

# アスパラガス栽培において環境負荷低減が期待できる 被覆尿素肥料を用いた窒素 3 割減肥技術 Technology to reduce nitrogen by 30% using coated urea fertilizer in asparagus cultivation

山下 瑛・杉浦未来\*・松森 信\*\*  
(生産環境研究所)

Akira YAMASHITA, Miki SUGIURA and Makoto MATSUMORI  
(Agro-environmental Research Institute)

## 要 約

熊本県のアスパラガスはビニルハウスで半促成長期どり栽培されているが、近年普及が伸び悩んでいる。その理由として、定期的な追肥作業が多く労力がかかることが一因だと考えられる。また、アスパラガスは耐塩性が高いことから肥料成分による過剰害が出にくいいため、窒素が多量に投入される傾向にあり、そのため余剰な窒素が地下水へと溶脱し、環境へ負荷をかけている懸念がある。

本研究では、追肥を省力化し、窒素施肥量を削減できる可能性のある被覆尿素肥料(被覆尿素肥料として広く利用されているのが LP コート®)を用いた LP 肥料施肥法の改善を検討した。栽培現場においては、畝上から LP 肥料を施用し、土壌と混和はされていない。このため、肥効が安定せず、更に追肥が必要となる事例が散見される。そこで、施肥法の違いによる LP 肥料の窒素溶出特性を明らかにすることで、アスパラガス栽培における、LP 肥料を用いた効果的な施肥法を検討した。

まず、試験 1 として、「土壌中施肥」を対照に、6 種の施肥法による LP 肥料からの窒素の溶出パターンを明らかにした。その結果、「混和(堆肥:土壌=1:1)」「混和(堆肥:土壌=2:1)」「堆肥表面施肥後覆土」が土壌中に埋設した場合と同様の溶出となった。次に、これらの施肥法(混和(堆肥:土壌=2:1)と堆肥表面施肥後覆土)を用いて試験 2 として栽培試験を 2020 年(4 年生株)と 2021 年(5 年生株)の 2 か年、アスパラガス(品種「ウェルカム」)を用いて実施した。年間窒素施肥量は、標準区を 50kg/10a とし、試験区である LP 窒素 3 割減区は LP 肥料を用いて 35kg/10a とした。

その結果、①LP 窒素 3 割減区と標準区の総収量および可販物収量は同等であった。②LP 窒素 3 割減区の階級別収量割合は標準区に比べ 2L 級(若茎の重さが 33g 以上 50g 未満)の割合が高い傾向であった。③施肥回数は、標準区(8~9 回)に対して、LP 窒素 3 割減区では 2 回と追肥労力を削減できた。④LP 窒素 3 割減区の肥料費+労働費の合計は、標準区に比べ 13,449 円/10a 程度の経費削減となった。環境負荷評価について分析を行った結果、⑤LP 窒素 3 割減区の作土中の無機態窒素量は、年間を通して標準区と同程度または高くなる傾向で推移した。LP 窒素 3 割減区は標準区に比べアスパラガスに吸収されなかった窒素量(収支)が少なく、環境負荷も低減される可能性があると考えられた。

キーワード: アスパラガス, 黒ボク土, 被覆尿素肥料, 牛ふん堆肥, 窒素溶出

## I 緒言

熊本県におけるアスパラガス(*Asparagus officinalis* L.)栽培は、2~4 月に春芽の収穫を行い、その後、立茎を開始し、5~10 月にかけて夏芽の収穫を行い、立茎株が黄化する 12 月に地上部を全刈りし圃場外へ持ち出す、半促成長期どりの作型で雨よけハウス栽培されている(第 1 図)。販売単価が安定していることに加え、選果施設の整備等により、他品目からの転換や規模拡大が進み、2004

年の栽培面積 56ha は、2016 年には 110ha に増加している<sup>1)</sup>。しかし、それ以降の栽培面積は伸び悩んでいる(第 2 図)。その理由としては、生産者の高齢化に加え、追肥作業などの労力負担が一因だと考えられる。アスパラガスの夏秋期の追肥において、1 回あたりに窒素成分で 2kg/10a 施用する場合は、定期的に 11 日間隔での追肥作業が必要である<sup>2)</sup>ため、労力の負担が大きい。県内有数のアスパラガス栽培地域である鹿本地域でも、追肥作業

\*現 熊本県天草広域本部農業普及・振興課 \*\*現 熊本県農林水産部生産局農業技術課

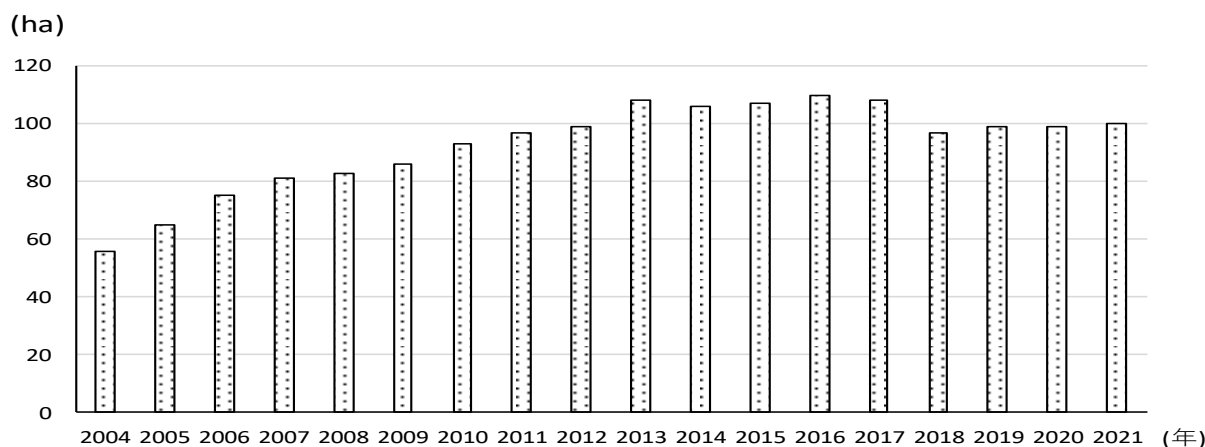
の省力化技術や、施肥の低コスト化が農家からの要望として強い。また、現場の一部では追肥の省力化を目的としてアスパラガス用肥効調節型肥料を用いた施肥も行われている。しかし、肥効が安定せず、更に追肥している事例も見られるため、施肥方法の適正化が求められている（熊本県県北広域本部鹿本地域振興局農業普及・振興課聞き取り）。

アスパラガスは耐塩性が高いことから、多収をねらうあまり多肥栽培に陥りやすい<sup>3)</sup>。また、アスパラガスは施設野菜の中では生産コスト高騰等の影響が小さく、農業所得率が66%<sup>4)</sup>と比較的高い品目であるが、生産費に占める肥料費や農薬費の割合が高いという特徴がある。

今後も肥料価格の高騰が懸念される中で生産コストを低減していくためには、肥料の適正使用による経費削減の検討が重要と考えられる。熊本県の栽培慣行レベル<sup>5)</sup>ではアスパラガスの年間窒素施肥量は約50kg/10aであり、牛ふん堆肥を定植年に10t/10a(玉名地域農業協同組合野菜部会聞き取り)、定植2年目以降で2~5t/10a/年<sup>2)</sup>(玉名地域農業協同組合野菜部会聞き取り)施用することになっている。熊本県では、2015年に地下水と土を育む農業推進条例を制定し<sup>6)</sup>、環境にやさしい農業の普及推進を行っているが、アスパラガス栽培では前述のように窒素が多量に投入される傾向にあり、余剰な窒素が地下水へと溶脱し、環境へ負荷をかけている懸念がある。

月 旬	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
施肥				春肥・堆肥施用			施肥			追肥																										
その他作業			2段ネット設置・補強	被覆開始	収穫開始		立茎開始		内張除去		夏芽収穫開始・摘心											(追加立茎開始)		(追加立茎終了)				収穫終了					刈取り・焼却			
株の状況			休眠期		萌芽期			立茎期			夏芽収穫期																							黄化期		

第1図 半促成長期どりアスパラガスの栽培スケジュールの例  
(JA 鹿本アスパラ部会「アスパラガス栽培カレンダー」(2014)をもとに一部改変)



第2図 熊本県のアスパラガス作付面積の推移  
(農林水産省「野菜生産出荷統計」から数値を引用しグラフ化)

アスパラガスは阿蘇、菊池、鹿本など中山間地域での栽培が多く、特に阿蘇並びに菊池地域は地下水かん養地域であることから、環境へ配慮した施肥技術の確立が必要である。このように、アスパラガス栽培において、追肥作業の省力化と適正施肥による減肥が求められている。

