixture of fertilizers was studied; seven parts of controlled-release fertilizer over 70 days, and another of two parts of controlled-release fertilizer and one part of readily available fertilizer, did not show any significant difference from the yield using the custom fertilizer. The early yield using this method was higher than that of the custom method. In addition, number of applications could be reduced to one from four times.

キーワード：肥効調節型肥料, パセリ, 減肥, 環境保全型農業

I 緒 言

静岡県のパセリは県内西部を中心に生産され、栽培面積23ha、生産量は全国4位(2009)²⁾であるが、県が策定した施肥基準68品目の中で最も施肥窒素量が多い(68kg/10a)³⁾。このため、余剰窒素の流出等による環境への影響が懸念されている。また施肥の回数が年4回と多いため、作業の省力化が求められている。堀江ら⁴⁾は、同地域に位置する佐鳴湖の全流域における農業由来の環境窒素負荷量を明確にし、施肥窒素負荷低減と施肥効率向上技術の導入を提言している。

本研究では、6月播き、11月収穫におけるパセリの施肥量と施肥回数の削減を目的として、養分吸収特性を明らかにし、パセリ栽培に適した肥効調節型肥料等の組み合わせについて検討した結果を報告する。

II 材料及び方法

1 パセリの養分吸収量

農林技術研究所内ビニルハウス(細粒黄色土)にて試験を行った。施肥概要を表1に示した。慣行の施肥体系にて施肥窒素量68kg/10aを畝上に施用し、覆土した。品種はパセリ選抜3号を供試し、2008年6月6日に288穴セルトレイに1セル当たり3~4粒播種し、7月1日に畝間85cm×株間30cm、二条千鳥で定植した。間引きは9月3日、10月7日に実施した。地上部植物体(葉、側枝、茎)を、9月2日から4月7日までの約1か月ごとに、それぞれ4株2連で採取し、乾燥、粉碎した後、植物体の窒素は蒸留法、リン酸はバナドモリブデン酸法、カリは乾式灰化後、原子吸光法にて測定した。

2 肥効調節型肥料を利用したパセリの施肥量削減試験

農林技術研究所内ビニルハウス(細粒黄色土)にて、表2のとおり、2008年～2010年で3作試験した。慣行区の施肥窒素量は68 kg/10a施用とし、削減区では溶出日数の異なる肥効調節型肥料と速効性肥料を組み合わせ、施肥窒素量は48 kg/10aとした。本試験では、地温から肥料の溶出量を推定するシミュレーションを行い、作物の吸肥パターンに肥料の溶出パターンが合致するよう肥効調節型肥料を選択した。試験初年度の2008年は肥効調節型肥料 S70, S140 を供試した。耕種概要を表3に示した。供試品種はパセリ‘選抜3号’を用い、288穴セルトレイに1セル当たり3～4粒播種し、育苗後、定植した。2008年は栽培前に、土壌改良資材として、熔リンと苦土石灰を100 kg/10a施用した。収穫開始日より、出荷規格に合うパセリを収穫後、葉柄以下10cmの茎を残すように調製して、新鮮重を測定した。

生育期間中の窒素溶出状況を調査するため、2mmメッシュ袋(10cm×10cm)に肥効調節型肥料5gと土約100gを詰め

て、ほ場に埋設し、2か月ごとに取り出し、残存窒素量を分析した。そして、理論的な溶出量をシミュレートするため、地下15cmの地温を測定した。

また、収穫終了後に株間から土壌を1区2ヶ所採取し、跡地土壌の化学性(pH, EC, 無機態窒素, 可給態リン酸, 交換性塩基)を常法により、分析した。

3 肥効調節型肥料を利用したパセリの施肥量削減試験(現地試験)

施肥量削減試験を浜松市内のパセリ生産者ほ場で実施した。表4に示したとおり、現地慣行区は施肥窒素量61 kg/10aとし、試験区は溶出日数の異なる肥効調節型肥料と速効性肥料を組み合わせて、施肥窒素量48 kg/10aとした。播種は2010年6月15日、施肥は9月17日に行った。試験は1区10株2連で行った。11月2日から3月24日まで約2週間ごとに、10回収穫した。また供試した肥効調節型肥料の溶出状況及び栽培後の跡地土壌の化学性を、試験2と同様に調査した。

