

レンコン新品種‘阿波白秀’および主力品種‘備中’の生育時期別の養分吸収特性の把握

原田亮太・吉本元子*・和田健太郎*

Understanding nutrient uptake characteristics by growing season of a new lotus cultivar ‘Awahakusyu’ and a leading lotus cultivar ‘Bittyu’.

Ryota HARADA, Motoko YOSHIMOTO and Kentaro WADA

要 約

徳島県のレンコン新品種‘阿波白秀’および主力品種‘備中’の生育時期別の乾物生産および養分吸収量を調査した。

乾物生産は、両品種ともに、5月から6月にかけては、乾物重は極めて少なく、7月から9月にかけて急激に増加した。両品種の肥大茎の乾物重が増加する時期は、早生品種の‘阿波白秀’が7月から、晩生品種の‘備中’が8月からであり、‘阿波白秀’の方が1か月程度早かった。

生育時期別の養分吸収特性は、両品種ともに、窒素、リン、カリウムいずれの成分も、6月までは吸収量が少なく、その後9月にかけて旺盛に吸収量が増加した。株全体の‘阿波白秀’および‘備中’の養分吸収時期は同等であったが、肥大茎の養分吸収時期は‘阿波白秀’の方が‘備中’よりも1か月程度早く、‘阿波白秀’の方が葉から肥大茎への養分の転流が早いことが示唆された。また窒素とリンは収穫時の吸収量が施肥量の半分以下であり、利用率が低かった。

これらのことから、レンコン栽培においては6月から9月に焦点を合わせた施肥設計が有効であること、追肥や肥効調節型肥料の溶出の時期は両品種ともに同じでよいこと、葉から肥大茎への養分転流特性が品種間で異なること、窒素とリンが減肥できる可能性があることが考えられた。

キーワード：レンコン，生育時期別の養分吸収特性，‘阿波白秀’，‘備中’

Keyword : lotus, nutrient uptake characteristics by growing season, ‘Awahakusyu’, ‘Bittyu’

緒 言

徳島県では吉野川下流域の鳴門市を中心にレンコン栽培が盛んであり、2022年度の作付面積は525haで全国2位⁶⁾である。主に京阪神市場に出荷され、そのシェアは1位である。

主力品種の‘備中’は晩生品種であり、収穫開始時期は9月下旬以降であるが、‘備中’は生育旺盛期の8月～9月に台風被害を受けやすく、収量や品質が低下することが問題となっていた。その対策として、徳島県は‘備

中’よりも1か月程度早い8月下旬に収穫可能な早生品種‘阿波白秀’を育成し、2017年に品種登録した⁹⁾。

徳島県内のレンコンの施肥体系は、山本ら¹¹⁾が1977年に報告した‘備中’の収穫時の養分吸収量を根拠として施肥設計されている。しかし、その報告で明らかにされているのは収穫時の養分吸収量のみであることから、肥料の年間施用量は算出可能であるが、生育時期別施用量は不明である。さらに、現状の施肥設計では生育初期の肥料成分過剰による植え傷みや生育後期の肥料成分欠乏による収量低下の懸念があることから、生育時期別の養

* 現徳島県農林水産政策課

分吸収量に応じた合理的な施肥設計が望まれている。また、早生品種である‘阿波白秀’は、‘備中’とは異なる養分吸収特性を示すと推測されるが、その根拠となる生育時期別の養分吸収量は‘備中’と同様に明らかでない。

以上のように両品種とも生育時期別の養分吸収量は明らかでなく、加えて近年では地球温暖化による生育の前進や春先の温度上昇等という背景もあり、施肥設計の見直しも望まれている。

そこで筆者らは、徳島県のレンコン栽培の合理的な施肥技術の開発に向けた基礎的データを得ることを目的に、‘阿波白秀’および‘備中’両品種の生育時期別の乾物生産および養分吸収量を調査し、両品種の養分吸収特性を明らかにしたので報告する。

材料および方法

1 耕種概要

試験は2019～2020年に徳島県立農林水産総合技術支援センター（名西郡石井町）内の硬質プラスチック温室（暴風時以外天窓および側窓は開放状態）内のコンクリート枠（1枠3m²）で実施した。

植付、収穫、掘り取りは第1表のとおりに行った。具体的には、2019年は4月8日に‘阿波白秀’、4月10日に‘備中’をそれぞれ5枠ずつ、1枠につき種レンコン2個を植え付けた。5月10日に全枠から各1個の種レンコンを抜き取り、1枠当たり1個の種レンコンとなるようにした。その後、約1か月毎（6月10日、7月3日、8月6日、9月9日、10月21日）に1枠の植物体を掘り取った。‘阿波白秀’は9月9日、‘備中’は10月21日を収穫とした。2020年も同様に3月27日に‘阿波白秀’、4月7日に‘備中’をそれぞれ5枠ずつ、1枠につき種レンコン2個を植え付けた後、5月7日に全枠から各1個の種レンコンを抜き取った。その後、約1か月毎（6月3日、7月2日、8月5日、9月

9日、10月20日）に1枠の植物体を掘り取った。‘阿波白秀’は9月9日、‘備中’は10月20日を収穫とした。施肥は第2表のとおりに行った。

第1表 植付、収穫、掘り取りのスケジュール

		2019年	2020年
植付	‘阿波白秀’	4月8日	3月27日
	‘備中’	4月10日	4月7日
収穫	‘阿波白秀’	9月9日	9月9日
	‘備中’	10月21日	10月20日
掘り取り	1回目	5月10日	5月7日
	2回目	6月10日	6月3日
	3回目	7月3日	7月2日
	4回目	8月6日	8月5日
	5回目	9月9日	9月9日
	6回目	10月21日	10月20日