そのため、作物の生育期間に合わせて肥料成分の溶出を調節でき、作物の窒素利用率を高めることによって、窒素施肥量を慣行より減らせる可能性がある被覆尿素肥料に着目した。被覆尿素肥料は、とりわけ水稻栽培において、全量基肥施肥法としての利用が広く普及している<sup>7)</sup>。この施肥法は生育の後半まで窒素溶出が持続するため、夏の暑い時期の追肥作業が不要となる点や、窒素の緩効的溶出により利用率が高まり、慣行施肥量よりも2割程度の減肥が可能となる点などのメリットがある。県外でのアスパラガス半促成長期どり栽培の研究分野において、被覆尿素肥料の効果について報告されている<sup>8)9)</sup>ことから、被覆尿素肥料を効果的に使うことが有望と考えられる。熊本県内においても、現在、被覆尿素肥料直線型140日タイプ(以下、LP140)が主成分となっているアスパラガス用肥効調節型肥料(商品名:アスパラー発655)や、被覆尿素肥料直線型50日タイプおよび被覆尿素肥料シグモイド型120日タイプを混合した基肥重点の追肥省力化肥料であるアスパラガス用肥効調節型肥料(商品名:有機アスパラー発)等が販売されている。しかし、肥効が安定せず、更に化成肥料等の追肥が必要となり、省力化にも、減肥にも貢献していない事例が散見される。

被覆尿素肥料は、土壌と混和することにより肥効が安定するとされている<sup>10)</sup>が、アスパラガスは多年性作物であり、土壌中には常に作物体の地下部が存在し、更に保温開始後は若茎や立茎株が地上部に存在するため、耕起をすることができない。そのため、栽培現場において粒状肥料および被覆尿素肥料の施肥は、畝表面や畝上の堆肥中への施肥あるいは表面施肥後に堆肥による被覆が行われており、被覆尿素肥料を土壌と混和することは行われていない。過去の研究における被覆尿素肥料の施肥方法は畝の両肩に20cm幅で条施肥して覆土する<sup>9)</sup>や、肥効調節型肥料と緩効性肥料を合わせて畝上に施用し、堆肥でマルチングする<sup>11)</sup>等、様々であった。このため、アスパラガス栽培における被覆尿素肥料の効果的な施肥方法の解明が必要だと考えられた。

そこで、施肥位置の違いによる被覆尿素肥料の窒素溶出特性を明らかにし、効果的な施肥法によりアスパラガス栽培を行った。さらに、その施肥法により標準的な収量および品質を確保しながら、施肥回数を減らすことにより施肥コストが削減でき、かつ標準的な栽培よりも窒素施用量を減らすことで環境への窒素負荷を減らせる施

肥技術を確立することを目的として、試験を実施した。

栽培試験における年間窒素施肥量は、慣行量については50kg/10a<sup>5)</sup>とし、LPコートを用いた場合は、3割削減の35kg/10aとした。これは、全国で行われているLPコートを用いた減肥試験のうち収量を維持できる結果を示したものの大部分が20~30%であったことを根拠とした<sup>12)</sup>。アスパラガスは萌芽が開始した春時点では施肥窒素寄与率は低く、堆肥を含めた土壌由来の窒素が大部分であったと報告されている<sup>13)</sup>。また、窒素吸収量が最も増加するのは茎葉繁茂期の4月である<sup>8)</sup>。以上から、春芽期間である2~3月において溶出が少なく、かつ4月に溶出が多いと想定されるLPS40を基肥として保温開始前(2月)に施用することとした。また、4~10月の追肥については、肥効調節型肥料を用いると減肥しても収量は増加することが報告されている<sup>8)14)</sup>ことから、前述のアスパラガス用肥効調節型肥料(商品名:アスパラー発655)の被覆尿素肥料成分であるLP140を立茎開始期(3月)に施用することとした。3月に溶出期間が長いLPコートを施肥する施肥体系も考えられたが、普及のため、まずは従来と同じような時期に施肥を行うことを前提とした。試験区は被覆尿素肥料を年間2回施肥する体系とし、標準区は熊本県慣行レベル<sup>5)</sup>に従い、年間窒素施肥量50kg/10aで、2月~10月の各1回、計9回にわけて施肥する体系とした。

また、LPコートを用いて減肥した際に収量・品質・生産コスト等の栽培特性に及ぼす影響についても調査した。収量・品質については試験区と標準区が同等であることを目標にし、生産コストについては追肥回数が減ることによる労働費削減を目標とした。

また、LPコートを用いた際に環境に与える影響についても評価した。試験区においては窒素投入量が減るため、投入量から窒素持ち出し量を減じた窒素収支が減ると考えられた。窒素収支の余剰窒素が全て土壌浸透水に溶出すると仮定すると、一種の危険予測として、飲用水の硝酸性窒素等(硝酸性窒素および亜硝酸性窒素)の基準値(10mg/L)と比較できる<sup>15)</sup>。そのため、かん水量を調査し、窒素収支の余剰窒素で除することで地下へ溶脱される窒素濃度とし、その値が低くなることで環境負荷低減となることを目標とした。さらに、作土層(0~20cm)より下層の土壌(20~60cm)の硝酸態窒素を調査することにより、環境への負荷程度を評価した。これは、試験区において標準区よりも下層の硝酸態窒素量が同程度以下となることを目標とした。

II 材料及び方法

試験1 LP肥料の施肥位置による溶出速度の違い

1 試験区の構成

施肥位置は、「①土壌中施肥」、「②堆肥中施肥」、「③堆肥表面施肥」、「④堆肥表面施肥後覆土」、「⑤堆肥被覆」、「⑥混和(堆肥:土壌=1:1)」、「⑦混和(堆肥:土壌=2:1)区」の7処理とした(第3図)。ポリエチレン製メッシュ袋に被覆尿素肥料(以下、LP肥料)を2.5g封入したのち、第3図に示すような各種条件下で埋設し、定期的に回収して残存する尿素の分析を行った。

2 埋設方法

「①土壌中施肥」は高さ9cmの畝土壌を厚さ約6cmの堆肥で覆い、土壌表面から約3cm下に袋を埋設した。堆肥にLP肥料を混和して施用することを想定した「②堆肥中施肥」は、堆肥の表面下約3cmに埋設した。堆肥表面にLP肥料を施用することを想定した「③堆肥表面施肥」は、堆肥表面に静置した。LP肥料の溶出が安定することを期待した「④堆肥表面施肥後覆土」は堆肥表面へ袋を静置し、その上にさらにメッシュ袋が表面に出ない程度の厚さ(1~2cm程度)に覆土した。土壌表面にLP肥料を施用しその上から堆肥で被覆することを想定した「⑤堆肥被覆」は、土壌表面と堆肥の層の間に袋を置いた。土壌、堆肥およびLP肥料を混和して施用することを想定した「⑥混和(堆肥:土壌=1:1)」は、高さ9cmの畝土壌を、厚さ約6cmの堆肥と土壌の重量比1対1混和物で覆い、その混和層の深さ約3cmに埋設した。また、混和する際に土壌の割合を減らすことによる労力削減を目的として、堆肥と土壌の混和比を重量比2対1にした「⑦混和(堆肥:土壌=2:1)」区も設けた。「①土壌中施肥」処

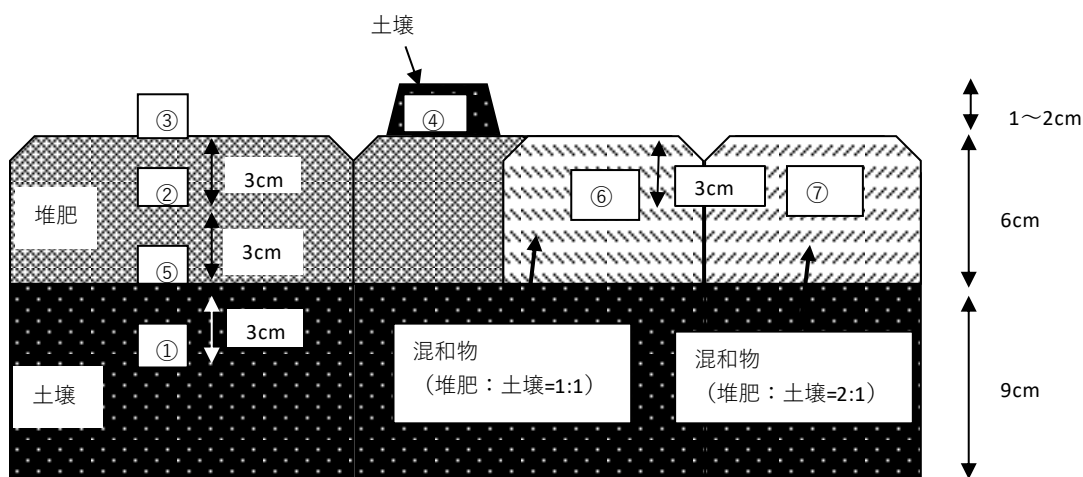
理は、LP肥料が土壌との混合施肥が推奨されている<sup>11)</sup>ため対照とし、残り6処理との比較を行った。各処理の実施時期や供試肥料を変えて試験を実施し、試験年や埋設日等の試験区の構成は第1表に示した。LP肥料は、いずれもジェイカムアグリ株式会社製で直線型70日タイプ(以下、LP70)、シグモイド型40日タイプ(以下、LPS40)、およびシグモイド型80日タイプ(以下、LPS80)を供試した。

試験場所は熊本県農業研究センター生産環境研究所ビニルハウス内で、土壌は多腐植質厚層黒ボク土であった。使用した堆肥は、牛ふん尿を主原料とし、副資材としておがくずともみがらが使用されている牛ふん堆肥であり、菊池地域農業協同組合により「まんま堆肥」の商品名で販売されている。