表1 パセリ吸収特性試験における施肥概要

施肥回数	施肥日	施肥量(kg/10a)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 ¹⁾	9/30	22	19	19
2 ²⁾	11/17	21	19	18
3 ³⁾	1/20	20	19	19
4 ⁴⁾	2/26	5	4	5
4回		68	61	61

1) 配合肥料(7-6-6)15kgN/10a、IB入り緩効性肥料(10-10-10)7kgN/10aを施用。

2) IB入り緩効性肥料(10-10-10)7kgN/10a、菜種粕(5-2-1)4kgN/10a、硝化抑制剤入り化成肥料(15-15-15)10kgN/10aを施用。

3) 配合肥料(7-6-6)10kgN/10a、硝化抑制剤入り化成肥料(15-15-15)10kgN/10aを施用。

4) リン硝安系肥料(13-10-11)5kgN/10aを施用。

表3 肥効調節型肥料を利用した施肥削減試験 耕種概要

試験年度	播種日	定植日	間引き日	試験区	収穫期間・収穫回数
2008年	6月6日	7月1日	9/3、10/7	1区(1.1m ²)15株・2連	10/28～4/2・12回
2009年	7月18日	8月18日	9/7、10/8	1区(1.1m ²)15株・2連	11/19～4/1・17回
2010年	6月25日	7月6日	8/12、9/6	1区(1.1m ²)15株・3連	11/5～4/8・14回

1) 畝間×株間：85cm×30cm

表4 施肥量削減試験(現地試験)の試験構成

試験区	処理(N量配合比)	施肥量(kg/10a)			施肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
30%削減区	リン安+S70+S100(1:7:2) ¹⁾	48	40	47	1回
現地慣行	配合+固形+IB(2:1:1) ²⁾	61	57	57	1回

1) リン安：リン硝安系肥料(13-10-11)、S70：被覆燐硝安加里シグモイド溶出型70日(14-12-14)、S100：被覆燐硝安加里シグモイド溶出型100日(14-12-14)

2) 配合：配合肥料(7-6-6)、固形：固形肥料(10-10-10)、IB：IB入り緩効性肥料(10-10-10)

表2 肥効調節型肥料による施肥量削減試験の試験構成

試験年度	試験区	処理 (N量配合比)	施肥量(kg/10a)			施肥日	施肥回数
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
2008	30%削減区 (後期溶出・スターター無)	S70+S140 (8:2)	48	41	48	9/30	1回
	慣行	慣行 (3+3+3+1)	68	61	61	9/30 ¹⁾ 、11/17 ²⁾ 、 1/20 ³⁾ 、2/26 ⁴⁾	4回
2009	30%削減区 (中期溶出)	リン安+S70+S100 (1:7:2)	48	40	47		
	30%削減区 (後期溶出)	リン安+S70+S140 (1:7:2)	48	40	47	10/9	1回
	30%削減区 (スターター無)	S70+S140 (8:2)	48	41	48		
	慣行	慣行 (3+3+3+1)	68	61	61	10/9 ¹⁾ 、12/9 ²⁾ 、 2/9 ³⁾ 、3/11 ⁴⁾	4回
2010	30%削減区 (中期溶出)	リン安+S70+S100 (1:7:2)	48	40	47	9/24	
	30%削減区 (スターター無)	S70+S100 (8:2)	48	41	48	9/24	1回
	慣行	慣行 (3+3+3+1)	68	61	61	9/24 ¹⁾ 、11/18 ²⁾ 、 12/24 ³⁾ 、2/14 ⁴⁾	4回

※リン安：リン硝安系肥料(13-10-11)、S70：被覆磷硝安加里シグモイド溶出型70日(14-12-14)、S100：被覆磷硝安加里シグモイド溶出型100日(14-12-14)、S140：被覆磷硝安加里シグモイド溶出型140日(14-12-14)

