

プチヴェールの養分吸収特性と減肥・省力型施肥の可能性^{†1}

坂口(堀江)優子¹⁾・鈴木則夫²⁾・小杉 徹³⁾・神谷径明¹⁾・若澤秀幸¹⁾

¹⁾ 農林技術研究所, ²⁾元農林技術研究所, ³⁾農林技術研究所 (現茶業研究センター)

Nutrient Absorption Properties of Petit Veil and Possibility of Fertilizer Reduction

Yuko Sakaguchi(Horie)¹⁾, Norio Suzuki²⁾, Toru Kosugi³⁾, Michiaki Kamiya¹⁾,
and Hideyuki Wakasawa¹⁾

¹⁾Shizuoka Res.Inst.of Agric.and For., ²⁾Before Shizuoka Res.Inst.of Agric.and For.,

³⁾Tea Research Center/Shizuoka Res.Inst.of Agric.and For.

Abstract

At the vegetable production center, the stable shipment technology that I introduced an environmental load reduction technique into is demanded nationwide. In Shizuoka, many plants including Brussels sprouts are cultivated around the cities of Hamamatsu and Numazu. However, for the petit veil, nutrient absorption properties have not been defined; hence, the amount required for nitrogen application is not clear.

Therefore, I investigated the degree of nutrient absorption by the petit veil in order to define the nutrient absorption properties of petit veil more clearly. Nitrogen absorbed by petit veil is 30 kg per 10 a, phosphorus acid absorption is 26 kg per 10 a, while the quantity of potassium absorption is 56 kg per 10 a. Nitrogen availability from fertilizer is 64%, and fertilization of 28.8 kg per 10 a is thought to be adequate. The amount of nutrients absorbed increased until (after permanent planting for 118 days) December 27 and increased gradually afterwards. This trend was observed with nitrogen. Phosphorus ammonium nitrate potassic fertilizer was applied to the planting hole (for 70–100 days). On the basis of 100 planting hole - same amount, or 70 planting hole - same amount, it is thought that examination of the starter²⁾ application is necessary.

キーワード：プチヴェール, 養分吸収特性, 肥効調節型肥料

I 緒 言

近年、静岡県では多品目の野菜が栽培されており、浜松市や沼津市周辺で栽培されている非結球メキャベツ(以下プチヴェール)はその一つである。プチヴェールは、1990年に県内企業が、結球メキャベツとケールを交配して作出した。プチヴェールの県内における出荷量は、

27t²⁾と、全国第1位で、首都圏を中心に出荷されており、近年全国的にも栽培面積が増加している。一方、生産現場では多施肥による肥料養分集積や環境汚染等が懸念されている。これは、プチヴェールの収穫期間が長く、窒素の多量施用が必要だと考えられているためである。しかし、養分吸収特性は不明で、最適窒素施用量も明らかにはなっていない。そこで本報告では、プチヴェールの適正施肥量や養分吸収特性を明らかにするため、養分吸

^{†1}土壌肥料学会中部支部講演会(2008 富山)

^{†2}静岡経済連(2014):平成25年度プチヴェール出荷実績

収量の調査を行った。さらに肥効調節型肥料を利用した施肥削減と追肥を省略した効率的施肥法について検討したので報告する。

Ⅱ 材料及び方法

1 養分吸収特性

試験は農林技術研究所内露地ほ場(細粒黄色土)で実施した。播種は増田採種場にて行い、静岡県農林技術研究所内の網室で育苗後、農林技術研究所内ほ場(細粒黄色土)にて試験を行った。試験構成と施肥概要は表1に示した。慣行区の窒素量28.8kg/10aに対して無窒素区を設置し、窒素利用率を求めた。試験は1区(30株)18.5m²、2反復で行った。供試品種はミニヴェール6号を用いた。2006年8月30日に基肥施用・畝立て、8月31日に株間95cm×畝間65cm、栽植密度1620株/10aで定植した。養分吸収量を調査するため慣行区は2006年9月25日、11月8日、12月27日、2007年4月4日に、無窒素区は4月4日にのみ3株ずつまとめて採取した。また、2006年12月27日、2007年1月17日、2月27日、3月28日、4月4日に直径4cm以上の腋芽を収穫し、2006年11月8日、12月5日、12月27日、2007年1月17日、2月27日、3月22日、3月27日に、腋芽の日当たりを良くするため、地上部の下から1/3までの変色している葉を摘葉(葉欠き)した。