第1表 試験1における試験区の構成

試験年	埋設日	処理	供試肥料
2017年	6月23日	土壌中施肥	× LP70
		堆肥中施肥	
		堆肥表面施肥	
2018年	7月20日	土壌中施肥	× LPS80
		堆肥中施肥	
		堆肥表面施肥後覆土	
2020年	2月6日	土壌中施肥	× LP70
		混和(堆肥:土壌=1:1)	
		混和(堆肥:土壌=2:1)	
2020年	2月18日	土壌中施肥	× LPS40
		堆肥被覆	

注) 各3反復で実施



①土壌中施肥 ②堆肥中施肥 ③堆肥表面施肥 ④堆肥表面施肥後覆土

⑤堆肥被覆 ⑥混和(堆肥:土壌=1:1) ⑦混和(堆肥:土壌=2:1)

第3図 試験1におけるLP肥料埋設位置(模式図)

### 3 かん水方法

牛ふん堆肥で被覆した土壌の深さ 15cm の位置の pF が 1.7 前後となることを目安に、各区とも散水チューブ（スミホース S180-15A, 40cm ピッチ, 住化農業資材株式会社）を用いてかん水を行った。メッシュ袋の反復数は 3 とした。

### 4 分析方法

LP コート内の窒素の溶出率は、ジメチルアミノベンズアルデヒド法<sup>16)</sup>により LP 肥料中に残存している尿素態窒素を比色定量し、埋設前との差し引きで算出した。

また、圃場容水量を想定した土壌の三相分布を測定するため、牛ふん堆肥および土壌に十分なかん水を行い、24 時間後に土壌のコアサンプルを採取し、土壌三相計 (DIK-1121, 大起理化工業株式会社) により三相分布を実容積法<sup>17)</sup>により測定した。

## 試験 2 LP 肥料施用によるアスパラガス栽培試験

### 1 栽培試験

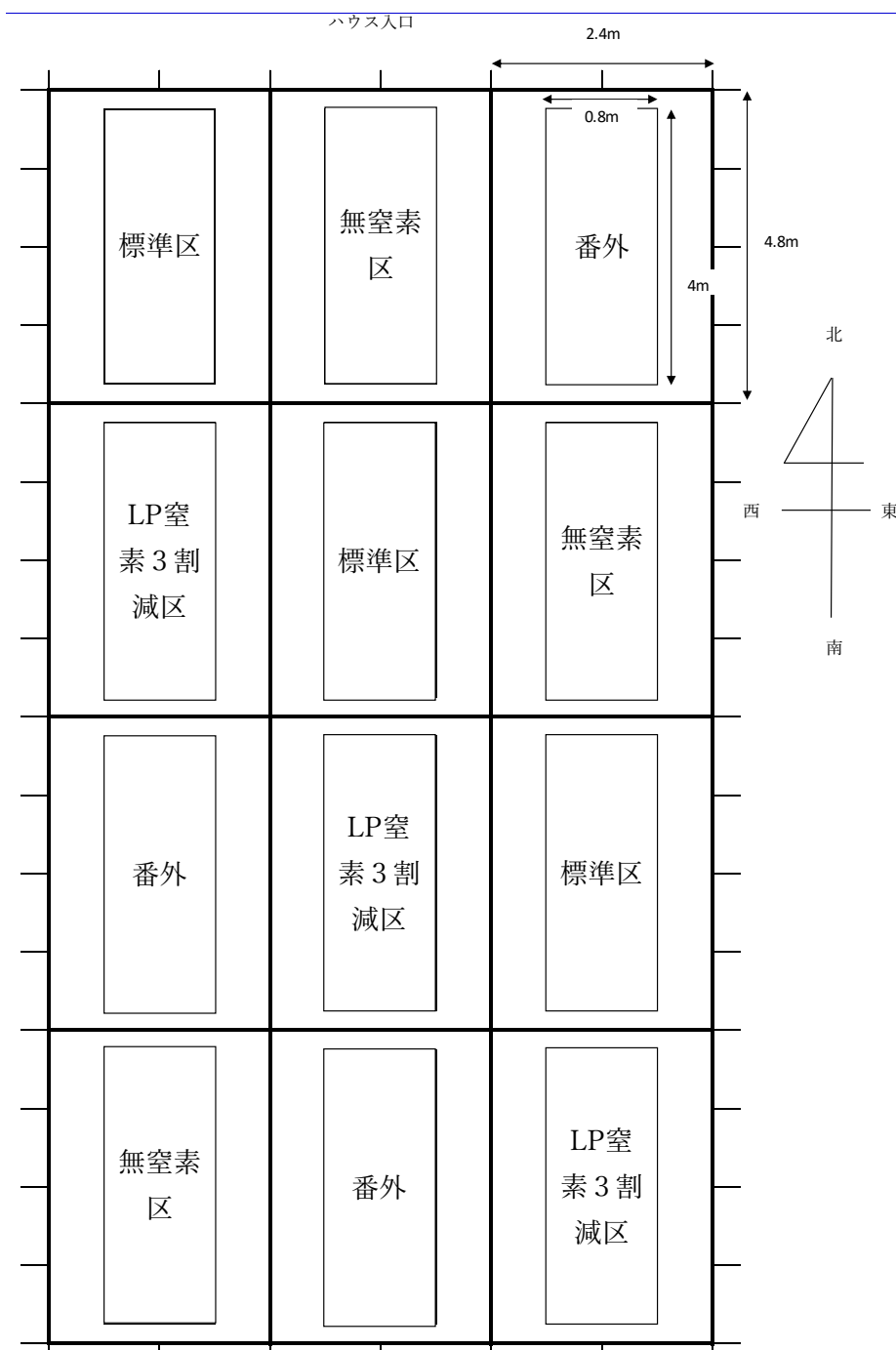
栽培試験には、熊本県農業研究センター生産環境研究所内のビニルハウス（長さ 25m, 間口 8m）を使用し、試験区外への根の伸長または交差を防ぐために、2016 年定植前に深さ 40cm の波板を写真 1 のように設置した。土壌条件は多腐植質厚層黒ボク土、品種は「ウェルカム」を供試した。前述した試験 1 とは別のハウスを用いた。試験規模は 2.4m×4.8m=11.52 m<sup>2</sup>/区の 3 反復とし、配置図を第 4 図に示した。各試験区の試験前歴(2017 年定植～2019 年)は第 2 表に示した。2017 年に定植し 1 年間は全試験区同一の管理をし、作型は半促成長期どり栽培で実施した。本試験開始前の 2018 年および 2019 年の月ごとの窒素施肥履歴を第 3 表に示した。2 年目～3 年目の標準区は栽培本試験と同じ施肥体系で栽培し、窒素減肥区は化成肥料で窒素施肥を行い、窒素施用量を標準区より 3 割減らして 35kg/10a で栽培した。



写真 1 波板設置の様子

2020～2021 年の 2 年間、アスパラガスの栽培本試験を標準区と LP 窒素 3 割減区、無窒素区（堆肥・肥料施肥無し）で実施した。保温開始時期は 2 月上旬（2020 年 2 月 5 日, 2021 年 2 月 8 日）とし、2 月上旬～4 月中旬までは内張を展張して保温した。ハウス内日中温度は、萌芽するまでは 27～28℃, 萌芽開始期には 20～25℃, 収穫期間中は 16～20℃を目標として、そのためのハウスのサイドの開閉を行った。

試験区の構成を第 4 表に示した。標準区は熊本県慣行レベル<sup>5)</sup>に従い、年間窒素施肥量 50kg/10a とした。慣行では 2 月～10 月の各月、月毎に 1 回、計 9 回にわけて施肥するが、本試験では生育状態(樹勢や葉色, 病虫害発生状況等)を見ながら施肥回数を変更した。このため、標準区では、2020 年は合計 9 回, 2021 年は合計 8 回施肥した(第 5 表)。2 月および 3 月は粒状の尿素を堆肥表面に施用し、4 月以降は尿素の約 133 倍～200 倍希釈水を堆肥表面に施用した。LP 肥料を用いて年間窒素施肥量を標準区よりも削減することを目的とした LP 窒素 3 割減区は、年間窒素施肥量を標準区の 3 割削減した 35kg/10a とした。LP 窒素 3 割減区の施肥体系は、LPS40 を基肥として保温開始前(2 月上旬 (2020 年 2 月 5 日, 2021 年 2 月 8 日))に窒素成分で 10kg/10a 施肥し、LP140 を立茎開始期(3 月)に窒素成分で 25kg/10a 施肥した。井上<sup>8)</sup>を参考に合計 2 回/年施肥する体系とした(第 5 表)。基本的な施肥時期については井上<sup>8)</sup>に基づき実施したが、実際には立茎開始期の施肥については生育状態(若茎の M 以下の割合が半数を超えている, 開き・曲がり・扁平・若茎の節の凸凹が多くなってきている, 傾いて伸びる若茎が見られる等があれば立茎を開始する(鹿本地域農業協同組合アスパラ部会聞き取り))を見ながら施肥したため、2020 年は 3 月 16 日, 2021 年は 3 月 29 日となった。試験 1 の結果に基づき、LPS40 は堆肥と土との混和物(堆肥:土壌=2:1)の中に施肥した。LP140 はその混和物の表面に施肥した後に黒ボク土を覆土した。また、大井ら<sup>18)</sup>に基づき、両区とも牛ふん堆肥は 4t/10a 施用した。堆肥現物あたりの成分は、2020 年が水分:47.1% N:1.07% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:1.55% K<sub>2</sub>O:2.35% であり、2021 年が水分:52.5% N:0.81% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:1.48% K<sub>2</sub>O:2.23%であった。牛尾ら<sup>19)</sup>によると、牛ふん堆肥の全窒素含量が 20g/kg(2%)未満であるとき、窒素肥効率は 10%を目安とする、とある。今回使用した牛ふん堆肥の乾物での全窒素含量は、2020 年が 2.03%, 2021 年が 1.70%であり、平均して 1.87%であることから牛ふん堆肥の窒素無機化率(肥効率)は 10%と推定した。牛ふん堆肥は、2020 年は 2 月 5 日, 2021 年は 2 月 8 日に施用し、標準区は畝表面に施用し、LP 窒素 3 割減区