2 気象データの取得

日平均気温は温室内の地面から高さ150cmおよび温室外の地面から高さ60cmにデータロガー（商品名：おんどとりTR-52i（T&D社））を設置し、計測した。日照時間は徳島地方気象台（徳島市大和町）の観測データを利用した。

3 生育時期別の乾物生産および養分吸収特性

両品種の生育時期別の乾物生産および養分吸収特性を以下の方法で測定し、部位別の乾物重量および養分吸収量を株当たりに換算して表した。

（1）乾物重量

5月から10月まで約1か月毎に掘り取った植物体をよく水で洗浄した後、葉（葉身および葉柄）、地下茎のうち肥大茎を除いた部分（以下、地下茎とする）、肥大茎の部位別に分けた。その後、サンプルを細断した後、60℃で48時間以上通風乾燥させて乾物重を測定した。

（2）養分吸収量

第2表 試験区の施肥設計

	施用月日		施肥量(kg/10a)			施用内容(10a当たり)
	2019年	2020年	窒素	リン酸	加里	
土壌消毒	1月31日	1月30日	16	0	0	石灰窒素80kg
基肥	3月20日	3月23日	19	33	23	スーパーレンコン [※] 192kg+米太郎 ^{※※} 300kg
追肥	5月29日	5月27日	10	11	18	スーパーレンコン96kg+ケイ酸加里30kg
合計			45	44	41	

※スーパーレンコンの原材料：ケイ酸加里，スーパーIB，リン酸二安，リンスター，塩化加里，硫安，FTE

※※米太郎の原材料：シリコマンガニ鉱さい，ようりん，含鉄資材

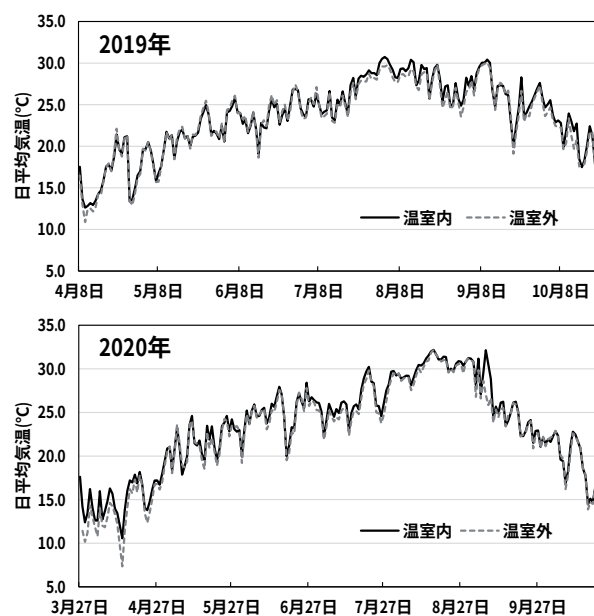
乾物重を測定した後の試料を粉碎し、部位別の養分含量（窒素、リン、カリウム）を常法¹⁰⁾で測定した。具体的には、窒素は乾燥粉碎物を乾式燃焼法で、リンは比色法で、カリウムは原子吸光光度法で測定した。各養分含量は乾物中の絶対合量とし、株当たりの吸収量に換算して表した。

結果および考察

1 気象条件

(1) 日平均気温の推移

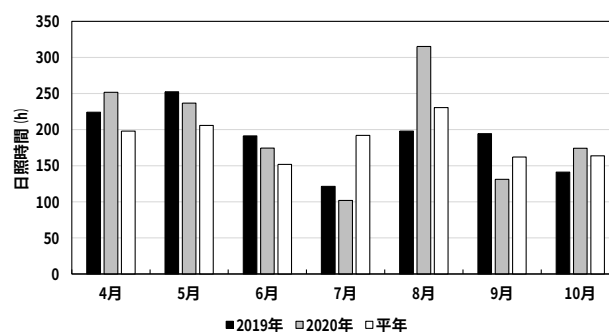
栽培期間(4月～10月)中の温室内および温室外の日平均気温の推移を第1図に示す。2019年は温室内の日平均気温は温室外と比較して8月で0.7℃程度、10月で0.8℃程度高かった。2020年は温室内の日平均気温は温室外と比較して4月で1.2℃程度、7月と9月で0.7℃程度高かった。本試験は温室内で栽培したため、露地栽培よりも気温が高く、生育が若干前倒しになったと推測される。



第1図 温室内および温室外の日平均気温の推移

(2) 日照時間の推移

栽培期間中の月毎の日照時間の推移を第2図に示す。4月から6月は2年間ともに平年値を上回った。7月は2年間ともに平年値を大きく下回った。8月は2019年が平年値を下回り、2020年は平年値を大きく上回った。2019年は生育旺盛期の7月や8月の日照時間が少なかったことから、2020年と比較して生育に遅れが生じたと推測される。