採取した植物体(葉、茎、腋芽)は、乾燥・粉砕後、窒素はケルダール蒸留法、リン酸はバナドモリブデン酸法、カリウム、カルシウム、マグネシウムは乾式灰化後、原子吸光法にて測定した。

2 肥効調節型肥料を利用した施肥の効率化

試験1と同様、播種は増田採種場で行い、静岡県農林技術研究所内の網室で育苗後、農林技術研究所内ほ場(細粒黄色土)にて試験を行った。試験構成と施肥概要を表2に示した。肥効調節型肥料には被覆燐硝安カリ100日タイプと70日タイプを供試し、施肥窒素量を慣行区と同量とした同量区と2割削減した2割減区を設けた。被覆燐硝安カリ100日タイプと70日タイプは、初期溶出型を用いた(以下リニア型)。肥効調節型肥料は全量基肥で植え穴に施用した。慣行区は2007年9月3日に基肥を全面施用、畝立て、9月4日に定植した。9月26日、10月18日、12月13日に計3回の追肥を行った。肥効調節施肥区は9月3日に畝立てし、70日・同量、2割減区は9月4日に施肥、定植、100日・同量、2割減区は9月5日に施肥、定植した。慣行区、70日・同量、2割減区は1区18.5m²(30株、株間95cm×畝間65cm)、100日・同量、2割減区は1区9.25m²(15株、株間95cm×畝間65cm)とし、それぞれ2反復で行った。

肥効調節型肥料の窒素溶出状況を調査するため、2mmメッシュ袋(10cm×6cm)に肥効調節型肥料5gと土100gを充填し、ほ場に被覆燐硝安カリ100日タイプ、70日タイプそれぞれ21袋ずつ地下15cmに埋設後、定期的に3袋ずつ取り出し、残存窒素量をイオンクロマトグラフィーで分析した。また地下15cmの地温を測定し、シュミレーションソフト(ジェイカムアグリ)を用いて溶出量を推定した。

収量調査は、100日・同量区、100日・2割減区は1区5株、慣行区、70日・同量区、70日・2割減区は1区8株で実施した。2007年12月25日、2008年1月28日、1月31日、2月13日、2月27日、3月7日、3月17日、3月28日の8回実施し、腋芽数、腋芽重を調査した。腋芽は

表1 プチヴェール養分吸収量調査のための試験構成

区	施肥回数	施肥日	施肥量 (kg/10a)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
慣行	基肥 ¹⁾	8月30日	15.6	24.8	10.8
	追肥1 ²⁾	9月25日	6.8	4.4	4.4
	追肥2 ³⁾	10月26日	3.2	2.0	2.8
	追肥3 ³⁾	12月28日	3.2	2.0	2.8
	計		28.8	33.2	20.8
無窒素	基肥 ⁴⁾	8月30日	0.0	24.8	10.8
	追肥1 ⁴⁾	9月25日	0.0	4.4	4.4
	追肥2 ⁴⁾	10月26日	0.0	2.0	2.8
	追肥3 ⁴⁾	12月28日	0.0	2.0	2.8
	計		0.0	33.2	20.8

1) すべての区に炭酸苦土石灰200kg/10a、苦土重焼リン(P₂O₅ 35)40kg/10aを全面に施用
配合肥料(8-4-4)9.6kgN/10a及び、I B化成(10-10-10)6kgN/10aを基肥として施肥