第4図 試験2における試験区の配置図

第2表 試験区の前歴および総収量

西暦	定植	標準区					減肥区					無窒素区				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	牛ふん堆肥	総収量	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	牛ふん堆肥	総収量	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	牛ふん堆肥	総収量
		(kg/10a)			(t/10a)	(kg/10a)			(t/10a)	(kg/10a)			(t/10a)			
2017年	1年目	23	11.2	11.2	10,000	-	23	11.2	11.2	10,000	-	23	11.2	11.2	10,000	-
2018年	2年目	50	29	29	4,000	1.6 (100)	35	29	29	4,000	1.5 (99)	0	29	29	0	1.5 (94)
2019年	3年目	50	29	29	4,000	2.1 (100)	35	29	29	4,000	1.8 (86)	0	29	29	0	1.9 (89)

注1) 11.52 m<sup>2</sup>/区, 3反復

注2) 1年生は全試験区同一管理を行った.

第3表 2018年および2019年の月ごとの窒素施肥履歴

		(kg/10a)									
区		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
標準区		10	3	20	3	3	3	3	3	2	
減肥区		7	2.1	14	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	1.4	

注)窒素施肥は尿素を用いた

第4表 試験2における試験区の構成

		(kg/10a/年)			
区名		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	牛ふん堆肥
標準		50	29	29	4,000
LP窒素3割減		35	29	29	4,000
無窒素		0	29	29	0

注1) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:は過石, K<sub>2</sub>Oは硫酸カリを用いて, 全区同量施用した.

注2) 牛ふん堆肥の現物あたりの成分は  
2020年が水分:47.1% N:1.07% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:1.55% K<sub>2</sub>O:2.35%  
2021年が水分:52.5% N:0.81% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:1.48% K<sub>2</sub>O:2.23%

第5表 月別の窒素施肥量

		(kg N/10a)										
年	区	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合計
2020	標準	10	20	3	3	3	3	3	—	—	2	50
	LP窒素3割減	10	25	—	—	—	—	—	—	—	—	35
2021	標準	10	23	—	3	3	3	3	3	2	—	50
	LP窒素3割減	10	25	—	—	—	—	—	—	—	—	35

第6表 栽培試験の耕種概要

時期(株齢)	2020年(4年生株)~2021年(5年生株)	
立 茎 法	1 0 本 / 1 m	親茎 8 ~ 1 2 m m
畝 幅	2.4m	
栽植密度	10a当たり1128株(1区当たり13株定植)	
株 間	30cm 1条植え	
主枝摘心	高さ1 5 0 c mで摘心	
下枝整理	高さ5 0 c mまで摘除	
堆肥施用	2020年2月 5日	2021年2月 8日
保温開始	2020年2月 5日	2021年2月 8日
立茎開始	2020年3月16日	2021年3月29日
かん水	pF1.7前後で管理(埋設深さ15cm)	

第7表 栽培試験の施肥等実施日

2020年	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
標準区の施肥日	5日	16日	27日	26日	23日	31日	26日	28日	-	2日	-
土壌採取日	4日	3日	20日	20日	23日	29日	24日	28日	-	2日	18日
茎葉採取日	-	-	21日	20日	5日	9日	11日	14日	12日	17日	18日
全刈日	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18日
2021年	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
標準区の施肥日	8日	29日	-	19日	22日	20日	24日	22日	21日	-	-
土壌採取日	8日	26日	28日	19日	22日	20日	24日	21日	20日	22日	17日
茎葉採取日	-	-	28日	19日	21日	19日	23日	21日	20日	19日	17日
全刈日	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17日

注1) LP窒素3割減区は4月以降の施肥はない.

注2)1年生は全試験区同一管理を行った.

注3)かっこ内の数値は標準区を100としたときの指数.

は(堆肥:土壌=2:1)の混和物として施用した. さらに, 後述する窒素吸収量を求めるため, 窒素および牛ふん堆肥を施用しない無窒素区を設けた. その他の栽培は, 第6表に示した耕種概要に従って実施し, 栽培試験の施肥等実施日の詳細は第7表に示した.

## 2 調査方法

標準区, LP窒素3割減区, 無窒素区における若茎の収穫は2月から10月まで毎日行い, 可販物の累計重量を可販物収量, 可販物と規格外品を合わせた累計を総収量とした. また, JA熊本経済連の出荷基準に基づき, 等級(秀品および優品)および階級(S級~3L級)の等階級別可販物収量も調査した. 階級基準は, S級は7g以上~12g未満, M級は12g以上~18g未満, L級は18g以上~33g未満, 2L級は33g以上~50g未満, 3L級は50g以上である. また, かん水量を2021年2月~12月にかけて流量計を用いて調査した. 各区に分岐する前の塩ビ管に流量計を設置し, そこを通った水が各区のかん水チューブを通してかん水するようにした. その流量計の値を区数(12区)で割って各区のかん水量とした.

## 3 コスト試算

熊本県農業経営指標(2020年度)<sup>3)</sup>および農業協同組合への聞き取り(2021年11月)をもとにして施肥に係る10aあたりのコスト試算を行った. 肥料にかかる金額については堆肥, リンおよびカリに係る部分は共通であるため除外した. 施肥回数については実績を記入した. 労働時間については農業経営指標から標準区の追肥時間を56時間とし, LP窒素3割減区は56時間から, 農業経営指標に記載してある2月の2回分の春芽追肥および冬肥追肥にかかる時間を削減し, 31時間とした. なお, 労働時間には窒素施肥にかかる時間だけでなく, リンおよびカリにかかる施肥時間も加味されている. 労働時間単価は熊本県農業経営指標に基づき975円/時間とした. また, 2か年の等階級別可販物収量に時期毎の等階級別単価(2か年とも県内共販販売実績)を乗じた等階級別販売金額を試算した. なお, 3L級の優品については2か年とも県内共販販売実績による単価がなかったため, 3L級の秀品の単価を用いた.

## 4 植物体窒素吸収量

窒素の吸収量を明らかにするため, 植物体の分析を行った. 若茎については, いずれの年度においても, 2月においては萌芽開始後から5日間, 3月~10月においては1日から5日までの若茎の秀品をとりためて分析に供試した. 茎葉は各年4月~11月に毎月1回株整理のために摘除したものを分析に供試した. また, 12月は茎葉を全刈りし, 分析に供試した. 植物体は60℃で2~3日間乾燥させた後, 乾物重を計測し, これを粉砕して試料と

した。各試料は、ケルダール分解<sup>20)</sup>を行った後、水蒸気蒸留法<sup>20)</sup>により窒素含有率を測定し、それぞれの乾物重に窒素含有率を乗じ、窒素吸収量とした。

### 5 深度別土壌の無機態窒素

2021年3～10月に、畝の堆肥および堆肥の混和物を取り除いた0-20cmの層を毎月1回、標準区の追肥前に採取した。下層土は立茎開始前の3月と若茎の収穫が終了した11月にハンドオーガーを用いて20-40cmと40-60cmの土壌を採取した。分析試料には2mm目の篩を通した未風乾土を用いた。土壌中の窒素は10%塩化カリウム溶液により土壌中の無機態窒素（硝酸態窒素およびアンモニア態窒素）を抽出し、ディスクリット分析装置（ディスクリットアナライザーAQ2+：ビーエルテック（株）製）を用いて、硝酸態窒素はスルファニルアミド・ナフチルエチレンジアミン吸光光度法、アンモニア態窒素はインドフェノール法により測定した<sup>17)</sup>。窒素収支の余剰窒素が全て土壌浸透水に溶出すると仮定すると、一種の危険予測として、飲用水のNO<sub>3</sub>-Nの基準値と比較できる<sup>15)</sup>。このことから、溶脱する窒素濃度は窒素収支をかん水量で除し概算した値とした。

