

## 施設ニガウリにおける被覆肥料を用いた畦連続栽培の試み

鹿児島県農業開発総合センター

研究専門員 長 友 誠

### 1. はじめに

鹿児島県のニガウリは、奄美諸島から県本土で南北600kmの気候の幅を活かし約129ha栽培されている。今後も生産拡大できる有望品目として期待されているが、最近全国各地で栽培が広がったことから、既存の普通期栽培（7～9月収穫）体系では収益性が低下している。そのため、市場からの要望が強い抑制作型（10～12月収穫）や半促成作型（4～6月収穫）での生産拡大や生産コスト低減が必要となっている。

これら連続する2つの作型において規模を拡大し生産性を向上させるためには省力化が不可欠であるとして、これまで整枝誘引法や畦を連続的に利用する栽培が検討されている。とりわけ前作の畦をそのまま次作で利用する畦連続栽培法は作業時間の短縮による軽作業化とコスト低減が期待できる栽培と考えられる。

一方、本県におけるニガウリ栽培ほ場の地力実態をみると、土壤化学性のうち土壤pHは県土壤診断基準の適正範囲内であるが、可給態リン酸、

交換性カリは県診断基準値を明らかに上回っている（表1）。このことは、施設ニガウリ産地において投入養分量と養分吸収量のアンバランスが生じていることを示している。特に問題とされるのは、交換性カリ、可給態リン酸の集積がみられるほ場において、養分収支を考慮しない有機物、化学肥料を連用していくと、塩類集積がますます進行するだけでなく、これに伴う生育不良の発生や収量低下および環境負荷の増大が懸念される点である。

そこで、施設ニガウリの2つの作型が連続する栽培体系において施肥リン酸、カリを集積させずに畦連続栽培に対応した施肥法について検討した。1つは畦連続条件下における被覆尿素を用いた植穴施肥である。もう1つは、植穴施肥において肥料やけ防止のため、植穴への肥料投入量を減らす目的で家畜ふん堆肥をリン酸、カリの供給源に切り替える施肥法である。具体的には、半促成作型に必要なリン酸及びカリ養分量を抑制作型で施肥し、後作では被覆尿素等のみを植穴施肥し肥

表1. 産地ほ場の土壤化学性および鹿児島県の土壤診断基準

(乾土あたり)

項目	pH H <sub>2</sub> O	EC mS/cm	可給態 リン酸 mg/100g	CEC cmol (+) kg <sup>-1</sup>	Ca	Mg	K	飽和度%					
								塩基	Ca	Mg	K	Ca/Mg 比	Mg/k 比
平均	5.8	0.85	229	32.6	22.3	6.76	3.52	86.3	65.9	20.4	10.5	3.3	2.0
最大	6.7	2.44	524	41.5	43.6	10.4	6.40	128.2	105.1	26.5	15.6	4.5	2.9
最低	5.2	0.26	88.2	23.7	6.7	3.28	1.75	48.9	28.4	12.0	7.4	1.4	1.2
土壤診断 基準値	5.5 ~6.5	0.3	5 ~50					60 ~85	50 ~65	8 ~15	2 ~5	4 ~8	2 ~5

注) 土壤診断基準値：「土壤改良及び施肥改善指針（五訂版）、果菜類・火山灰土」（鹿児島県農政部）  
平成21年8月採取、霧島市（表層腐植質黒ボク土）調査地点数：9地点

料投入量を減らす方法である。ここでは、施設ニガウリの連続する作型、すなわち抑制作型と半促成作型について作型毎の収量レベルに応じた適正な施肥法を明らかにするとともに、これらを組み合わせた畦連続栽培に合致する施肥体系について検討した結果を報告する。

## 2. 試験方法

試験は、鹿児島県農業開発総合センター内無加温ハウス（表層多腐植質黒ボク土造成層）において、供試品種として鹿児島県育成品種「か交5号」（台木は「新土佐」）を用いて実施した。栽培は、9月上旬～12月下旬の抑制作型と2月下旬～6月下旬の半促成作型で、栽植方式は畦幅150cm、株間120cm（556株/10a）の子づる4本仕立てで行った。