2) 配合肥料4.8kgN/10a及び、I B化成2kgN/10aを追肥として施肥

3) リン硝安カリ(16-10-14)を3.2kgN/10a追肥として施肥

4) リン酸は過リン酸石灰(P₂O₅ 17.5)、カリは硫酸カリ(K₂O 50)を施肥

表2 肥効調節型肥料と植え穴施肥による施肥量削減試験構成

試験区	栽培期間中の施肥量 (kg/10a) ¹⁾			基肥	追肥1	追肥2	追肥3
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	N	N
100日・同量 ⁵⁾	28.8	38.7	28.8	28.8	-	-	-
70日・同量 ⁵⁾	28.8	38.7	28.8	28.8	-	-	-
100日・2割減 ⁵⁾	23.0	33.7	23.0	23.0	-	-	-
70日・2割減 ⁵⁾	23.0	33.7	23.0	23.0	-	-	-
慣行	28.8	33.2	20.8	15.6 ²⁾	6.8 ³⁾	3.2 ⁴⁾	3.2 ⁴⁾

- 1) 2007年9月3日すべての区に炭酸苦土石灰を200kg/10a、苦土重焼リン(P₂O₅ 35)を40kg/10a施肥
- 2) 配合肥料(8-4-4)9.6kgN/10a及び、IB化成(10-10-10)6kg N/10aを基肥として施肥
- 3) 配合肥料4.8kgN/10a及び、IB化成2kgN/10a を追肥として施肥
- 4) リン硝安カリ(16-10-14)を3.2kgN/10a追肥として施肥
- 5) 肥効調節型肥料(被覆リン硝安カリ、N-P-K=14-12-14 100日/70日タイプ)を定植時、本ばにおける栽植密度(1620本/10a)から換算して植え穴内に施肥

調製後、直径4cmをS、5cmをM、6cmをLとして重量を調査した。

収量調査終了後、2007年4月7日に各区5ヶ所、株間深さ10cmの部位の跡地土壌を採取し、土壌の化学性(pH、EC、無機態窒素、可給態リン酸、交換性塩基)を測定した。窒素は湿式灰化後、ケルダール蒸留法、リン酸はバナドモリブデン酸法、カリウム、カルシウム、マグネシウムは乾式灰化後、原子吸光法にて測定した。

III 結 果

1 養分吸収特性

プチヴェールの生育状況を表3に示した。草丈、葉長、葉重、茎重は11月8日(定植後69日)まで急激に増加した。その後、腋芽は12月27日(定植後118日)以降重量が増加した。

葉色、葉長、葉幅は12月27日(定植後118日)以降低下した。地上部重は最終的に6kg/株となり、積算葉重が3.3kg/株、茎重が0.9kg/株、積算腋芽重が1.8kg/株となった。地上部の55%が葉、30%が腋芽、15%が茎であった。

慣行区の4月4日の部位別養分含有率を表4に示した。さらに腋芽、摘葉の養分含有率の推移を図1、2にそれぞれ示した。収穫期間を通じて腋芽では、窒素、リン、カリウムの含有率が高かった。また、摘葉(葉欠きした葉)では生育期間を通じてカルシウム、カリ、マグネシウムの含有率が高かった。またカルシウムを除き、すべ

での養分含有率は生育初期に高く、徐々に低下する傾向であった。

プチヴェールの養分吸収量の推移を図3に示した。植物体の生長に伴い、窒素、リン酸、石灰は、12月27日(定植後118日)まで盛んに吸収され、その後緩やかに増加した。カリの吸収量は、11月8日(定植後69日)まで高く、その後緩やかに増加した。苦土吸収量は生育期間を通して緩やかに増加した。地上部の窒素吸収量は30kg/10a、リン酸は、26kg/10a、カリは、56kg/10a、石灰は42kg/10a、苦土は8kg/10aであった。生育期間を通じて、カリ>石灰>窒素>リン酸>苦土の順であった。