1) 配合肥料(7-6-6)15kgN/10a、IB入り緩効性肥料(10-10-10)7kgN/10aを施用。

2) IB入り緩効性肥料(10-10-10)7kgN/10a、菜種粕(5-2-1)4kgN/10a、硝化抑制剤入り化成肥料(15-15-15)10kgN/10aを施用。

3) 配合肥料(7-6-6)10kgN/10a、硝化抑制剤入り化成肥料(15-15-15)10kgN/10aを施用。

4) リン硝安系肥料(13-10-11)5kgN/10aを施用。

Ⅲ 結 果

1 パセリの養分吸収量

試験1で行った生育期間中における窒素、リン酸、カリの吸収量を図1に示した。パセリ地上部の養分吸収量は窒素26kg/10a、リン酸6kg/10a、カリ60kg/10aであった。窒素とカリは10月後半から11月後半までの吸収量の増加が大きい傾向にあり、その他の期間の吸収量はほぼ一定であった。慣行施肥量と養分吸収量から見かけの利用率を計算すると、窒素の利用率は39%、リン酸7%、カリ99%であった。

2 肥効調節型肥料を利用したパセリの施肥量削減試験

2008年～2010年の3カ年の各試験区の収量を表5に示した。調製重の総収量は、3カ年とも、全ての削減区で慣行区と同等であり、有意差は認められなかった。年内収量(11、12月の調整重)は2008年と2009年では試験区と慣行区で有意差

は認められなかったが、2010年は削減区で慣行区より多く、有意差が認められた。

跡地土壌の化学性を表6に示した。2009年、2010年の削減区では、施肥により土壌に供給された無機態窒素、可給態リン酸、交換性カリは、栽培前よりやや増加する傾向であったが、県の土壌改善基準値内であった⁴⁾。また、3カ年とも削減区の無機態窒素、可給態リン酸、交換性カリは慣行区より少なかった。栽培期間と肥効調節型肥料2種類の組み合わせによる累積溶出率(測定地温によりシミュレートした肥料の溶出量推定値及び溶出の実測値)を2、3、4、5図に示した。2008年及び2009年のS70+S140区は、2008年では12月以降、2009年は1月以降、推定値と溶出値との差が開き始めたが、3月以降、溶出量は増加し、推定値の溶出に近づいた(2、3図)。2009年S70+S100の区は3月まで推定値と同様のパターンを示した(図4)が、2010年は11月から肥料の溶出量が減少し、推定値との差が広がった(図5)。

生育期間中の積算地温と肥効調節型肥料の溶出状況との関係を図6に示した。各区とも700~800°C・日まで溶出率は抑えられ、800°C・日以降、累積溶出率は増加し、シグモイド型の溶出が確認された。また、収穫終了までの累積溶出率は全試験区とも66%~73%に留まり、推定値の80%に達しなかった。

3 肥効調節型肥料を利用したパセリの施肥量削減試験 (現地試験)

月別収量、総収量を表7に示した。試験区の総収量は慣行区と同等で、有意差は認められなかった。試験期間中の肥効調

節型肥料の累積溶出率(測定地温によりシミュレートした肥料の溶出量推定値と溶出の実測値)を図7に示した。11月以降、溶出量は推定値より少なく推移した。収穫終了日までの肥料の累積溶出率は61%であった。また、所内と現地の試験期間中の積算地温と試験区の肥効調節型肥料の溶出状況を示したのが図8である。現地試験においても研究所内と同様の溶出パターンを示し、300°C・日~500°C・日まで溶出率は抑えられ、以後、累積溶出率は増加した。