第2図 月毎の日照時間の推移

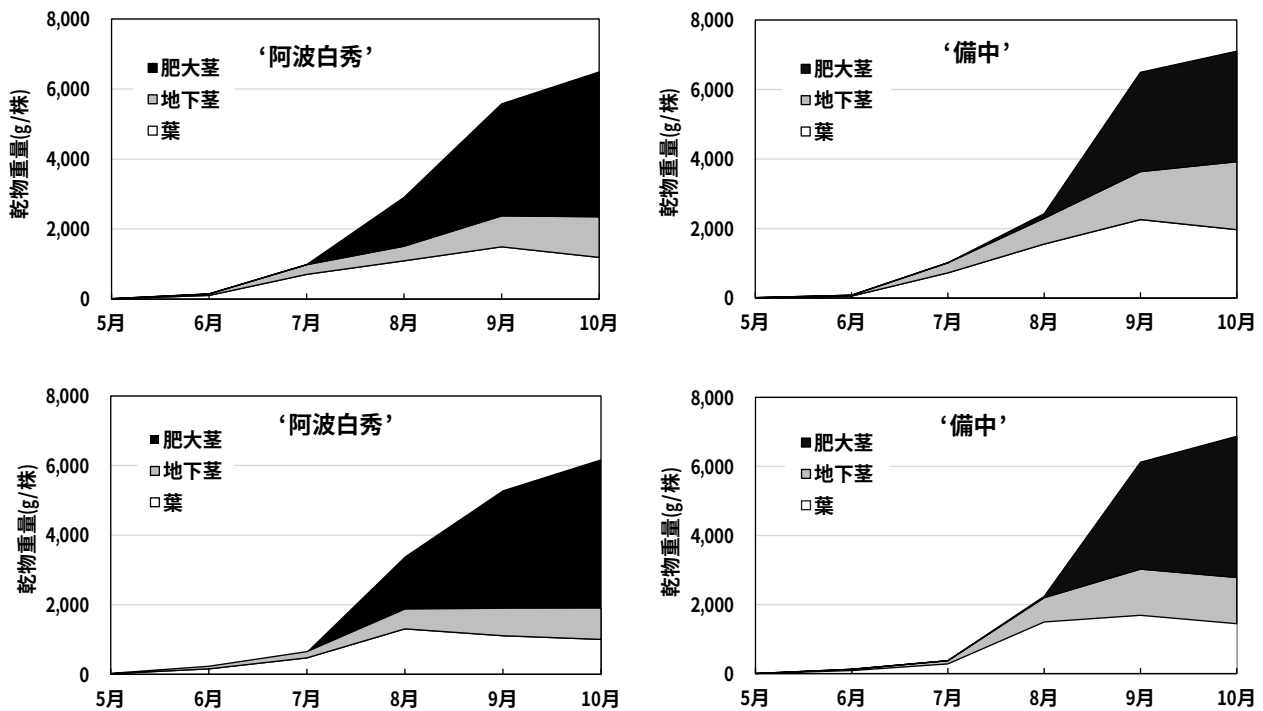
両品種の乾物重量の推移を第3図に示す。株全体をみると、2019年および2020年ともに、5月から6月にかけては、乾物重は極めて少なく、7月から9月にかけて急激に乾物重が増加した。部位別にみると、まず葉の乾物重が増加し、次に地下茎、肥大茎の順に増加した。品種別にみると、‘阿波白秀’は7月までは葉を中心に乾物重は増加し、7月から10月にかけては肥大茎を中心に急激に乾物重は増加した。一方、‘備中’では8月までは葉を中心に乾物重が増加し、8月から10月にかけて急激に肥大茎の乾物重が増加した。また、葉の乾物重のピーク時期を品種別にみると、‘阿波白秀’は2019年が9月、2020年は8月、‘備中’は2年間ともに9月であった。‘阿波白秀’は早生品種であるため、本来の葉の乾物重のピーク時期は8月頃と考えられたが、2019年は生育旺盛期にあたる7月から8月の日照時間が少なかった（第2図）ことで、葉の生育が遅れたためピーク時期が9月になったと推測される。一方で、‘備中’は晩生品種であるため、本来の葉の乾物重のピーク時期も9月頃と考えられ、2019年の7月から8月の低日照が葉の乾物重のピーク時期に与える影響は小さかったと考えられる。また、両品種の肥大茎の乾物重が増加する時期を比較すると、‘阿波白秀’が7月から、‘備中’が8月から増加しており、‘阿波白秀’の方が1か月程度早いことから、‘阿波白秀’の早生性が確認された。

(2) 窒素

両品種の株全体の窒素吸収量の推移を第4図に、部位別の窒素吸収量の推移を第5図に示す。株全体をみると、両品種および2年間ともに、5月は窒素吸収量が少なく、6月から9月にかけて旺盛に吸収量が増加した（第4図）。部位別にみると、葉の窒素吸収量は2019年が9月まで増加し、9月以降減少したが、2020年は8月まで増加し、8月以降減少した（第5図）。肥大茎の窒素吸収量は、2年

2 生育時期別の乾物生産および養分吸収特性

(1) 乾物生産



第3図 ‘阿波白秀’および‘備中’の部位別の乾物重量の推移
上段は2019年、下段は2020年を示す。

間ともに‘阿波白秀’は7月以降、‘備中’は8月以降、急激に増加した（第5図）。品種別にみると、‘阿波白秀’および‘備中’の株全体の窒素の吸収時期は2019年がほぼ同等で、2020年も種レンコンの植付時期が‘阿波白秀’の方が‘備中’よりも11日早い（第1表）ことを考慮すると、ほぼ同等であった（第4図）。また肥大茎の窒素吸収開始時期を品種別に比較すると、‘阿波白秀’は7月である一方、‘備中’は8月であり、‘阿波白秀’の方が1か月程度早かった（第5図）。