窒素吸収量と施肥窒素利用率を表5に示した。慣行区が30kgに対し、無窒素区は12kg/10aで慣行施肥による施肥窒素利用率は64%であった。

栽培跡地土壌の化学性を表6に示した。栽培前と比較し、慣行、無窒素区ともにECが低下する傾向を示したが可給態リン酸、交換性塩基はやや増加した。

2 肥効調節型肥料利用を利用した施肥の効率化

プチヴェールの収量と階級別発生割合を表7に示した。慣行区の総収量は株当たり67個で、10a当たりの収量は1009kgであった。すべての区に有意差は認められなかったが、100日・同量、70日・同量区の個数及び重量、L、M果の階級別発生割合は、慣行と比較して減少する傾向を示した。また、それぞれ70日、100日タイプの肥料を、2割減肥した区(100日・2割減、70日・2割減区)はさらに収量が低下する傾向を示した。草丈もすべての試験区で、慣行と比較して低下する傾向を示した。

時期別収量を表8に示した。100日-同量区、70日-同量区の12月と1月の収量は、慣行より低い傾向を示したが、2月、3月の収量は逆に慣行より高い傾向であった。また、100日-2割減、70日-2割減区は、同量区よりさらに初期収量が低下する傾向であり、慣行区と比較して1月、2月は顕著に減少し、3月は増加する傾向であった。

肥効調節型肥料の溶出状況を図4に示した。被覆リン硝安カリ100日タイプリニア型肥料の溶出率は予測値を上回ったが、70日タイプリニア型肥料は予測値と同程度

であった。両肥料とも、施肥初期から溶出が認められ、生育期間を通じた溶出率は90%以上であった。

跡地土壌の化学性を表9に示した。栽培前土壌と比較し、慣行区のpHは低下したが、EC、無機態窒素、可給態リン酸、交換性塩基は増加する傾向を示した。またすべての試験区のpHは、栽培前土壌と同程度であったが、ECはわずかに低下する傾向を示した。

表3 プチヴェールの生育状況

区	調査月日	定植後日数 ¹⁾	草丈 (cm)	最大葉長 (cm)	最大葉幅 (cm)	葉色 ³⁾ SPAD値	葉数 ⁴⁾ (枚)	積算葉重 ⁵⁾ (g/株)	茎重 (g/株)	積算腋芽重 (g/株)	地上部重 (g/株)
慣行 ²⁾	2006年 9月25日	25	16 ⁶⁾	22	18	55	25	335	48	-	382
	2006年 11月8日	69	46	30	23	55	73	2648	595	-	3243
	2006年 12月27日	118	55	33	21	53	91	2970	762	358	4090
	2007年 4月4日	216	63	18	17	43	134	3337	854	1786	5978
(参考) 無窒素 ²⁾	2007年 4月4日	216	53	14	12	34	127	1547	778	561	2886

1)定植日は2006年8月31日
 2)各区3株の調査
 3)最大葉を、ミノルタ葉緑素計で測定した値
 4)、5)葉数、葉重は抜き取り調査までの摘葉分を足した値
 6)2006年10月3日調査

表4 プチヴェールの部位別養分含有率(乾物当たり)¹⁾

器官	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
腋芽(可食部) ²⁾	3.14 ±0.520	1.09 ±0.099	3.07 ±0.197	0.45 ±0.174	0.18 ±0.020
葉	1.72	0.57	2.28	2.39	0.26
茎	1.27	0.67	2.49	0.50	0.25
摘葉 ³⁾	1.44 ±0.593	0.49 ±0.167	3.06 ±0.672	3.47 ±0.547	0.40 ±0.158

1)2007年4月4日慣行区における3株、2連調査結果
 2)腋芽(可食部)は、5回(2006/12/27,2007/1/17,2/27,3/28,4/4)収穫の平均値
 3)摘葉は、7回(2006/11/8,12/5,12/27,2007/1/17,2/27,3/22,3/27)の平均値