跡地土壌の化学性を表8に示した。無機態窒素、可給態リン酸、交換性カリは、慣行区より少なかった。

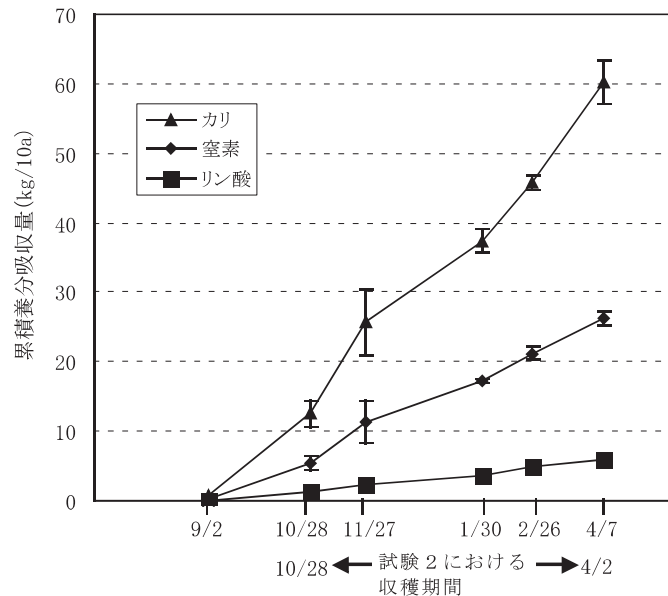


図1 慣行栽培におけるパセリの養分吸収特性

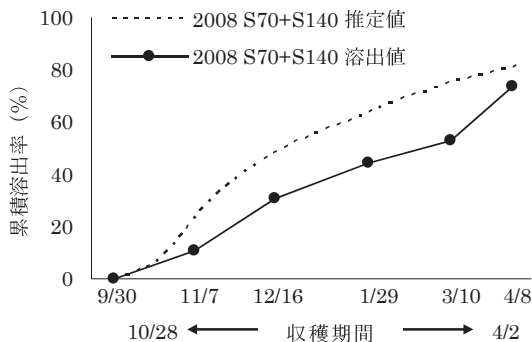


図2 肥効調節型肥料 (S70+S140) の推定窒素溶出量と実際の窒素溶出 (2008)

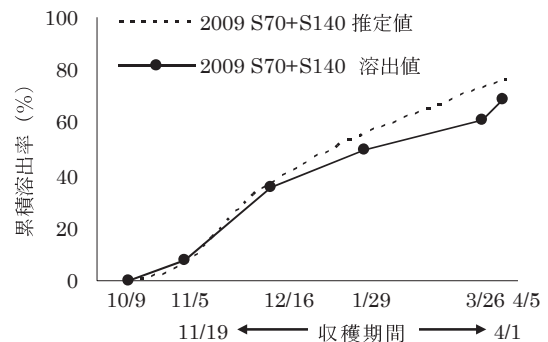


図3 肥効調節型肥料 (S70+S140) の推定窒素溶出量と実際の窒素溶出 (2009)

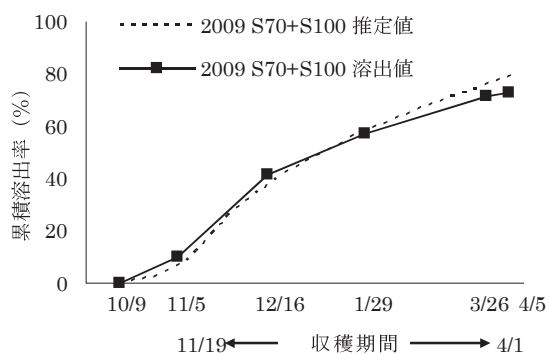


図4 肥効調節型肥料(S70+S100)の推定窒素溶出量と実際の窒素溶出(2009)

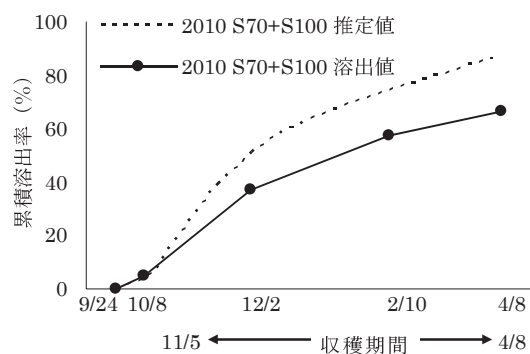


図5 肥効調節型肥料(S70+S100)の推定窒素溶出量と実際の窒素溶出(2010)