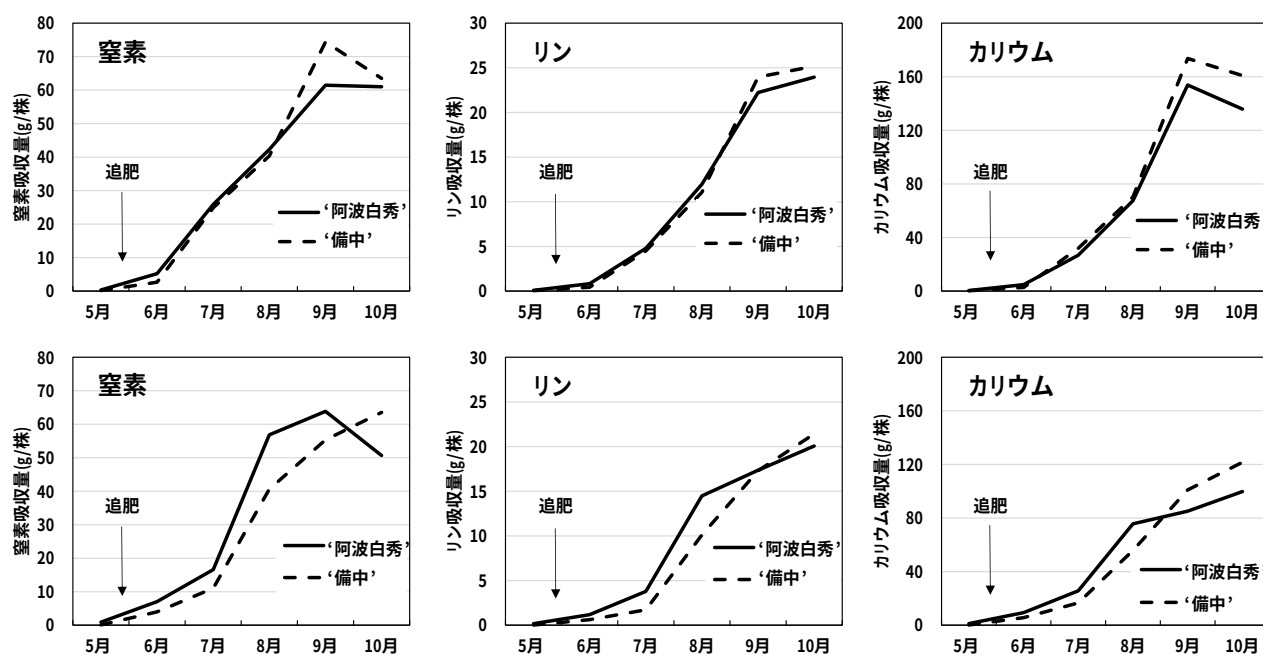
レンコンは生育旺盛期に葉を繁茂させて、地下茎充実期以降に葉で生産した同化産物を地下茎に転流させることで肥大茎を充実させることが知られている^{3), 4), 7)}。このことを考慮すると、本試験の供試品種である‘備中’は先行研究と同様に、窒素を一旦葉に蓄積した後に肥大茎に転流させる一方で、‘阿波白秀’は葉を生育させると同時に窒素を肥大茎に転流させていると考えられる。このように養分転流特性が品種間で異なることによって、肥大茎の窒素吸収開始時期に品種間差が生じたと考えられる。

収穫時の株全体の窒素吸収量を第6図に示す。‘阿波白秀’および‘備中’の収穫時の窒素吸収量は2年間ともにほぼ同等であった。山本ら¹¹⁾による‘備中’の株全体の最終的な窒素吸収量は、10a当たり9.8kgであった。

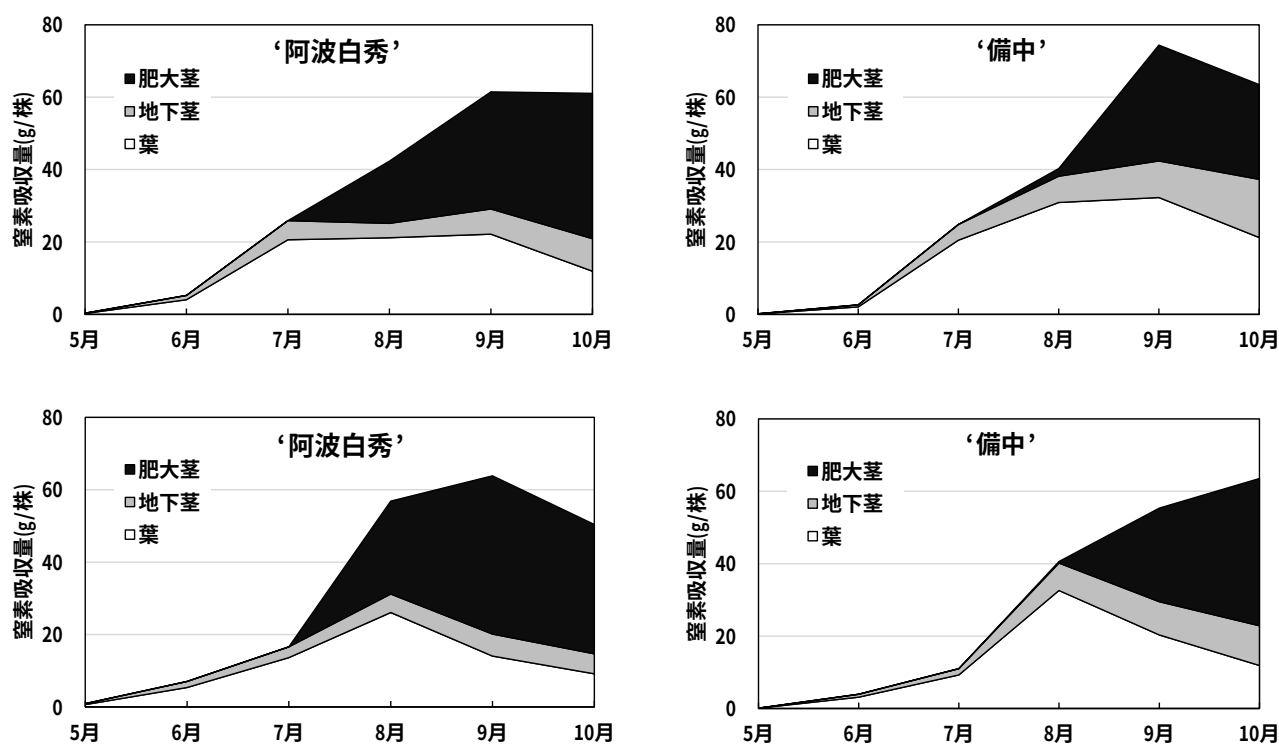
今回の結果を株当たりから10aあたりに換算すると2年間ともに10aあたり21.2kgであり、山本ら¹¹⁾による報告を大きく上回った。これは、山本ら¹¹⁾の試験が一般ほ場で行われたのに対し、本試験が3m²の肥料の流亡のない枠試験であったため、単位面積当たりのレンコンの生育が旺盛になり、乾物重量が増したためと考えられる。