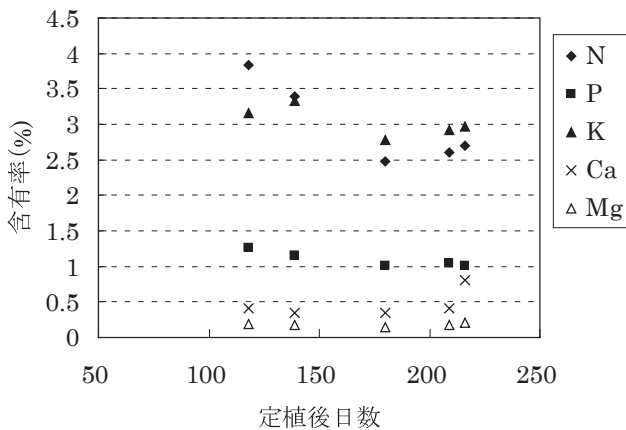


図1 腋芽における養分含有率の推移
 1) 2006/12/27,2007/1/17,2/27,3/28,4/4 のデータ

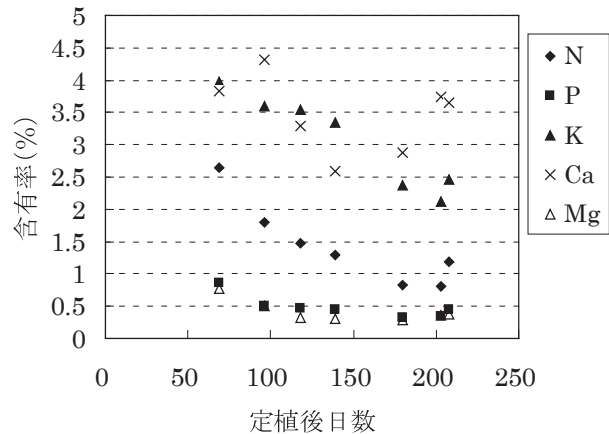


図2 摘葉における養分含有率の推移
 1) 2006/11/8,12/5,12/27,2007/1/17,2/27,3/22,3/27 のデータ

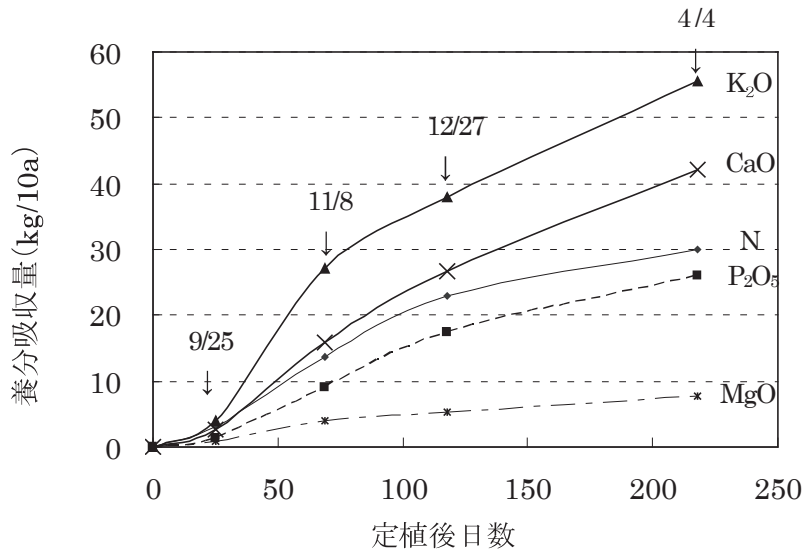


図3 プチヴェールの養分吸収量の推移

表5 プチヴェールの窒素吸収量と施肥窒素利用率

	窒素吸収量(kg/10a)	施肥窒素利用率(%) ¹⁾
慣行	30.0	64
無窒素	11.7	

1) 施肥窒素利用率 = (慣行区窒素吸収量 - 無窒素区窒素吸収量) / 施肥量 × 100

表6 栽培跡地土壌の化学性

試験区	pH	EC (mS/cm)	無機態N (mg/100g)	可給態リン酸 (Truog-P ₂ O ₅) (mg/100g)	交換性カリ (K ₂ O) (mg/100g)	交換性石灰 (CaO) (mg/100g)	交換性苦土 (MgO) (mg/100g)
栽培前土壌 ¹⁾	6.3	0.18	0.9	27	47	222	34
慣行 ²⁾	6.2	0.04	0.7	37	51	231	42
無窒素 ²⁾	6.2	0.06	0.7	41	54	248	43