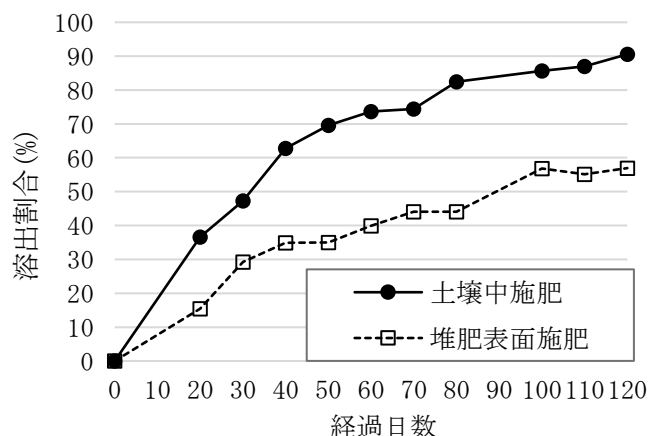
### 6 LPS40およびLP140の窒素溶出の確認

LP窒素3割減区において施肥したLPS40およびLP140の窒素溶出の推移を確認するため、ポリエチレン製メッシュ袋にLPS40またはLP140をそれぞれ2.5g封入、土壌中に埋設し、定期的に回収して残存する窒素の分析を行った。メッシュ袋の反復数は3とした。栽培試験と同様にLPS40は2020年2月6日に埋設し、LP140は2020年3月16日に埋設した。埋設した土壌の深さ15cmの位置のpFが1.7前後となることを目安に、散水チューブ（スミホースS180-15A、40cmピッチ、住化農業資材株式会社）を用いてかん水を行った。

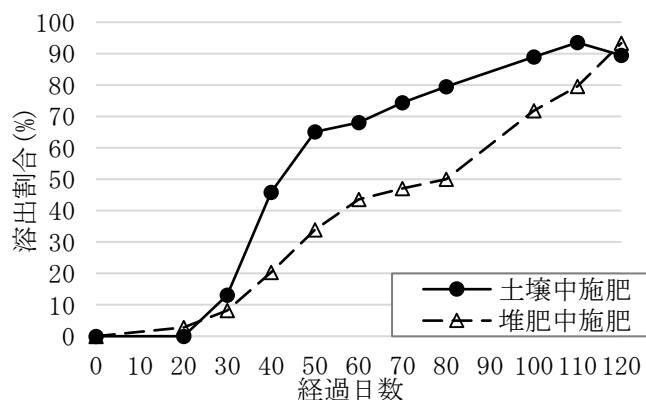
## III 結果

### 試験1 LP肥料の施肥位置による溶出速度の違い

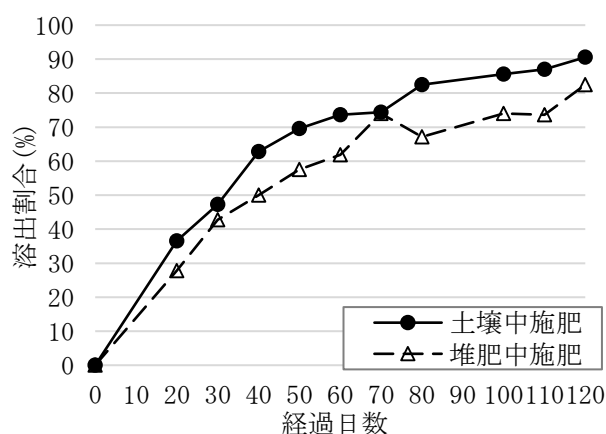
異なる施肥位置の施肥からの経過日数と窒素溶出割合について調査した結果を示す。堆肥表面施肥区の窒素溶出速度は、土壌中施肥区より遅くなった（第5図）。堆肥中施肥区の窒素溶出速度は、LP肥料の溶出タイプや施用時期に関わらず、土壌中施肥区より遅い傾向であった（第6図、第7図）。堆肥被覆区の窒素溶出速度は、土壌中施肥区より遅い傾向であった（第8図）。一方、堆肥表面施肥後覆土区では、土壌中施肥区とほぼ同様に窒素が溶出した（第9図）。土壌と堆肥を混和した2つの区の窒素溶出速度は70日目以降わずかな差がみられたが、60日目までは堆肥と土壌の比に関わらず、ほとんど差はなかった（第10図）。



第5図 土壌中施肥と堆肥表面施肥での窒素溶出の推移  
供試肥料LP70。  
埋設期間2017年6月23日～2017年10月21日

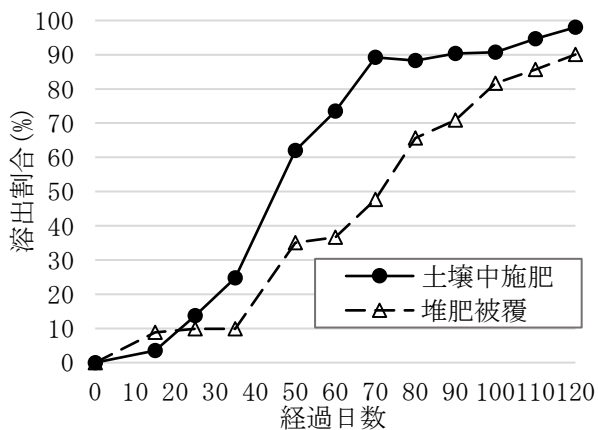


第6図 土壌中施肥と堆肥中施肥での窒素溶出の推移(1)  
供試肥料LPS80。  
埋設期間2017年6月23日～2017年10月21日

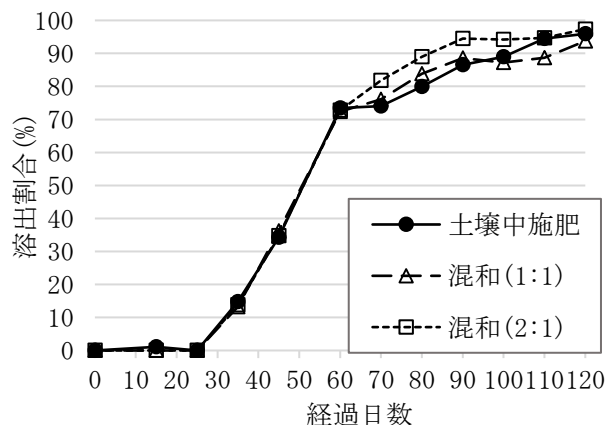


第7図 土壌中施肥と堆肥中施肥での窒素溶出の推移(2)  
供試肥料LP70。  
埋設期間2017年6月23日～2017年10月21日

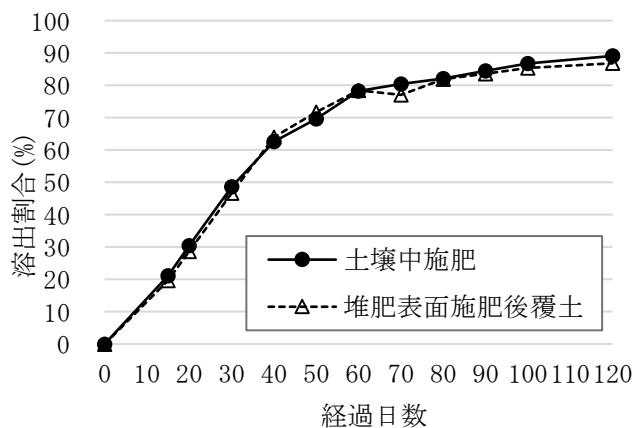




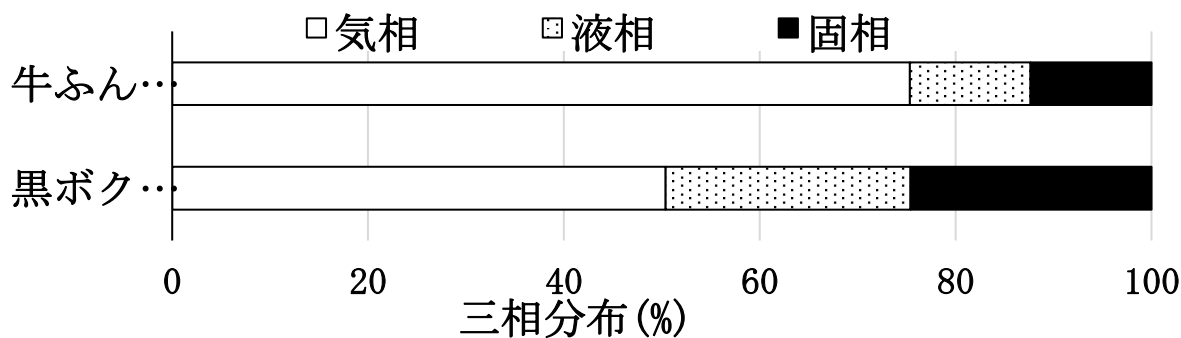
第8図 土壤中施肥と堆肥被覆での窒素溶出の推移  
供試肥料 LPS40  
埋設期間 2020年2月18日～2020年6月17日



第10図 土壤中施肥と混和(混和は堆肥：土壌=1:1 または 2:1)での窒素溶出の推移  
供試肥料 LPS40  
埋設期間 2020年2月6日～2020年6月5日