(3) リン

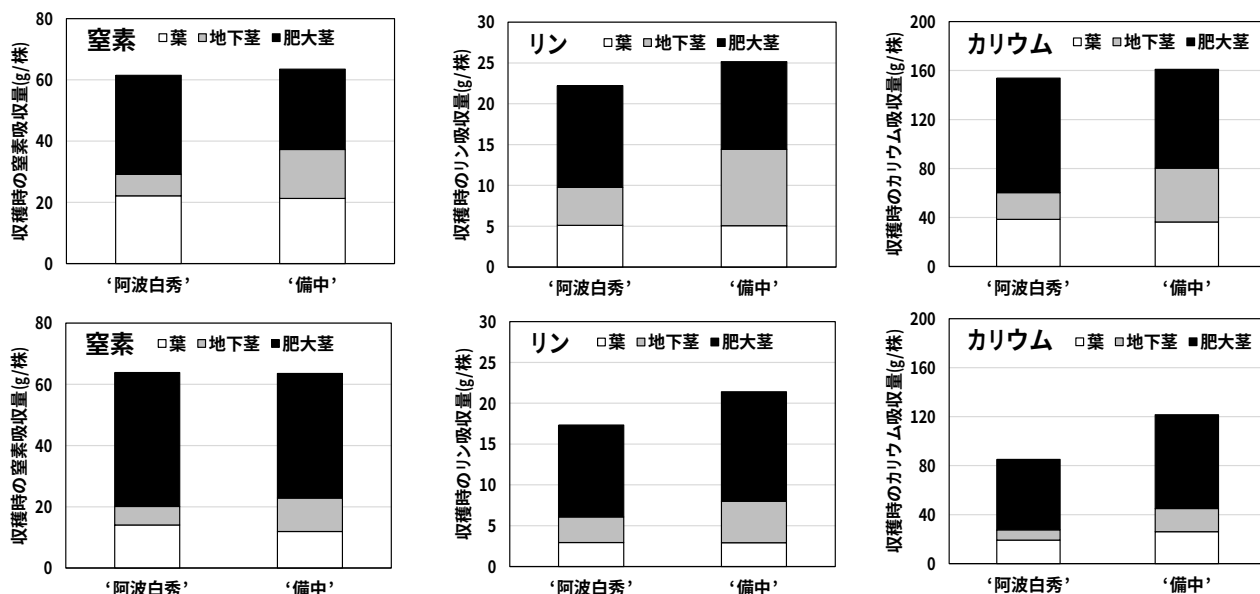
両品種の株全体のリン吸収量の推移を第4図に、部位別のリン吸収量の推移を第7図に示す。株全体をみると、2年間ともに5月はリン吸収量が少なく、6月から10月にかけて旺盛に吸収量が増加した（第4図）。部位別にみると、葉の吸収量は2019年が9月まで増加し、9月以降減少したが、2020年は8月まで増加し、8月以降減少した（第7図）。肥大茎の吸収は2年間ともに‘阿波白秀’は7月以降、‘備中’は8月以降、急激に増加した（第7図）。リンは窒素よりも地下茎や肥大茎といった地下部に多く含有された。この傾向は小田部・飯村⁷⁾が報告した‘金澄20号’、‘金澄34号’でみられた傾向と同様であった。品種別にみると、‘阿波白秀’および‘備中’の株全体のリンの吸収時期は2019年がほぼ同等で、2020年も種レンコンの植付時期を考慮するとほぼ同等であった（第4図）。また肥大茎のリン吸収開始時期を品種別に比較す