まず、ニガウリの窒素吸収パターンとそれに合致する被覆尿素（LPコート）の溶出タイプについて検討した。窒素吸収パターンは、抑制作型における慣行施肥量のN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:15:15kg/10a、半促成作型ではN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=20:20:20kg/10aの条件下において平成19～22年の4カ年調査した。LPコートの窒素溶出パターンは、LPコート約2gを不織布袋に入れ、畦のマルチ内深さ10cm位置に埋設し、定期的に回収した各試料を定量し溶出量を算出した。また、ニガウリによる窒素吸収パターンは、平成19～20年に定期的に株を抜き取り、窒素吸収量を測定した。

畦連続栽培における施肥法については表2に示

した試験設計に基づき平成23～24年に調査した。慣行区は、抑制作型で牛ふん堆肥を1t/10a、化学肥料をN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:15:15kg/10a施用し、半促成作型では、牛ふん堆肥を1t/10a、化学肥料をN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=20:20:20kg/10a施用して、新たに作畦した。半促成作畦植穴施肥区は、抑制作型で牛ふん堆肥を1t/10a、化学肥料をN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:15:15kg/10a施用し、半促成作型では牛ふん堆肥を1t/10a施用後、作畦しLP70を用いて植穴施肥（窒素のみ20kg/10a）した。畦連続植穴施肥区は、抑制作型で牛ふん堆肥を2t/10a、化学肥料をN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15:15:15kg/10a施用し、半促成作型では、抑制作型の畦をそのまま連続利用してLP70を植



写真1. 栽培終了時における半促成作型の栽培状況（左：慣行，右：植穴施肥区）

表2. 試験区の構成および施肥量（kg/10a）

項 目	(抑制作型)			(半促成作型)			合計投入量
	堆肥施用量		化学肥料 施用量	堆肥施用量		化学肥料 施用量	
	現物量	成分量		現物量	成分量		
区 名		N -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	N -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O		N -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	N -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O	N -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O
慣行	1000	15-28-21	15-15-15	1000	15-28-21	20-20-20	65-91-77
半促成作畦植穴施肥	1000	15-28-21	15-15-15	1000	15-28-21	20-0-0	65-71-57
畦連続植穴施肥	2000	30-56-42	15-15-15			20-0-0	65-71-57

注) 全区とも全量基肥（使用肥料：慣行区 BB555，半促成作畦植穴施肥区および畦連続植穴施肥区 LP70）牛ふん堆肥（現物当たりT-N：1.47，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：2.77，K<sub>2</sub>O：2.05%）

穴施肥（窒素のみ20kg/10a）した。

### 3. 試験結果

#### 1) 窒素吸収パターンとLPコートの窒素溶出

図1にLPコートの溶出タイプの比較、図2にLP70の窒素溶出量と窒素吸収パターンの関係を示す。半促成作型と抑制作型の窒素吸収量は、収量レベルが異なるため最終の窒素吸収量に違いが見られたが、ハウス内気温の積算温度に対する窒素吸収量の推移は2つの作型でかなりよく一致することが認められた。さらに、ニガウリ栽培は施