第9図 土壤中施肥と堆肥表面施肥後覆土での窒素溶出の推移  
供試肥料 LP70  
埋設期間 2018年7月20日～2018年11月17日



第11図 かん水 24 時間後の牛ふん堆肥および黒ボク土の三相分布

肥料埋設箇所の圃場含水量の三相分布を調査した結果、ふん堆肥は黒ボク土よりも気相の割合が高く、液相および固相の割合が低かった(第11図)。

試験 2 被覆尿素肥料施用によるアスパラガス栽培試験  
1 収量

若茎の年間総収量は、2020年では標準区が2,396kg/10a、LP窒素3割減区が2,342kg/10a、無窒素区が2,103kg/10aであり、標準区とLP窒素3割減区では有意差がなかった。2021年では標準区が2,449kg/10a、LP窒素3割減区が2,400kg/10a、無窒素区が1,915kg/10aであり、標準区とLP窒素3割減区で2020年と同様に有意差がなかった。可販物収量は、2020年では標準区が2,008kg/10a、LP窒素3割減区が2,048kg/10a、無窒素区が1,743kg/10aであり、標準区とLP窒素3割減区で有意差がなかった。2021年では標準区が2,127kg/10a、LP窒素3割減区が2,145kg/10a、無窒素区が1,663kg/10aであり、標準区とLP窒素3割減区で有意差がなかった(第8表)。

可販物収量を総収量で除した可販物率(重量比)は、2020年では標準区が82%、LP窒素3割減区が87%、無

窒素区が81%で、2021年では標準区が86%、LP窒素3割減区が89%、無窒素区が86%であり、いずれの年度も有意差はないがLP窒素3割減区が高くなる傾向がみられた(第8表)。階級別可販物収量割合は、2020年では、LP窒素3割減区のS級およびM級の割合は標準区より低い傾向にあり、L級から3L級の割合は高い傾向であった。2021年では、LP窒素3割減区のS級の割合は標準区より低く、M級の割合は低い傾向、L級の割合は高い傾向、2L級の割合は高く、3L級の割合は高い傾向であった(第8表)。

2020年および2021年の月別の可販物収量は、標準区およびLP窒素3割減区でほぼ同様に推移する傾向であった。無窒素区は、いずれの年度においても標準区およびLP窒素3割減区より低く推移する傾向であった(第12図、第13図)。

第8表 収量および品質

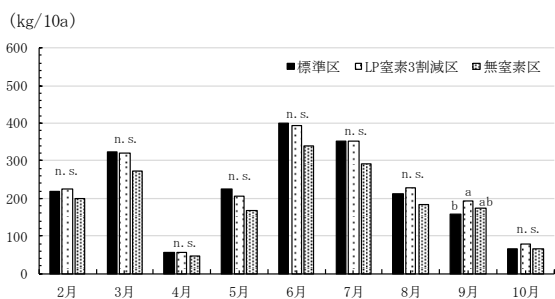
年	区名	総収量			可販物収量			可販物率(重量比)		階級別収量割合				
		kg/10a			kg/10a			%		%				
		±不偏標準偏差(標準比)			±不偏標準偏差(標準比)			%		S	M	L	2L	3L
2020	標準	2396	± 350	(100)	2008	± 284	(100)	82		25	28 ab	38	7 ab	2
	LP窒素3割減	2342	± 235	(98)	2048	± 190	(102)	87		16	26 b	42	13 b	3
	無窒素区	2103	± 95	(88)	1743	± 132	(87)	81		27	33 a	35	5 a	1
分散分析		n. s.			n. s.			n. s.		n. s.	*	n. s.	*	n. s.
2021	標準	2449	± 340	(100) a	2127	± 319	(100)	86		24 a	28 ab	38	8 a	2
	LP窒素3割減	2400	± 93	(98) a	2145	± 69	(101)	89		13 b	23 b	43	17 b	4
	無窒素区	1915	± 164	(78) b	1663	± 197	(78)	86		21 a	29 a	40	9 a	1
分散分析		*			n. s.			n. s.		*	*	n. s.	*	n. s.

注1) 括弧内の数値は標準区を100としたときの指数。

注2) 分散分析は\*は5%水準で有意差あり、n.s.はなし。

異なる英文字間は多重比較検定(Tukey法)の結果5%水準で有意差あり。(n=3)

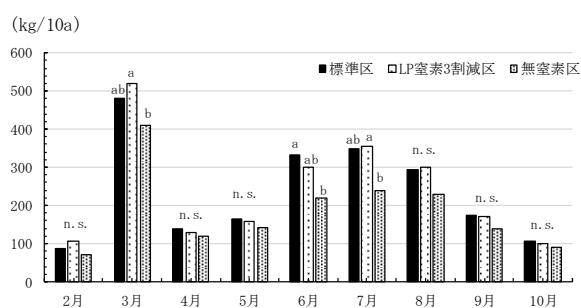
可販物率および階級別収量割合は、逆正弦変換後の数値で検定を行った。



第12図 月別の可販物収量(2020年)

注1) 図中のn.s.は分散分析により有意差なし。

注2) 異なる英文字間は多重比較検定(Tukey法)の結果5%水準で有意差あり。(n=3)



第13図 月別の可販物収量(2021年)

注1) 図中のn.s.は分散分析により有意差なし。

注2) 異なる英文字間は多重比較検定(Tukey法)の結果5%水準で有意差あり。(n=3)

2 コスト試算

施肥に係る 10a あたりコスト試算のうち、窒素肥料費は標準区で 8,342 円/10a、LP 窒素 3 割減区では 19,268 円/10a であり、LP 窒素 3 割減区が 10,926 円/10a 高かった。一方、労働費<sup>4)</sup>は、標準区で 54,600 円/10a、LP 窒素 3 割減区では 30,225 円/10a となり、LP 窒素 3 割減区が 24,375 円/10a 低かった。肥料費と労働費の合計の生産コストは、標準区より LP 窒素 3 割減区が 13,449 円/10a 低くなった(第 9 表)。

等階級別販売金額について、標準区と LP 窒素 3 割減区を比較すると、2 か年とも L 級以上が LP 窒素 3 割減区で多い傾向であったことから、2020 年は LP 窒素 3 割減区が標準区よりも 88 千円/10a 高く、2021 年は LP 窒素 3 割減区が標準区よりも 103 千円/10a 高かった(第 10 表)。

3 窒素吸収量

アスパラガスによる窒素吸収量は、2020 年では標準区が 13.6kg/10a、LP 窒素 3 割減区が 13.4kg/10a で、2021 年では標準区が 15.0kg/10a、LP 窒素 3 割減区が 15.7kg/10a であり、2 か年とも同等だった。窒素収支は、2020 年では標準区が 40.7kg/10a、LP 窒素 3 割減区が 25.9kg/10a で、2021 年は標準区が 38.2kg/10a、LP 窒素 3 割減区が 22.5kg/10a と、2 か年とも LP 窒素 3 割減区が標準区より少なかった。また、各処理区の窒素のみかけの利用率(窒素吸収量から無処理区の窒素吸収量を差し引き、窒素供給量で除し、100 をかけて算出)は、2020 年では標準区が 3.0%、LP 窒素 3 割減区が 3.6%で、2021 年では標準区が 5.6%、LP 窒素 3 割減区が 9.7%であった。みかけの窒素利用率は、2020 年および 2021 年において標準区と比べて LP 窒素 3 割減区で高くなる傾向がみられた(第 11 表)。

第 9 表 施肥に係る 10a 当たりコスト試算

区名	窒素肥料費 円		施肥回数 回	労働時間 hr	労働費 円	肥料費 労働費計 円
	銘柄別	合計				
標準	(尿素) 8,342	8,342	8	56	54,600	62,942
LP窒素3割減	(LPS40) 5,715 (LP140) 13,554	19,268	2	31	30,225	49,493

第 10 表 等階級別販売金額

年	区名	等階級別販売金額(円/10a)										合計
		S		M		L		2L		3L		
		秀	優	秀	優	秀	優	秀	優	秀	優	
2020	標準区	330,819	25,028	488,168	46,788	811,712	60,674	168,552	5,530	56,792	2,383	1,996,446
	LP窒素3割減	220,761	19,153	444,570	42,506	899,356	61,337	289,217	26,714	75,611	5,046	2,084,272
2021	標準区	312,097	31,568	502,785	40,369	865,593	65,311	197,182	11,690	55,461	1,539	2,083,596
	LP窒素3割減	177,583	15,110	386,427	35,810	948,077	77,880	417,540	34,064	86,108	8,003	2,186,603

第 11 表 アスパラガス栽培における窒素養分収支ならびに溶脱される窒素の試算

年	区名	窒素収支(kg/10a)						収支	みかけの窒素利用率(%)	かん水量(t/10a)	溶脱される窒素濃度(mg/L)
		投入量			吸収量						
		肥料	堆肥	合計	若茎	茎葉	合計				
		A			B	A-B		C	(A-B)/C		
2020	標準	50	4.3	54.3	8.8	4.7	13.6	40.7	3.0	データ無	
	LP窒素3割減	35	4.3	39.3	8.7	4.6	13.4	25.9	3.6		
	t検定				n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.		
2021	標準	50	3.2	53.2	9.2	5.8	15.0	38.2	5.6	1,956	19.6
	LP窒素3割減	35	3.2	38.2	9.1	6.6	15.7	22.5	9.7	1,956	11.5
	t検定				n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.		*