表5 肥効調節型肥料を利用した施肥量削減試験結果

区		収量 (g/株)					合計	
		11、12月	1月	2月	3月	4月		
2008年	30%削減区 (後期溶出・スターター無)	調整重	29	47	24	45 ⁺	44	189
		全重 ²⁾	214	106	89	165	120	726
	慣行	調整重	60	40	11	89	31	231
		全重	193	96	58	267	149	782
2009年	30%削減区(中期溶出)	調整重	46	39	115	99	33	333
		全重	167	80	212	210	83	751
	30%削減区(後期溶出)	調整重	44	22	91	96	35	287
		全重	185	59	185	244	93	767
	30%削減区(スターター無)	調整重	32	24	99	108	34	297
		全重	147	56	181	191	81	655
	慣行	調整重	26	18	108	127	52	331
		全重	151	38	204	232	97	723
2010年	30%削減区(中期溶出)	調整重	58 ⁺	12	55	46	2	173
		全重	332	69	187	153	56	797
	30%削減区(スターター無)	調整重	40	14	63	47	6	170
		全重	256	60	171	135	63	686
	慣行	調整重	40	22	58	52	2	175
		全重	290	88	187	176	55	795

1)全重は、規格内収量と規格外収量の合計、調整重は規格内作物の葉柄以下10cmに調整した収量。

+ : t検定により慣行区と有意差あり (P<0.1:PはFDRで調整した)。

表6 跡土壌の化学性

区	pH (H ₂ O)	EC (dS/m)	無機態窒素 (mg/100g乾土)	可給態リン酸 (mg/100g乾土)	交換性塩基(mg/100g乾土)			
					K ₂ O	CaO	MgO	
2008年	栽培後 30%削減区 (後期溶出・スターター無)	5.2	0.52	45.6	66	61	194	51
	慣行	5.2	1.77	127.8	106	183	239	62
	栽培前	5.4	0.13	5.3	64	44	156	35
2009年	栽培後 30%削減区 (中期溶出)	5.1	0.27	7.6	56	39	162	38
	30%削減区 (後期溶出)	5.2	0.29	8.7	55	38	168	42
	30%削減区 (スターター無)	5.7	0.14	2.4	56	21	176	42
	慣行	5.1	0.44	21.9	67	68	186	41
	栽培前	5.3	0.22	6.8	48	38	172	38
2010年	栽培後 30%削減区 (中期溶出)	5.3	0.13	4.3	61	35	160	42
	30%削減区 (スターター無)	5.2	0.19	9.0	56	38	133	34
	慣行	4.9	0.89	41.0	87	72	150	37
	栽培前	5.4	0.12	7.4	49	34	129	38
県改善基準 (参考) †		6.0~6.5	0.2dS以下		20~80	15~50	250~320	55~75

† 静岡県産業部農業振興室(2009)持続的農業を推進する静岡県土壌肥料ハンドブック

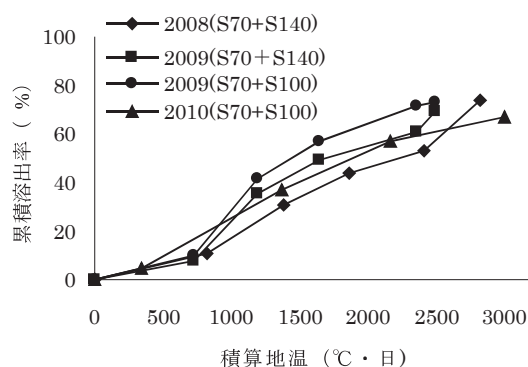


図6 積算地温に対する肥効調節型肥料の窒素溶出 (2008~2010)

表7 肥効調節型肥料を利用した施肥量削減試験結果 (現地試験)

区		収量(g/株)					合計
		11月	12月	1月	2月	3月	
30%削減	調整重	26	38	23	52	58	199
	全重	84	88	88	41	41	343
現地慣行	調整重	29	38	17	48	53	184
	全重	70	85	85	36	36	314
t検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns