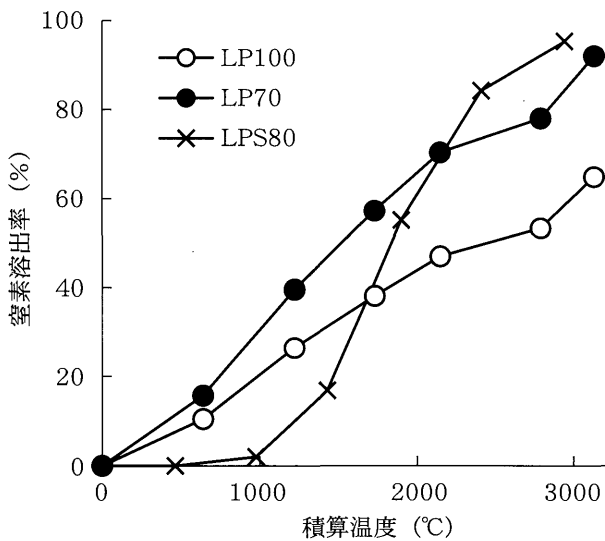


図1. LPコートの溶出タイプの比較

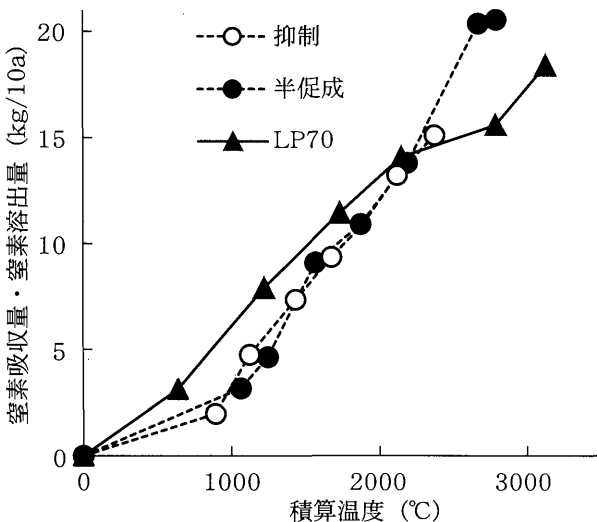


図2. LP70の窒素溶出量と窒素吸収パターンの関係

設でも無加温栽培が多いため積算温度から窒素吸収パターンを推測できると考えられた。

これらの結果を基に、半促成作型の窒素吸収パターンに近いLPコートの窒素溶出量をハウス内積算温度を使ってシミュレーションした。その結果、シグモイド型LPS80タイプの溶出パターンは窒素吸収パターンに比べ初期の溶出量が少なく、リニア型LP100タイプでは溶出が遅く半促成作型のニガウリ栽培には不適と考えられた。これに対してリニア型LP70タイプの窒素溶出パターンは、半促成作型の窒素吸収パターンと概ね合致したため、このタイプを植穴施肥の栽培試験に供試することとした。

#### 2) 畦連続栽培条件下における植穴施肥の収量と作業時間

図3に果実収量の比較を示す。抑制作型では、

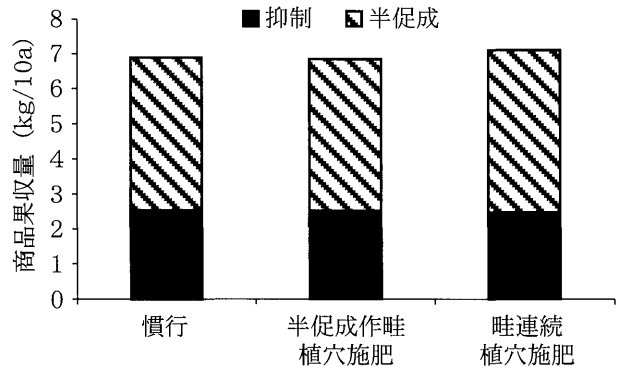


図3. 果実収量の比較

牛ふん堆肥施用量の違いが生育および収量に及ぼす影響はみられなかった。半促成作型における半促成作畦植穴施肥区および畦連続植穴施肥区の果実収量はいずれも同等であった。施肥および定植作業に要する作業時間を調査した結果、畦連続植穴施肥区の作業時間は堆肥および肥料散布、耕耘の作業時間を省略できるため、慣行施肥の2割程度となり大幅な省力化が図られることが明らかになった。

#### 3) 養分収支

表3に2作連続栽培におけるみかけの養分収支

表3. 連続2作型でのみかけの養分収支 (kg/10a)

区 名	抑制作型			半促成作型			2作型合計		
	投入量 (A)	吸収量 (B)	養分収支 (A-B)	投入量 (A)	吸収量 (B)	養分収支 (A-B)	投入量 (A)	吸収量 (B)	養分収支 (A-B)
慣行 畦連続植穴施肥	(T-N)								
	30(15)	10	20(5)	35(20)	18	17(2)	65(35)	28	37(7)
畦連続植穴施肥	45(15)	11	35(5)	20(20)	17	3(3)	65(35)	27	38(8)
	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )								
慣行	43(15)	3	40(12)	48(20)	8	40(12)	91(35)	11	80(24)
	畦連続植穴施肥	71(15)	3	68(12)	0(0)	7	-7(-7)	71(15)	10
慣行	(K <sub>2</sub> O)								
	36(15)	20	16(-5)	41(20)	37	4(-17)	77(35)	57	20(-22)
畦連続植穴施肥	57(15)	22	35(-7)	0(0)	32	-32(-32)	57(15)	54	3(-39)

注) みかけの養分収支=施肥量-地上部吸収量, ( )内は化学肥料のみの場合の施肥量と養分収支

を示す。投入量は牛ふん堆肥と化学肥料の合計に相当する。窒素およびリン酸は、化学肥料からの供給量で必要な吸収量を賄うことができた。しかし、カリは全区とも牛ふん堆肥を2作型合計で2t/10a施用したが、化学肥料だけでは不足した。