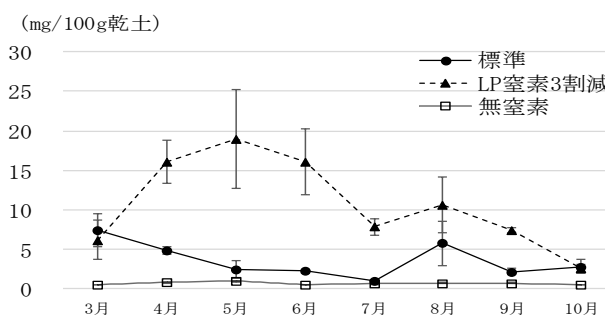
注 1) みかけの窒素利用率={各処理区の窒素吸収量-(無窒素区の窒素吸収量)}/(窒素供給量)×100 として算出。

無窒素区の持ち出し量は、2020 年で若茎:7.6、茎葉:4.4、合計:11.9

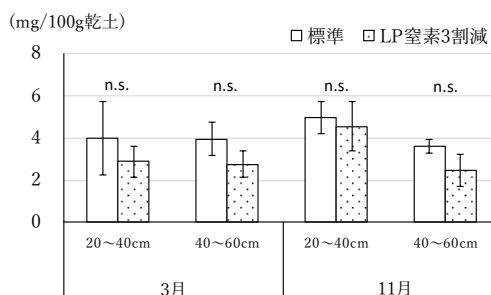
2021 年で若茎:6.9、茎葉:5.1、合計:12.0

注 2) 有意差検定は標準区と LP 窒素 3 割減区を t 検定し、\*は 5%水準で有意差あり、n.s.は有意差無し。

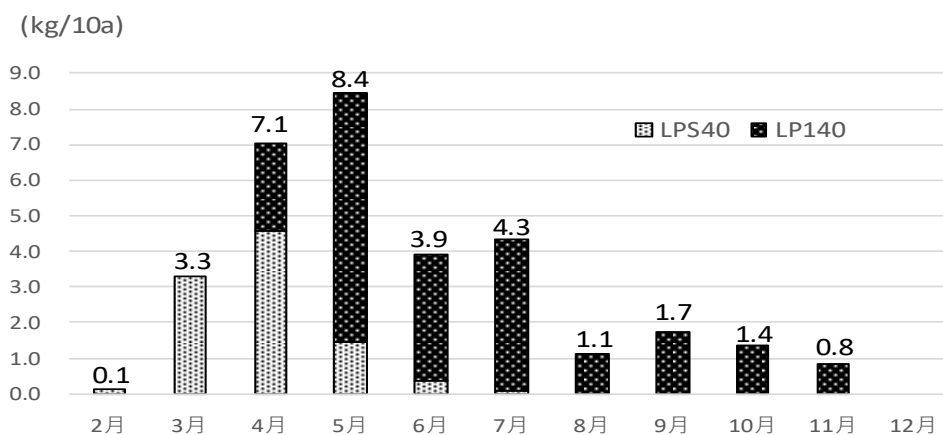
注 3) 地下部の吸収量は井上(2005)からの引用。



第14図 作土(0-20cm)の無機態窒素量の推移(2021年)  
注) エラーバーは標準誤差



第15図 下層土の硝酸態窒素量(2021年)  
注1) エラーバーは標準誤差  
注2) 図中の n.s.は t 検定により有意差無し



第16図 LPS40 および LP140 からの月別窒素溶出量の合計(2020年)

#### 4 深度別土壌の無機態窒素

畝表面から堆肥および堆肥の混合物を取り除いた 0~20cm 深度の土壌の無機態窒素量は、4月から9月において標準区よりも LP 窒素 3 割減区で高くなる傾向で推移した。また、無窒素区の無機態窒素量は、3月から10月において標準区および LP 窒素 3 割減区よりも低くなる傾向で推移した(第14図)。下層土(作土表面から 20~40cm, 40~60cm の2層)の硝酸態窒素量は、3月および11月のいずれの時期においても、20~40cm および 40~60cm の深さにおいて標準区に比べて LP 窒素 3 割減区は有意差がなかった(第15図)。

#### 5 LPS40 および LP140 の溶出の確認

LPS40 および LP140 の月別窒素溶出量の合計は、2月から溶出が開始し、4月は 7.1kg/10a、5月は 8.4kg/10a と溶出量は増加し、その後は徐々に低く推移した(第16図)。

#### IV 考察

##### 試験 1 LP 肥料の施肥位置の検討

アスパラガス栽培現場では、畝上に堆肥を施用する。現場で行われている施肥後を想定して、LP 肥料を堆肥の上に施肥した堆肥表面施肥区の窒素溶出は、土壌中に施肥されたものより遅れた(第5図)。このことは、現場で LP 肥料を使用した場合、肥効が安定しないことの一つと考えられた。LP 肥料を土壌表面に施用すると溶出が遅れることは既往の知見<sup>10)</sup>のとおりであるが、堆肥中施肥区においても、窒素溶出は土壌中施肥よりも遅れることが明らかとなった(第6図、第7図)。牛ふん堆肥と土壌の三相分布を比較したところ、牛ふん堆肥の孔隙率は土壌よりも高く、固相率は低かった(第11図)。このため、牛ふん堆肥中では土壌中よりも水分が少ない乾燥した状態になりやすく、溶出が遅れたと考えられた。また、土壌の畝上に施肥しても、LP 肥料を堆肥のみで被覆した場合(堆肥被覆区)での溶出が土壌中施肥より遅れ

ることがわかった(第8図)。堆肥被覆は保温開始前のLP肥料の施肥を想定した作業であったが、堆肥のみで被覆した場合、溶出を土壤中施肥と同様の速にすることはできなかった。

一方、堆肥表面施肥後覆土区、混和(堆肥:土壌=1:1)区および混和(堆肥:土壌=2:1)区では溶出速度は土壌中と同程度となった(第10図)。これは、堆肥表面施肥後覆土区では土壌で覆土されたことにより、混和区については牛ふん堆肥と土壌が混和されたことで堆肥単独よりも土壌中に近い条件となり、土壌中と近い水分を保持できたことによると考えられる。

このように、LP肥料を土壌と混和しにくいアスパラガス栽培においても、土壌あるいは土壌と堆肥を混和した中に施肥する、もしくは、土壌と堆肥の混和物を被覆することで、土壌中に混和施用する場合と同様にLP肥料中の窒素を溶出させることが明らかとなった。そのため、試験2においてのLP窒素3割減区の施肥は、土壌中の溶出と同様にすることを狙い、保温開始期の施肥は、土壌表面にLPS40を施用し堆肥:土壌=2:1の混和物を施用することとし、立茎開始期はLP140を混和物の上から施用し、その上に覆土することとした。

## 試験2 LP肥料施用によるアスパラガス栽培試験

### 1 収量

アスパラガスの総収量および可販物収量は標準区とLP窒素3割減区は同程度であった。また、窒素成分を3割減肥しても、LP肥料を使うことで収量は標準区と同程度得ることができることが明らかになった。無窒素区における2か年の総収量および可販物収量は、標準区と比べて、標準区の8割程度であった。この理由としては、定植時(2017年)に投入した堆肥(10t/10a)が土壌中に残存し、長期に渡って肥効が生じたためと考えられた。

LP窒素3割減区の若茎の2L級の割合は標準区に比べて2020年で高い傾向であり、2021年では有意に高かった。これは、LP窒素3割減区では作土中の無機態窒素量が高く推移する傾向であった(第14図)ことにより、栽培期間中の長期に渡りアスパラガスが窒素を安定的に吸収できる状態にあったため、2L級の割合の向上に結び付いたと考えられた。

### 2 コスト試算

施肥に係る10a当たりコスト試算では、LP窒素3割減区の肥料費+労働費の合計は、標準区と比べて13,449円の経費削減となった。これは施肥回数減による労働時間の減少により労働費が安くなったこと

で、LP窒素3割減区のLPコートの肥料費が標準区の尿素よりも2倍以上高いことを差し引いても、経費削減につながったためであった(第9表)。

等階級別販売金額では、LP窒素3割減区の方が標準区よりも販売金額は高かったが、これは、LP窒素3割減区で単価の安いS級の割合が少ない傾向であるとともに、単価の高い2L級の割合が多い傾向であるためと考えられた(第10表)。

### 3 窒素吸収量

窒素吸収量はいずれの試験年次においても標準区とLP窒素3割減区において有意差がなかったが、窒素収支はLP窒素3割減区が標準区よりも低かった。これは、吸収量は両試験区で同程度だが、LP窒素3割減区で窒素投入量が少ないためと考えられた。また、無窒素区を考慮した肥料および堆肥のみかけの窒素利用率は、2か年においてLP窒素3割減区で高くなる傾向がみられたが、これも前述したLP窒素3割減区の窒素収支が標準区よりも低いことによる影響と考えられた(第11表)。

2021年のLP窒素3割減区の窒素収支は22.5kg/10aで、浸透水で除した値は11.5mg/Lになる。標準区は収支が38.2kg/10aで、浸透水で除した値は19.6mg/Lとなる。LP窒素3割減区は標準区を下回ることになり、環境負荷を軽減していると考えられた(第9表)。