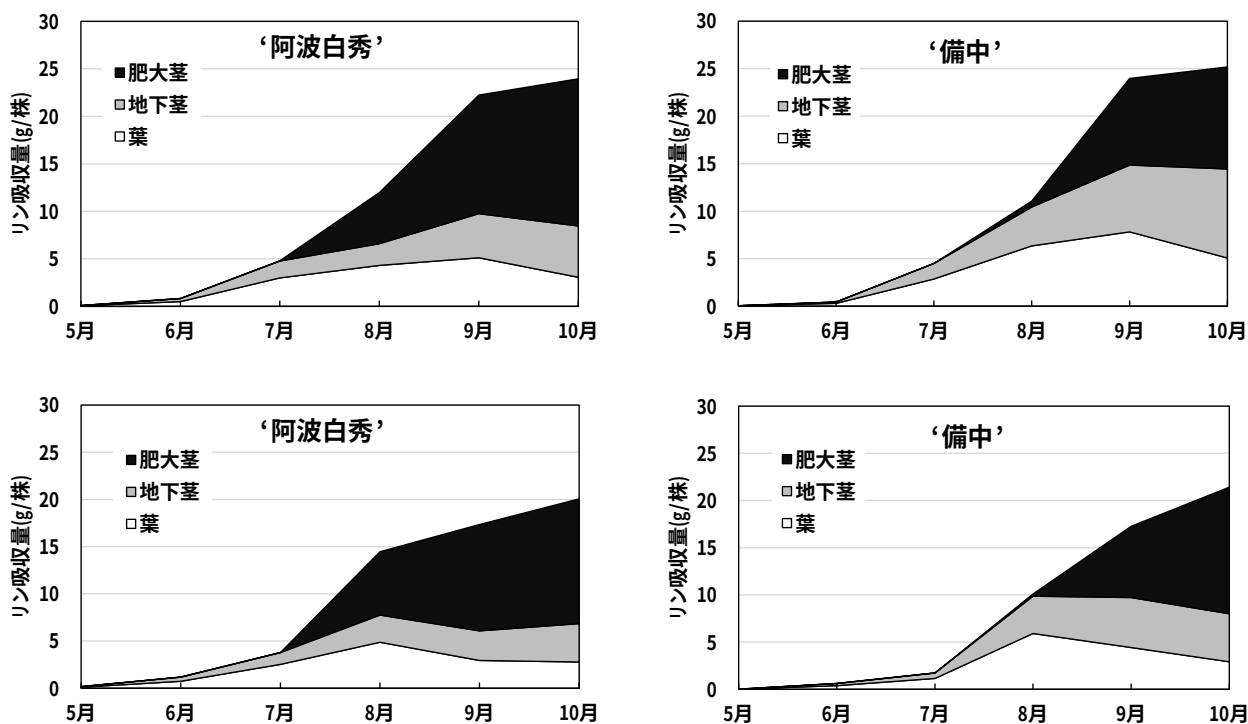
第4図 ‘阿波白秀’および‘備中’の株全体の窒素、リン、カリウム吸収量の推移
上段は2019年、下段は2020年を示す。



第5図 ‘阿波白秀’および‘備中’の部位別の窒素吸収量の推移
上段は2019年、下段は2020年を示す。



第6図 ‘阿波白秀’および‘備中’の収穫時の窒素、リン、カリウムの株全体の吸収量
上段は2019年、下段は2020年を示す。



第7図 ‘阿波白秀’および‘備中’の部位別のリン吸収量の推移
上段は2019年、下段は2020年を示す。

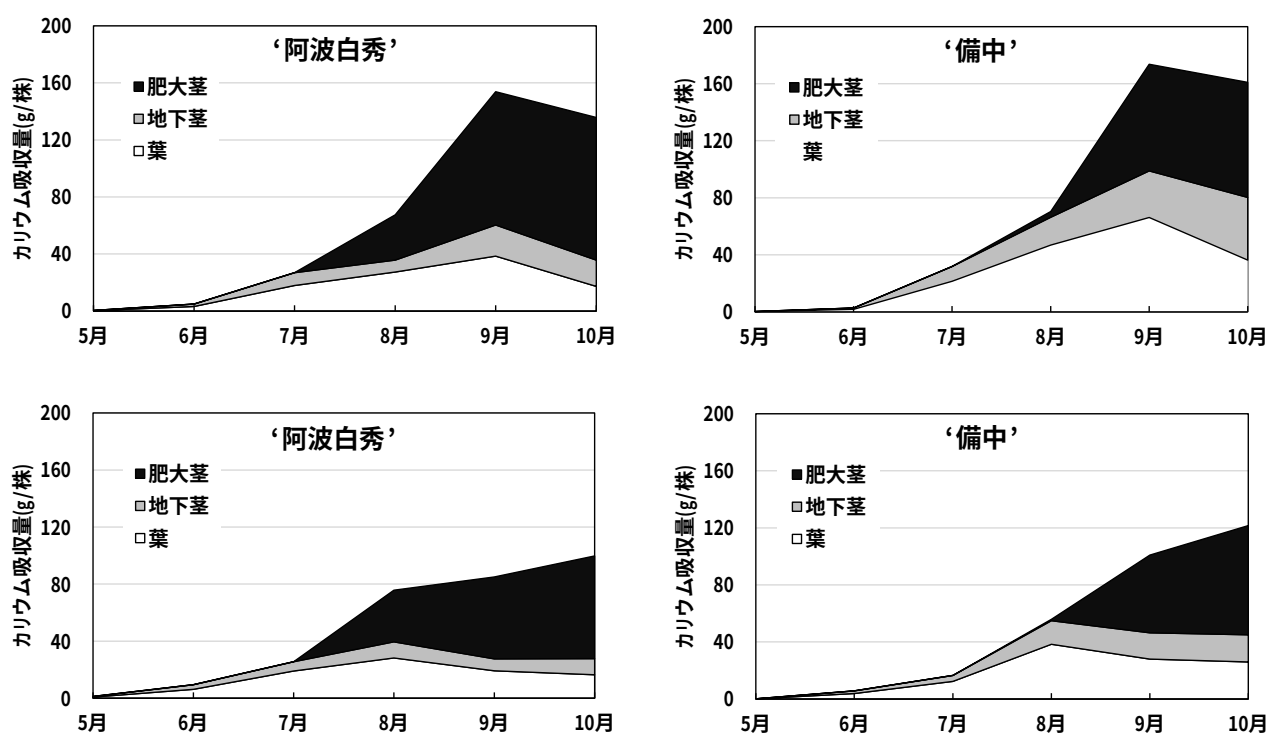
ると、窒素と同様に、‘阿波白秀’は7月である一方、‘備中’は8月であり、‘阿波白秀’の方が1か月程度早かった（第7図）。肥大茎のリン吸収開始時期の品種間差の原因は、窒素と同様に、養分転流特性が品種間で異なるためと考えられる。