2作合計の窒素収支をみると、堆肥+化学肥料では37~38kg/10a、化学肥料のみでは7~8kg/10aとなった。リン酸についてみると2作型合計の吸収量が10~11kg/10aと窒素やカリに比べ少なく、リン酸収支は61~80kg/10aと多かった。畦連続植穴施肥区はリン酸投入量が少ないため、慣行区に比べリン酸収支は少なくなった。堆肥+

化学肥料のカリ収支では、慣行区で20kg/10a、畦連続植穴施肥区で3kg/10aとなり、カリ投入量が少ない畦連続植穴施肥区のカリ収支は慣行区に比べ少なかった。窒素とリン酸は化学肥料のみでプラスの収支となるが、カリ収支は化学肥料だけでは全区ともマイナスとなり、堆肥施用がなければ土壤養分は徐々に消費していくと考えられた。

#### 4) 果実収量と養分吸収量の関係

ニガウリには促成、半促成、抑制等の作型があり、収量レベルは大きく異なる。そのために生産地の収量レベルに応じた施肥基準の設定が土壤養分の過剰蓄積回避にとって重要である。図4に養分吸収量と収量の関係を示す。果実総収量と養分

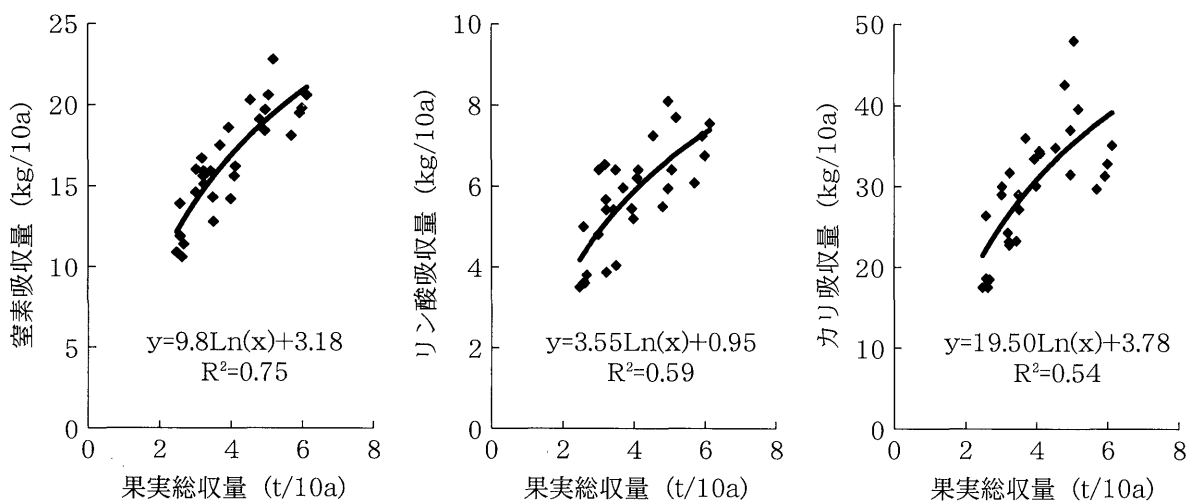


図4. 養分吸収量と果実総収量の関係

吸収量との間には相関関係がある。この関係から目標収量での養分吸収量を推定すると、抑制作型で目標収量3t/10aの場合、窒素が14kg/10a(以下/10a略)、リン酸が5kg、カリが25kgである。半促成作型で目標収量6tの場合、窒素が21kg、リン酸が7kg、カリが39kgであり、窒素およびカリ吸収量に比べリン酸吸収量は少ない。慣行栽培における化学肥料のリン酸施肥量は、半促成作型で目標収量確保のためのリン酸吸収量の3倍近くあり、栽培終了時の残存養分が多い。堆肥からのリン酸投入量まで含めて計算するとさらに残存量が多くなる。カリについては、化学肥料だけでは養分収支がマイナスになるため堆肥を施用しなければ地力を消耗することになる。牛ふん堆肥のみでカリ吸収相当量を施用すると仮定した場合の堆肥施用量は、半促成作型で2t/10a程度、抑制作型1~1.5t/10aが必要となると考えられる。