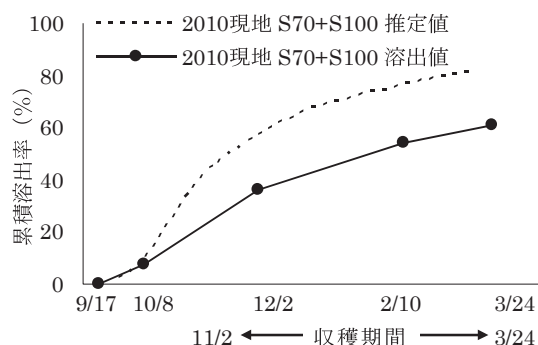


図7 肥効調節型肥料の推定窒素溶出量と実際の窒素溶出（現地試験）

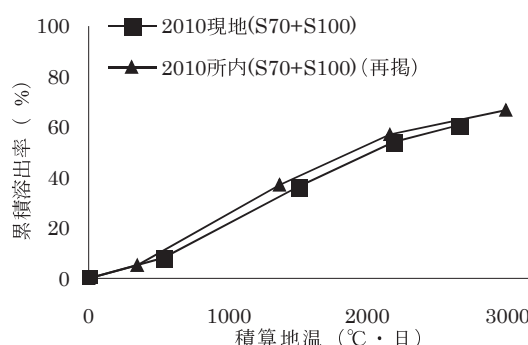


図8 積算地温に対する肥効調節型肥料の窒素溶出（現地試験）

表8 跡地土壌の化学性（現地試験）

区	pH (H ₂ O)	EC (dS/m)	無機態窒素 (mg/100g乾土)	可給態リン酸 (mg/100g乾土)	交換性塩基(mg/100g乾土)		
					K ₂ O	CaO	MgO
30%削減	6.8	0.26	5.7	587	116	421	87
現地慣行	6.8	0.33	8.3	599	130	431	92
栽培前	6.8	0.13	1.1	568	77	433	78
県改善基準(参考) [†]	6.0~6.5	0.2dS以下		20~80	15~50	250~320	55~75

[†] 静岡県産業部農業振興室(2009)持続的農業を推進する静岡県土壌肥料ハンドブック

IV 考 察

パセリの吸肥特性の結果から、慣行施肥における見かけの窒素利用率は低く、施肥量削減の可能性が示唆された(図1)。また表5から計算すると26kg/10aの窒素を吸収して5,488kg/10a(全重)のパセリを収穫したことになる(2008年慣行区)。

施肥量削減のため、肥料は溶出パターンがパセリの吸肥特性と合致し、溶出が安定している肥効調節型肥料を用いる必要がある。肥効調節型肥料は被覆資材、溶出タイプや溶出日数によって様々な種類があるが²⁰⁾、パセリ栽培は初期の樹勢を抑える必要があることから、肥料の溶出タイプはシングルタイプが適していると考えられた。肥料溶出試験から2008年のS70+S140の組み合わせでは、収穫終了間際の3月以降も溶出量が増加し、収穫が4月上旬までである作型では収量増加に寄与する期間が短いため、溶出を早める必要があると考えられた(図2)。そこで、2009年では、溶出を早めるため、リン安+S70+S100(中期溶出)を設定した。リン安+S70+S100(中期溶出)区はリン安+S70+S140(後期溶出)区より肥料の累積溶出率が高く(図6)、効率良く肥料が供給されていると考えられた。

3カ年の調整量の総収量は慣行と同等であった(表5)。しかし、2010年における削減区(中期溶出)の11、12月の収量は慣行区

より多く、有意差が認められた。速効性肥料の施用は、肥効調節型肥料の初期の溶出量をカバーし、収量を確保することが報告されている²⁾。本試験においても、9月後半に施用された速効性肥料が、養分吸収量が増加する10月に、効率よく吸収されたことにより年内収量が増加したと考えられた。しかし、2009年の試験では早期の収量は慣行と差が無かったことから、速効性肥料の効果については、更に検討が必要であると考えられた。11、12月におけるパセリの市場単価は1,109円/kg(2008~2010年平均)で、年間平均単価760円/kg(2008~2010年平均)より146%高価であった[†]。このことから肥効調節型肥料と速効性肥料を組み合わせ、単価の高い年内の収量を増加させることが、経営面から重要であろう。以上の結果から、パセリにはS70をベースにS100及び速効性肥料を組み合わせた施肥が適当であると考えられた。