収穫時のリン吸収量を第6図に示す。‘阿波白秀’は‘備中’よりも収穫時のリン吸収量が2019年で1割程度、2020年で2割程度少なかった。山本ら¹¹⁾による‘備中’

の株全体の最終的なリン吸収量は、10a当たり1.9kgであり、今回の結果（2019年は10a当たり8.4kg、2020年は10a当たり7.1kg）が大きく上回った。その原因は窒素と同様に本試験が3m²の肥料流亡のない枠試験であったためと考えられる。

(4) カリウム

両品種の株全体のカリウム吸収量の推移を第4図に、



第8図 ‘阿波白秀’および‘備中’の部位別のカリウム吸収量の推移
上段は2019年，下段は2020年を示す。

部位別のカリウム吸収量の推移を第8図に示す。株全体をみると、2年間にともに5月はカリウム吸収量が少なく、2019年は6月から9月にかけて、2020年は6月から10月にかけて旺盛に吸収量が増加した（第4図）。部位別にみると、葉の吸収量は2019年が9月まで増加し、9月以降減少したが、2020年は8月まで増加し、8月以降減少した（第8図）。肥大茎の吸収量は‘阿波白秀’は7月から9月にかけて、‘備中’は8月以降急激に増加した（第8図）。リンと同様にカリウムは地下茎や肥大茎といった地下部に多く含有されており、この傾向は小田部・飯村⁷⁾が報告した‘金澄20号’、‘金澄34号’でみられた傾向と同様であった。品種別にみると、‘阿波白秀’および‘備中’の株全体のカリウム吸収時期は、2019年はほぼ同等で、2020年も種レンコンの植付時期を考慮するとほぼ同等であった（第4図）。また肥大茎のカリウム吸収開始時期を品種別に比較すると、窒素やリンと同様に、‘阿波白秀’は7月である一方、‘備中’は8月であり、‘阿波白秀’の方が1か月程度早かった（第8図）。肥大茎のカリウム吸収開始時期の品種間差の原因は、窒素やリンと同様に、養分転流特性が品種間で異なるためと考えられる。

収穫時のカリウム吸収量を第6図に示す。2019年は‘阿波白秀’および‘備中’で収穫時のカリウム吸収量

は同等であったが、2020年は‘阿波白秀’が‘備中’よりも3割程度少なかった。山本ら¹¹⁾による‘備中’の株全体の最終的なカリウム吸収量は10a当たり12.9kgであり、窒素やリンと同様に、今回の結果（2019年は10a当たり53.7kg、2020年は10a当たり40.5kg）は大きく上回った。その原因は窒素やリンと同様に本試験が3m²の肥料流亡のない枠試験であったためと考えられる。

（5）総合考察

小田部・飯村⁷⁾が報告した‘金澄20号’、‘金澄34号’の生育時期別の養分吸収特性と今回の‘阿波白秀’、‘備中’の結果を比較すると、窒素、リン、カリウムのいずれも6月までは養分吸収量は少なく、その後‘金澄20号’、‘金澄34号’は8月にかけて、‘阿波白秀’、‘備中’は9月にかけて旺盛に養分を吸収しており、‘阿波白秀’、‘備中’の方が‘金澄20号’、‘金澄34号’よりも養分吸収時期が長期間にわたる可能性が示唆された。‘金澄20号’は収穫時期が9～10月の中早生品種、‘金澄34号’は収穫時期が7～10月の早生品種とされており²⁾、生育の早さが養分吸収時期の早さに影響を及ぼしたと考えられる。

本試験は温室内の3m²のコンクリート枠に1株の種レンコンを植え付けて栽培が行われたが、実際の普通栽培に

おいては条間3～4m、株間0.7～1mで植付が行われるのが一般的である¹⁾。栽植密度自体は、今回の枠試験と普通栽培はほとんど変わらないが、普通栽培では地下茎の分布範囲は主茎頂を頂点とし、種レンコンを底辺の中央に位置する約40m²の三角形になるといわれている⁸⁾。枠でレンコンを栽培する場合、地下茎が伸長して枠の壁にあたると、横に曲がって伸長するため、枠内での地下茎や葉の密度は障壁のない普通栽培よりも高くなる。そのため、枠試験では普通栽培よりも単位面積当たりの乾物重量が大きくなり、その結果、単位面積当たりの養分吸収量も大きくなる。また本試験で使用した枠では肥料の流亡がないため、本来は流亡していたはずの肥料成分も吸収された可能性がある。それゆえ、本試験結果を現地に適用するためには、乾物重量や養分吸収量を今回の結果よりも低く見積もる必要があり、適正な施肥量を設計するためには、現地ほ場で行うさらなる検証が必要であると考えられる。