施設ニガウリの栽培においては、降雨量の多い梅雨時期に被覆ビニールが除去されることはないため、養分を極力残存させないことが肝要である。地力を維持しながら栽培を行っていくためには、牛ふん堆肥等の施用は不可欠であるが、堆肥施用量が多すぎると養分残存量が多くなる。作型や収量レベルに応じた養分吸収量を把握し、それに応じて堆肥施用量を変えていく必要がある。

#### 5) 土壌環境への影響

表4に栽培前後の土壌化学性を示す。栽培開始

前に比べ慣行区の交換性カリ含量は増加したが、畦連続植穴施肥区における交換性カリ含量の増加はなかった。可給態リン酸含量は全区とも栽培開始前に比べ増加し、畦連続植穴施肥区の可給態リン酸含量の増加は慣行区に比べ少なかった。栽培終了後における畦連続植穴施肥区の可給態リン酸および交換性カリ含量は、慣行区に比べ低かった。これは、畦連続植穴施肥区が半促成作型においてリン酸およびカリ養分を無施用であったためであると考えられる。

表5に栽培跡地土壌の物理性を示す。畦連続区の作土の固相率は慣行区に比べて高く、孔隙率は低かった。畦連続区における畦内のち密度については、畦の左肩から30~45cmの定植位置から離れるにしたがってち密度が高くなる傾向であった。また、両区とも下層になるに伴いち密度が高くなり、各層位とも畦連続区のち密度は慣行区に比べ高かった。畦連続区の畦中央部(畦の左肩から15~30cm)の3層目のち密度が最も高かったが、定植位置(畦の左肩から30~45cm)直下の3層目のち密度は畦中央部の3層目に比べて低く、畦内でち密度の分布にムラがあることが伺われた。

#### 4. まとめ

施設ニガウリの2つの作型が連続する栽培体系において、リン酸、カリを集積させない畦連続栽培に合った施肥法を確立することを目的として、

表4. 栽培前後の土壌の化学性

(乾土あたり)

項目 区名	pH	EC	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	可給態 リン酸	CEC	K	Ca	Mg	飽和度 (%)			
	(H <sub>2</sub> O)	(dSm <sup>-1</sup> )	(mg/100g)			(cmol (+) kg <sup>-1</sup> )			塩基	K	Ca	Mg	
(栽培開始前, 平成23年9月7日)													
慣行	5.5	0.09	0.1	0.4	10.6	23.8	0.9	11.3	1.8	59	4	47	7
半促成作畦植穴施肥	5.8	0.06	0.3	0.4	9.4	24.0	0.8	10.0	2.0	53	3	42	8
畦連続植穴施肥	5.7	0.08	0.4	0.4	11.1	25.3	1.0	12.0	2.2	60	4	48	9
(栽培終了後, 平成24年7月8日)													
慣行	5.3	0.44	1.0	13.2	25.3	25.9	2.0	12.7	3.3	70	8	49	13
半促成作畦植穴施肥	6.4	1.57	23.0	11.1	18.5	28.3	1.3	10.8	2.6	52	5	38	9
畦連続植穴施肥	5.9	1.17	18.5	7.4	17.1	27.8	0.3	8.2	1.7	37	1	29	6

注) 植穴施肥した区の栽培終了後の土壌は、植穴の株を除去後に採取した

表5. 栽培跡地土壌の物理性

区名	層位	深さ cm	容積重 (g/100ml)	三相分布 (ml/100ml)				pF水分 (ml/100ml)			透水係数 (cm/sec)
				固相	液相	気相	孔隙率	pF1.5	pF2.7	有効 水分	
慣行	作土	0~15	77.9	29.9	31.3	38.8	70.1	38.9	29.0	9.9	$1.8 \times 10^{-3}$
	次層	16~25	103.1	41.3	45.7	13.0	58.7	50.2	38.7	11.5	$2.9 \times 10^{-4}$
畦連続	作土	0~15	89.0	34.3	35.9	29.8	65.7	41.3	32.9	8.5	$6.5 \times 10^{-3}$
	次層	16~25	105.8	42.5	45.7	11.8	57.5	48.7	40.8	8.0	$6.7 \times 10^{-4}$

区名	層位	深さ cm	ち密度 (mm)		
			畦の左肩からの距離 (cm)		
			0~15	15~30	30~45
慣行	作土	0~15	4.9		
	次層	16~25	7.9		
	3層	25~28	13.5		
畦連続	作土	0~15	9.3	8.4	6.3
	次層	16~25	15.0	11.5	7.3
	3層	25~28	17.8	23.2	21.2