1) 採土日2006年8月31日

2) 採土日2007年4月5日

表7 プチヴェールの収量と階級別発生割合

試験区	草丈 (cm)	収量 ³⁾			階級別発生割合(%) ¹⁾			
		個数 (個/株)	重量 (g/株)	10aあたり収量 (kg/10a)	L	M	S	規格外
100日・同量	50.2	65	586	949	8	29	43	20
70日・同量	52.4	67	610	998	9	29	44	17
100日・2割減	50.9	58	541	876	9	26	40	25
70日・2割減	51.1	60	558	904	7	34	38	20
慣行	54.8	67	623	1009	10	35	41	14
検定 ²⁾	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.				

1) プチヴェール出荷規格 直径約6cm : L, 約5cm : M, 約4cm : S, 規格外 : 4cm未満, 6cmより大

2) 分散分析を行い、有意差なし

3) 収量は調製重で示し、8回 (2007/12/25, 2008/1/28, 1/31, 2/13, 2/27, 3/7, 3/17, 3/28) 収穫の合計値

表8 プチヴェールの時期別収量¹⁾

試験区	12月	1月	2月	3月	合計
	(g/株)				
100日・同量	61	62 b	255	209 ab	586
70日・同量	55	71 b	195	290 ab	610
100日・2割減	101	59 b	115	266 ab	541
70日・2割減	64	32 b	106	357 a	558
慣行	86	192 a	171	175 b	623
検定 ²⁾	n.s.	*	n.s.	*	n.s.