本試験からは‘阿波白秀’、‘備中’ともに6月までは養分吸収量が少なく、その後9月にかけて養分吸収量が旺盛になることが明らかになった。現在の施肥体系は3月に基肥、5月下旬に追肥を施用する体系か、3月に基肥一発肥料を施用する体系が主である¹⁾。本試験の結果から5月まではほとんど肥料を吸収せず、6月から徐々に吸収され始めることが明らかになった。このことから、3月から5月までは肥料の供給を抑え、6月から9月にかけて肥料を供給させるのが合理的な施肥であると考えられる。このような施肥設計を実現するためには、6月から9月に焦点を合わせた分施あるいは肥効調節型肥料の利用が有効であると考えられる。ただし、分施を行う場合は、地下部では茎が伸長し、地上部では茎葉が繁茂するレンコン田に人が入って追肥するのは困難であるため、水口からの流し込み追肥やドローンを用いた追肥技術を活用することが対策として考えられる。また肥効調節型肥料を利用する場合、マイクロプラスチック問題を考慮しなければならない。これまでは、肥効調節型肥料としてLPコート等の被覆肥料が主に用いられてきたが、使用後の被膜殻がほ場から海洋に流出することが懸念されており⁵⁾、これからは被覆肥料を使用しない施肥体系を検討する必要がある。

一方で、‘阿波白秀’および‘備中’の株全体の養分吸収時期はほぼ同等である（第4図）ことから、追肥や肥効調節型肥料の溶出の時期は同じでよいと考えられる。

各肥料成分の最終的な吸収量（第6図）と施肥量（第2表）を比較すると、窒素（株当たりの施肥量135.0g）とリン（株当たりの施肥量57.6g）の吸収量は施肥量の半分以下であり、利用率が低いことが明らかになった。本試験は枠試験であるが、一般ほ場でレンコンを栽培すると、単位面積当たりの乾物重量の低下や肥料の流亡が起こるため、枠試験よりも肥料の利用率はさらに低くなると考えられる。このことから、窒素とリンに関しては、減肥できる可能性が示唆された。一方で、カリウムは、株当たりの施肥量は102.1gであり、2020年の‘阿波白秀’の吸収量は施肥量よりも少ないが、2019年の‘阿波白秀’および‘備中’、2020年の‘備中’の吸収量は施肥量よりも多く、カリウムの吸収量には年次間差がみられた。カリウムは、必要量以上に養分が吸収される現象、すなわち贅沢吸収が起こりやすい成分と一般的にいられており、必ずしも吸収量が必要量ではないことから、適正施肥量を検討する上では注意が必要であると考えられる。

摘 要

本県のレンコン新品種‘阿波白秀’および主力品種‘備中’の生育時期別の乾物生産および養分吸収量を調査した。その結果から、①レンコンの施肥設計としては、6月から9月に焦点を合わせた分施あるいは肥効調節型肥料の利用が有効であること、②株全体の養分吸収時期はほぼ同等であることから、追肥や肥効調節型肥料の溶出の時期は両品種とも同じでよいこと、③肥大茎の乾物重量および養分吸収量の増加は‘阿波白秀’の方が‘備中’よりも1か月程度早い、この原因は葉から肥大茎への養分転流の時期が‘阿波白秀’の方が早いためであること、④窒素とリンは施用量に対して吸収量が半分以下であることから減肥できる可能性があること、以上の4点が考えられた。

引用文献

- 1) JA/JA全農とくしま（2020）：れんこん栽培基準。徳島県野菜生産指針一覧，43～44。
- 2) 金坂孝澄（2010）：レンコン品種，金澄20号・34号・36号の育成．農林水産ジャーナル，3（2）3：16～19。
- 3) 小松鋭太郎・篠崎佳信・石塚由之（1981）：食用ハスの生育経過と養分吸収．茨城園試報，9：7～22。
- 4) 南川勝次（1963）：食用蓮に関する研究．佐賀農試

研報, 4: 18~21.

- 5) 農林水産省 (2022) : プラスチック被覆肥料の被膜
殻の流出防止について.
[https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/
s_hiryo/hihuku_hiryo_taisaku.html](https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryo/hihuku_hiryo_taisaku.html)
- 6) 農林水産省 (2022) : 作況調査 (野菜) .
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/
sakumotu/sakkyou_yasai/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/index.html)
- 7) 小田部裕・飯村強 (2015) : 茨城県におけるレンコ
ン主要品種の乾物生産および養分吸収特性. 土肥誌,
86 (4) : 283~289.
- 8) 尾崎行生 (2013) : レンコン基礎編生育のステージ
と生理, 生態. 農業技術体系野菜編. 農文協 (東
京) . 10. 追録, 38: 16~17.
- 9) 篠原啓子・山本真也・佐藤章裕・津田毅彦・吉原均
・佐藤泰三・沢田英司・板東一宏・村井恒治 (2021)
: レンコン新品種‘阿波白秀’の育成とその特性.
徳島農技セ研報, 8: 9~16.
- 10) 徳島県 (1997) : 土壌および作物栄養の分析法 (第10
次改訂) , 146~151.
- 11) 山本英記・美馬克美・川口公男・後藤恭 (1977) : ハ
スの養分吸収量. 徳島農試研報, 15: 7~14.