作型毎の収量レベルに応じた効果的な施肥法を明らかにするとともに、これに植穴施肥と牛ふん堆肥のリン酸およびカリ養分を有効利用する施肥を組み合わせた施肥体系について検討した。

まず、ハウス内気温の積算温度によりニガウリの抑制作型と半促成作型の2つの作型の窒素吸収パターンが一致することが示され、半促成作型の窒素吸収パターンに近い窒素溶出パターンの被覆尿素としてLP70を選択した。次に、半促成作型の畦連続栽培において、LP70を用いた植穴施肥区は慣行区と同等の果実収量を得ることができ、植穴施肥における被覆尿素有効性が認められた。また、跡地土壌の無機態窒素残存量から減肥の可能性が考えられた。牛ふん堆肥のリン酸およびカリ養分を利用する施肥体系についても有効性が認められ、この体系は慣行のニガウリ栽培における養分集積回避対策としても利用できると考えられた。

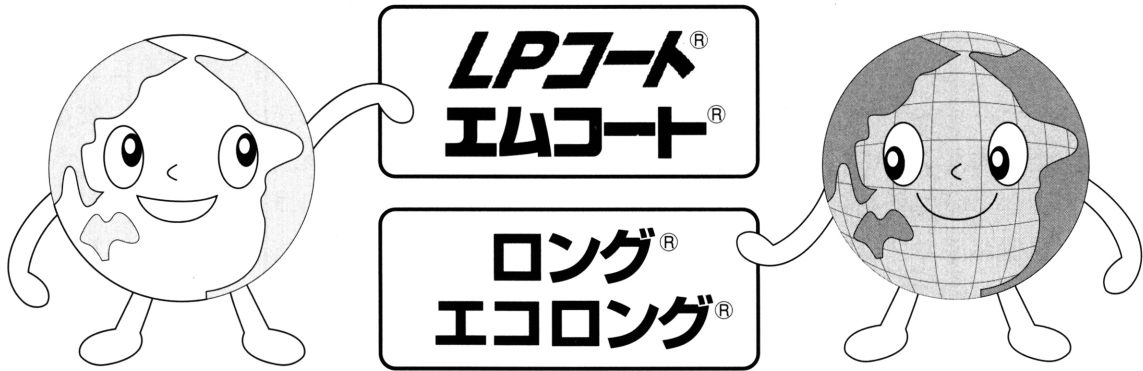
しかし、畦連続栽培の問題点も浮き彫りにされ

た。すなわち、前年度の畦連続利用で植穴施肥した区では20%程度の減収が認められた。これは、畦連続栽培では畦内の物理性が悪化しているため生育初期の根域が広がりにくく畦内の土壌水分のムラが生じ減収を引き起こしやすいと推察される。これを軽減するために1回のかん水量を前年の1.5倍に増やして栽培管理することで畦内に十分水が行き渡り根域が広がるため、安定した収量が得られることが実証された。

以上のことから、ニガウリ栽培において省力化を図り規模拡大が可能な技術として植穴施肥と畦連続栽培を組合わせた栽培技術の導入効果は大きいと考えられる。実際、本研究においては、畦連続栽培に植穴施肥を組合わせることによって、施設ニガウリの2つの連続した作型において安定した収量が得られる上に、作業時間の短縮が図られることが確認されている。

今後の課題としては、畦連続栽培は通常の作畦した場合の土壌条件とは異なるため、土壌消毒の方法や水分管理等の留意事項を品目ごとに整理する必要がある。また、ニガウリの畦連続栽培ではセンチュウ対策についても検討する必要がある。これについてはキュウリ跡の畦連続利用でのニガウリ栽培の現地事例もあり、他作物との組合わせなど作付体系を考慮しながら検討していく必要がある。

# 作物の生育にマッチした養分の供給! ジェイカムアグリのヨーティンダ肥料



原 肥		LPコート・エムコート	ロング・エコロング
		尿素	硝酸系化成肥料
主な溶出タイプ	直線型	20、40、70、100、120、140	40、70、100、140、180、270、360
	シグモイド型	30、40、60、80、100、120	70、100、140、180
使 用 場 面		水稲、麦、豆類、野菜など	野菜、花卉、果樹、茶など
主 な 製 品		LPコート複合、エムコート複合	ロング、エコロング、スーパーロング、スーパーエコロング