1) 収量は調製重で示した

2) *Tukeyの多重検定を行い、異符号に5%以下の危険率で有意差あり

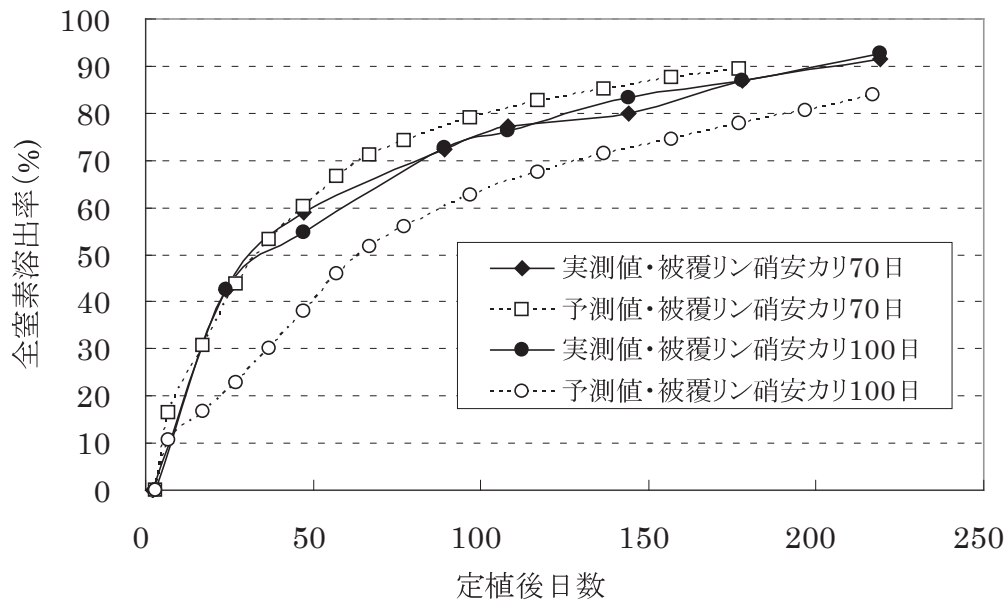


図4 肥効調節型肥料の窒素溶出状況

表9 プチヴェール栽培跡地土壌の化学性

試験区	pH	EC (mS/cm)	無機態N (mg/100g)	可給態リン酸 (Truog-P ₂ O ₅) (mg/100g)	交換性カリ (K ₂ O) (mg/100g)	交換性石灰 (CaO) (mg/100g)	交換性苦土 (MgO) (mg/100g)
栽培前土壌 ¹⁾	5.7	0.06	1.5	52	36	129	26
100日・同量 ²⁾	5.7	0.04	1.3	62	28	150	33
70日・同量 ²⁾	5.7	0.03	0.9	62	30	141	31
100日・2割減 ²⁾	5.7	0.04	1.3	66	29	133	32
70日・2割減 ²⁾	5.7	0.03	0.7	69	31	132	32
慣行 ²⁾	5.2	0.36	1.6	100	42	160	34

1) 採土日 2007年9月3日

2) 採土日 2008年4月8日

IV 考 察

1 養分吸収特性

植物体の生長に伴い、窒素、リン酸、石灰は、12月27日(定植後118日)まで盛んに吸収され、その後緩やかに増加した。カリの吸収量は、11月8日(定植後69日)まで高く、その後緩やかに増加した。苦土吸収量は生育期間を通して緩やかに増加した。キャベツの養分吸収量^①と比較すると、プチヴェールのすべての養分が多い傾向が見られた。また、キャベツでは播種後37日から50日の養分吸収量が特に高くなるのに対して、プチヴェールは定植後25日まで緩やかでその後65日まで養分吸収量が特に高くなり、吸収パターンはキャベツと同様であるが生育初期からの肥料の溶出が必要であることが示唆された。さらに、慣行栽培における施肥窒素利用率が64%と肥効率がよく、慣行の施肥量28.8kg/10aは妥当であると考えられた。しかし、栽培終了後には土壌分析を行い、窒素、リン酸、カリの残存状況を明確にして次作の施肥量を決定する必要がある。

一方、プチヴェールのリン酸吸収量26kg/10aは、年明けどりハクサイのリン酸吸収量11.8(8.4~16.4)kg/10a^①、ブロッコリのリン酸吸収量9.5(5.7~14.8)kg/10a^②と比較して非常に多い傾向を示した。プチヴェールの葉、茎のリン含有率は0.57%、0.67%であり、ブロッコリ(茎葉)、ハクサイ(外葉)のリン含有率はともに0.55%^①、^②と同程度であった。しかし、プチヴェールの腋芽はリン含有率が1.09%で、ブロッコリ(花蕾)0.63%^②、ハクサイ(結球部)0.67%^①と比較して高く、全植物体に占める重量割合が30%であるため、相対的にリン酸の吸収量が高くなったと考えられる。

また、プチヴェールのカリ吸収量56kg/10aは、年明けどりハクサイのカリ吸収量42.2(30.1~59.2)kg/10a^①、ブロッコリのカリ吸収量38.4(27.2~53.4)kg/10a^②と比較して同程度であった。これは、プチヴェールの腋芽はカリ含有率が、3.07%、葉は2.28%であり、ブロッコリ(花蕾部)のカリウム含有率3.09%^②、ハクサイ(結球葉部)のカリウム含有率3.76%^①と同程度であったためであると推察される。

2 肥効調節型肥料利用を利用した施肥の効率化

肥効調節型肥料は局所施肥することにより、追肥の省略、施肥削減が可能であると多数報告^{1)2)4)5)⑥}されている。その中で植え穴施肥は、根の直下に肥料があるため、特に作物が効率的に吸肥できると考えられる。