### 4 LP肥料の窒素溶出量

土壌中に施肥されたLPS40およびLP140の月別窒素溶出量は、4~5月の時期が多かった。この時期(4~5月)はアスパラガスの立茎期にあっており、アスパラガスの養分吸収の大部分は立茎開始直後から地上部茎葉を形成する短期間のうちに急速に行われる<sup>8)</sup>。このため、LP窒素3割減肥区では、アスパラガスの生育に応じた窒素溶出が行われていると考えられた(第16図)。よって、LP窒素3割減肥区はロスが少なく、減肥しても標準区と同じ収量が得られたと考えられる。

### 5 土壌の無機態窒素

作土の無機態窒素量は、4月から9月においてLP窒素3割減区で標準区よりも高く推移した(第14図)。LP窒素3割減区は窒素が継続的に溶出してくるので、土壌中の窒素も多い状態が維持されていると考えられる。一方、標準区は施肥された窒素は、かん水(1か月平均かん水量177.8t/10a)により速やかに溶脱していくため、土壌採取が追肥前(前の追肥から約1か月後)であったこともあり、土壌中の値は低くなったと考えられた。井上<sup>8)</sup>によると、アスパラガスの安定

生産のためには、夏秋芽収穫期間中の作土の無機態窒素濃度は、5~25mg/100g 乾土で管理するのが望ましいとあり、LP 窒素 3 割減区は 5mg/100g 乾土を維持できた。また、下層土の硝酸態窒素量は、LP 窒素 3 割減区が標準区と比べて同程度以下となっていた。これは、投入された総窒素量が LP 窒素 3 割減区において少なく、窒素収支が小さかったことから溶脱する窒素が少ないことが理由と考えられた(第 15 図)。

## 6 試験 2 のまとめ

以上のことから、改良した施肥法により LP 肥料を用いてアスパラガス栽培を行うことで、標準施肥と同等の収量を得ることができ、施肥コストも削減され、さらに環境への負荷軽減の可能性も示唆された。岡部<sup>11)</sup>によると、山形県で LP 肥料として 32kg/10a を使い、堆肥を現物で 5t/10a 施用した露地のアスパラガス栽培試験の結果では、8 年継続しても収量の低下はみられなかったことから、本施肥法においても効果の継続性はあると考えられる。

## V 引用文献

- 1)農林水産省:「野菜生産出荷統計」  
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotou/sakkyou\\_yasai/](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotou/sakkyou_yasai/)(2023 年 7 月閲覧)
- 2)熊本県野菜振興協会編(2022):「熊本の野菜」, 一般社団法人熊本県野菜振興協会, 142
- 3)井上勝広(2014):アスパラガス半促成長期どり栽培の肥培管理と灌水管理,農業と科学 661,1-5
- 4)熊本県(2020):「熊本県農業経営指標」  
<https://agri-kumamoto.jp/wp-content/uploads/2020/05/c10fb54ebdd85540d644039d7eeba8d4.pdf>(2023 年 6 月閲覧)
- 5)熊本県(2023):「「特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」等における熊本県慣行レベル」  
<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/215924.pdf>(2023 年 10 月閲覧)
- 6)熊本県(2015):熊本県地下水と土を育む農業推進条例  
<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/6947.pdf>(2023 年 3 月閲覧)
- 7)農林水産省(2016):水稲向け肥効調節型肥料の効果的かつ適正な使用と追肥手法について  
[https://www.maff.go.jp/j/seisan/sizai/pdf/sanchi\\_muke.pdf](https://www.maff.go.jp/j/seisan/sizai/pdf/sanchi_muke.pdf)(2023 年 3 月閲覧)
- 8)井上勝広(2005):アスパラガス半促成長期どり栽培圃場の土壌実態と窒素の適正施用量および硝酸態窒素の簡易分析法.長崎総農林試研報(農業部門), 31, 1-13
- 9)水上宏二・平田祐子・森山友幸・小田原孝治・兼子明(2010):アスパラガス半促成長期どりにおける省力的で施肥コストを低減した減化学肥料栽培. 福岡県農業総合試験場研究報告, 29, 51-56.
- 10)ジェイカムアグリ株式会社(2017):くみあい LP コート®・くみあいエムコート®  
<https://www.jcam-agri.co.jp/product/LP%83%bc%e3%83%88.pdf>(2023 年 6 月閲覧)
- 11)岡部和広(2012):肥効調節型肥料の連用がアスパラガス露地長期どり栽培の収量におよぼす影響 第 3 報 定植 8 年目までの収量.東北農業研究,65,161-162.
- 12)菅野均志・巢立康博・山岡和美(2011):「ロングと LP コートの開発その特性と施肥技術—理想の肥料を追い求めた 45 年—」, p. 71-128. ジェイカムアグリ株式会社
- 13)上原敬義・元木悟・山田和義・山西久夫(2007):「重窒素法によるアスパラガスの窒素吸収特性」長野県野菜花き試験報告 13 号 p.48-54
- 14)水上宏二(2005):アスパラガス半促成長期どり栽培における肥効調節型肥料を利用した省力追肥.農業と科学 562, 7-10.
- 15)實示戸雅之・池口厚男・神山和則・島田和宏・荻野暁史・三島慎一郎・賀来 康一(2003):わが国農耕地における窒素負荷の都道府県別評価と改善シナリオ.日本土壌肥科学雑誌, 第 74 巻, 467-474.
- 16)越野正義(1988):「第 2 改訂詳解肥料分析法」, 養賢堂, 60-62.
- 17)土壌環境分析法編集委員会(編)(1997):「土壌環境分析法」, 博友社.
- 18)大井義弘・川原洋子・井上勝広(2008):アスパラガスの半促成長期どり栽培における堆肥の施用効果 長崎県農林試研報, 農業部門, 35, 22.
- 19)牛尾進吾・吉村直美・斉藤研二・安西徹郎(2004):家畜ふん堆肥の成分特性と肥料摘効果を考慮した施用量を示す「家畜ふん堆肥利用促進ナビゲーションシステム」.日本土壌肥科学雑誌, 第 75 巻, 99-102.
- 20)農林水産省農蚕園芸局農産課編(1997):「土壌環境基礎調査における土壌, 水質及び作物体分析法(附)現地調査法」, 大雄社, 161-163.

## Summary

### Technology to reduce nitrogen by 30% using coated urea fertilizer in asparagus cultivation

Akira YAMASHITA, Miki SUGIURA and Makoto MATSUMORI

(Agro-environmental Research Institute)

Asparagus in Kumamoto Prefecture is cultivated in vinyl greenhouses during its semi-stimulated growth period, but its popularity has slowed in recent years. The reason for this is thought to be that regular fertilization is very labor-intensive. In addition, because asparagus has high salt tolerance, it is unlikely to be harmed by excessive fertilizer components. This makes it possible to use large amounts of nitrogen, and the excess then leaches into groundwater, placing a burden on the environment.

In this study, we investigated an improvement in the application method of coated urea fertilizer (LP Coat® is a commonly used coated urea fertilizer) that has the potential to save labor in topdressing and reduce the amount of nitrogen applied. At the cultivation site, LP fertilizer is typically applied over the ridges and is not mixed with the soil. For this reason, there are some cases in which the fertilizing effect is not stable and additional fertilization is required. Therefore, we investigated effective fertilization methods using LP fertilizers in asparagus cultivation by clarifying the nitrogen elution characteristics of LP fertilizers depending on the fertilization method.

First, as Test 1, we clarified the nitrogen elution patterns of LP fertilizer using six different fertilization methods, with “in-soil fertilization” as a control. “Admixture (compost: soil = 1:1),” “admixture (compost: soil = 2:1)” and “soil covered after surface application of compost” resulted in the same elution as “in-soil fertilization.” Next, using these fertilization method(admixture (compost: soil = 2:1) and soil covered after surface application of compost ), cultivation tests were conducted in 2020 (4-year-old plants) and 2021 (5-year-old plants) using asparagus (‘Welcome’ cultivar) as Test 2. The annual nitrogen fertilization amount was 50 kg/10 a for the control plot, and 35 kg/10 a for the test plot, in which LP nitrogen was reduced by 30% using LP fertilizer.

We found the following results. ① The total yield and the yield of salable material in the LP nitrogen 30% reduction plot and the control plot were equivalent. ② Regarding the yield ratio by class in the 30% reduction plot, the proportion of double Large class (Weight of young stems 33g or more - less than 50g) tended to be higher than in the standard plot. ③ The 30% reduction plot required fertilization 2 times while the standard plot was fertilized 8 to 9 times; therefore, the 30% reduction plot significantly reduced the amount of additional fertilizing effort and cost. ④ The total fertilizer cost + labor cost in the 30% LP reduction plot was approximately 13,449 yen/10 a less than in the control plot. ⑤ An environmental impact assessment found that the amount of inorganic nitrogen in the cultivated soil in the 30% reduction plot remained at the same level or was higher than in the control plot throughout the year. In the 30% reduction plot, the amount of nitrogen that was not absorbed by asparagus (balance) was smaller than in the control plot, and we therefore conclude that the use of LP fertilizer may reduce the environmental burden.

Key words: asparagus, Ando soil, Coated Urea Fertilizer, cow manure compost, nitrogen elution