3カ年の肥効調節型肥料の累積溶出率は全試験区で80%より低かった。肥効調節型肥料の溶出日数は、25°Cの水中で80%溶出するのに必要な期間を示しており²⁾、80%溶出するために必要な積算地温は100日タイプで2,500°C・日、140日タイプで3,500°C・日である。図6から明らかのように2008、2009年のS70+S140区の積算地温は3,500°C・日に達しなかったことから、積算地温が不足し、溶出率が低下したと考えられた。しかし、

[†]2010年度JAとびあ浜松パセリ販売実績

2010年のS70+S100区は積算地温2,500度・日を超えていても、溶出率は80%より低く、11月から推定値と差が開き、溶出が遅れた(図5)。原因は不明であった。

また、肥効調節型肥料は肥料成分が残存すると試験終了後も溶出が続くことから、土壌中の無機態窒素やリン酸の蓄積が懸念される。カリは、削減区のカリ施肥量47~48kg/10aに対し、パセリのカリの吸収量は60kg/10aで、施肥量より吸収量が多かった。削減区の跡地土壌の交換性カリは、栽培前後で2008年を除き減少していたが、無機態窒素や可給態リン酸は増加傾向であった。このことから、肥効調節型肥料を施用した際は、栽培終了後に土壌分析を行い、無機態窒素、リン酸、カリの残存状況を明らかにし、次作の施肥量を決定する必要がある。

肥効調節型肥料と速効性肥料を組み合わせることで、現地慣行よりも施肥量の削減が可能である事が示唆された。しかし、現地への技術導入に当たっては、作型が本試験と異なる場合、地温が変わることによる肥料の溶出の変化を考慮し、肥効調節型肥料の溶出タイプや施用時期を検討する必要がある。また、肥効調節型肥料の溶出率が低下し残存する心配があることから、作付終了後、土壌分析を行い、次作以降の施肥量を定めることが環境保全型農業の達成の点からも望ましいと考える。

V 摘 要

パセリは施肥基準が策定されている68品目の中で最も施肥窒素量が多く(68kg/10a)、環境への影響が懸念されている。また施肥回数削減による省力化が求められている。そこで、肥効調節型肥料を用い施肥窒素量と施肥回数の削減を目指した。

- 1.パセリ地上部の養分吸収量は窒素が26kg/10a、リン酸が6kg/10a、カリが60kg/10aであった。見かけの施肥利用率は窒素が39%、リン酸は7%、カリは99%であった。
- 2.肥効調節型肥料シグモイド溶出型70日と100日及び速効性肥料を7:2:1で組み合わせ、施用することで、施肥量を3割削減しても、慣行と同等の収量が得られた。さらに施肥回数を4回から1回に省力できた。
- 3.肥効調節型肥料と速効性肥料を組み合わせ施肥量3割削減した施肥体系を、現地ほ場にて実証したところ、現地の慣行と同等の収量が得られた。

引 用 文 献

- 1) 堀江優子ら(2009).佐鳴湖流域における農耕地の変遷と施肥窒素成分収支. 静岡県農林技術研究所研究報告 2:27-37.

- 2) 関東農政局静岡農政事務所(2009)生産農業所得統計.
- 3) 塩崎尚郎(2008).肥料便覧:96-100.
- 4) 静岡県産業部農業振興室(2009)持続的農業を推進する静岡県土壌肥料ハンドブック:96, 254.
- 5) 田中有子,小山田勉(2000).セル成型苗利用による秋冬獲りネギの肥効調節型肥料を用いた全量基肥溝施肥法. 茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告 8:19-26.