プチヴェールは定植の118日後まで、養分吸収が盛んという特徴を示した(図1)ことから、施肥の効率化を図る

ためには、初期から溶出するリニア型の被覆リン硝安カリが適すると考えられた。

100日型被覆リン硝安カリは、予測値より溶出速度が速く、70日型リン硝安カリは溶出速度も予測値と同程度で、両肥料の溶出速度、量はほとんど変わらなかった。このため、100日・同量区、70日・同量区の総収量はほぼ同程度であったと推察される。よって、1月までの初期収量は少なかつたものの、予測値と同程度の溶出量、速度を示し、慣行と近い収量を得た70日・同量区が有望であると考えられる。また両肥料の溶出量はほとんど変わらなかった理由も再考する必要がある。

以上の結果から、100日・同量もしくは70日・同量を基本として、施肥量全体の1割程度をリン安等生育初期に溶出するスターター肥料^②に代用して施肥する手法をさらに検討する必要があると考察された。

また、現地ではたい肥の連用等で残存する無機態窒素が多いと推定される。環境負荷低減のため、作付け前には土壌分析を実施し、スターター施肥を検討する際には、速効性肥料のタイプや量の検討をすることも重要であろう。

このように、植え穴施肥は施肥量やスターター施肥など改善の余地はあるが、環境保全に有効な技術である。甲斐らの報告^③にもあるように、今後大規模栽培で実施するには、植え穴施肥に対応できる機械の開発が期待される。

V 摘 要

1 プチヴェールの窒素吸収量は10a当たり30kg、リン酸吸収量は26kg、カリ吸収量は56kgであった。施肥窒素利用率は64%で肥効率がよく、慣行の施肥量28.8kg/10aは妥当である。しかし、栽培終了後には土壌分析を行い、窒素、リン酸、カリの残存状況を明確にして次作の施肥量を決定する必要がある。

2 養分吸収量は、12月27日(定植後118日)まで増加し、その後緩やかに増加した。この傾向は窒素で顕著に見られた。

3 慣行区と同量の被覆リン硝安カリ肥料(70日、100日)を植え穴に施肥すると、総収量は、慣行と比較して有意差はなかつたものの、1月までの初期収量が少ない傾向を示した。また、それぞれ70日、100日タイプを2割減肥した区(100日・2割減、70日・2割減区)はさらに収量が低下する傾向を示した。慣行区と同量の被覆リン硝安カリ肥料(70日、100日)を植え穴に施肥することを基本として、施肥量全体の1割程度をリン安等生育初期に溶

①名古屋地区施肥合理化推進協議会(2012):平成24年度野菜・花き施肥合理化研究会資料. 35
②名古屋地区施肥合理化推進協議会(2012):平成24年度野菜・花き施肥合理化研究会資料. 39

出するスターター肥料に代用して施肥する検討²⁾が必要であると考察された。

謝 辞

本研究実施にあたり、農林技術研究所茶業研究センター生産環境科長 松本昌直氏、静岡県環境放射線監視センター 主査 山本光宣氏、元ジェイカムアグリ株式会社肥料研究所 所長 巢立康博氏、(株)増田採種場の皆様にご協力いただきました。深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 甲斐寿美徳・小野忠(1994)：緩効性肥料の植穴施肥によるレタス、ブロッコリの増収技術。九州農業研究 56, 68.
- 2) 永田茂穂・清本なぎさ・長友誠・久米隆志(2001)：被覆尿素の利用と施肥位置改善による露地野菜の省施肥技術。土肥誌 72, 283-286.
- 3) 中安信行(1971)：そ菜の時期別養分吸収と施肥。農業及び園芸 46, 273-277.
- 4) 小野忠・甲斐寿美徳・矢野輝人(1994)：完熟堆肥と緩効性肥料の植え穴施肥効果。土肥誌 65, 702-705.
- 5) 山田和義・板橋直・木村龍介(2000)：局所施肥下で稲わら堆肥施用位置がレタスの生育と窒素吸収に与える影響。土肥誌 71, 884-887.
- 6) 山崎成浩・堀江優子・渥美和彦・若澤秀幸(2012)：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。静岡県農林技術研究所研究報告 5, 1-8.