

水稻新品種「粒すけ」の優れた玄米外観品質，食味及び収量性を引き出す生育目標と栽培法

西川英輝*1・太田黒駿*2・太田和也*3・西川康之

キーワード：水稻，粒すけ，生育目標，窒素施用方法，栽植密度

I 緒 言

千葉県における主食用の水稻の作付面積は、2022年で47,700haであり、全国順位が9位となっている（千葉県，2023）。本県における水稻栽培の特徴の一つは、温暖地早期栽培が広く普及していることであり、このため、米の収穫時期が関東地方で最も早い。県独自の品種育成にも力を入れており、近年では早生品種の「ふさおとめ」（渡部ら，1998）及び中生品種の「ふさこがね」（西川ら，2006）が育成された。両品種の作付面積は、県全体のそれぞれ10%及び25%を占め（千葉県，2023），市場からも一定の評価を得ている。一方で、晩生品種の「コシヒカリ」の作付面積は、県全体の53%を占めており、晩生品種に限れば93%を占める。

近年、「コシヒカリ」は登熟期後半から収穫期にあたる8月中旬～9月上旬の台風や長雨により、倒伏の発生が著しい。このことから、収穫作業の効率低下、更には収穫不能となる事例も見られ、晩生品種を生産する上で大きな問題となっている。このため、千葉県は、倒伏に強く、玄米外観品質に優れ、良食味な晩生品種の育成を推進した。そして、2018年度に「粒すけ」が育成され（千葉県・千葉県農林水産技術会議，2021），2020年に一般栽培が開始された。

「粒すけ」の熟期は、「コシヒカリ」と同じく千葉県における晩生熟期であり、出穂期、成熟期ともに、「コシヒカリ」と同等である。「粒すけ」の玄米外観品質及び食味は「コシヒカリ」と同等以上であり、「コシヒカリ」と比べて大粒である。また、同じ窒素施用量でも、精玄米重が「コシヒカリ」と比べてやや重く、収量性に優れる。

「粒すけ」の耐倒伏性は“やや強”であり、「コシヒカリ」の“極弱”と比べて優れる。このため、倒伏による光合成や転流の阻害が生じにくいと考えられ（太田ら，2022），品質や収量が低下するリスクが少ない。これら「粒すけ」

の優れた品種特性を生かすことで、台風等による晩生品種の品質及び収量の低下を軽減できると考えられる。

新品種を速やかに普及させるためには、生育目標の策定や土壌の種類に応じた窒素施用方法等の栽培法の確立が欠かせない。また、近年頻発している出穂期以降の高温は、白未熟粒を増加させ、玄米外観品質を低下させることが知られている（千葉県，2019，松本ら，2008）。「粒すけ」の高温登熟性は「コシヒカリ」並みであり（千葉県・千葉県農林水産技術会議，2021），その生育目標と栽培方法の策定に当たっては、年次や土壌の種類によらず目標とする玄米外観品質を達成できる必要がある。そこで、本研究では、千葉県における移植盛期である4月下旬移植を想定し、「粒すけ」の優れた玄米外観品質，食味及び収量性をバランス良く引き出すため、土壌の種類ごとに最適な生育目標，窒素施用方法及び栽植密度を明らかにする。

II 材料及び方法

水稻の玄米外観品質の目標の一つは、農産物検査における1等相当である。1等の基準は整粒歩合70%以上であるため（農林水産省，2001），「粒すけ」の玄米外観品質の目標を整粒歩合75%以上とした。この目標を年次や土壌の種類によらず達成できる生育目標，窒素施用方法及び栽植密度を明らかにするため、以下の試験を実施した。

1. 生育ステージごとの生育目標の解明（試験1）

試験期間は2015～2019年とし、試験場所を千葉県農林総合研究センター水稻・畑地園芸研究所水田利用研究室（香取市），同水稻温暖化対策研究室（千葉市）及び現地（鴨川市）の圃場とした。各試験場所の土壌分類は、記載順に中粒質斑鉄型グライ低地土（作土層の土性：砂壤土，以下，同じ），細粒質斑鉄型グライ低地土（埴壤土），細粒質斑鉄型グライ低地土（埴土）である（以下，各試験場所を砂質土水田，壤質土水田，粘質土水田と記述する）。

試験区の構成は、各試験場所において「粒すけ」の生育量を変えるため、基肥窒素量を変えた数区を設けた。具体的には、砂質土水田では基肥窒素量を10a当たり0, 3, 6及び9kgとする4区を、壤質土水田では基肥窒素量を10a

2023年9月5日受領 (Received September 5, 2023)

2024年月日登載決定 (Accepted March 4, 2024)

*1 現 千葉県印旛農業事務所

*2 現 千葉県夷隅農業事務所

*3 現 千葉県庁担い手支援課

当たり0, 1.5, 3, 6及び9kgとする5区を、粘質土水田では基肥窒素量を10a当たり2kgとする1区を設けた。また、2016年は砂質土水田0kg区及び壤質土水田1.5kg区を設置しなかった。試験は1区2反復とし、試験区の規模は、1区画砂質土水田が29m²、壤質土水田が31～34m²、粘質土水田が131m²である。

播種日は、砂質土水田及び壤質土水田が3月31日、粘質土水田が3月18日とした。移植日は、砂質土水田及び粘質土水田が4月21日、壤質土水田が4月20日とした。栽植密度は、砂質土水田が17.8～17.9株/m²、壤質土水田が18.8～19.3株/m²、粘質土水田が16.0株/m²であった。一株植付本数は、砂質土水田が4.5～4.9本/株、壤質土水田が4.1～4.5本/株、粘質土水田が5.1本/株であった。中干しは、移植約40～45日後に開始し、幼穂形成期頃まで行った。

穂肥窒素量は、砂質土水田及び壤質土水田が全区で3kg/10a、粘質土水田が2kg/10aとし、出穂期前18日（幼穂長平均1cm）に施用した。砂質土水田及び壤質土水田におけるりん酸及び加里の施用量は、基肥が両成分とも8kg/10aとし、穂肥が加里のみ3kg/10aとした。粘質土水田では、基肥がりん酸5.2kg/10a、加里3.2kg/10aとし、穂肥が加里3kg/10aとした。

生育調査の規模は、砂質土水田及び壤質土水田が各区で2地点を選定して各10株とし、粘質土水田が各区で2地点を選定して各20株とした。調査項目は、幼穂形成期が草丈、茎数及び葉色（SPAD502plus, ミノルタ社製）、成熟期が稈長、穂長、穂数及び倒伏程度とした。倒伏程度は0（無）～5（甚）の6段階で評価した。

収量及び収量構成要素の調査は、砂質土水田及び壤質土水田は各試験区の調査地点の2か所で、粘質土水田は調査地点の2か所と、生育中庸な1か所を加えた3か所で実施した。収量調査の方法は、1地点当たり60株を刈り取り、風乾後に脱穀し、籾摺りして得られた玄米の粒厚1.8mm以上を精玄米とした。精玄米重及び玄米千粒重は水分含有率15%換算の値を示した。収量構成要素の調査方法は、生育調査株のうち平均穂数株5株を抜き取って、一穂籾数を調査し、平方メートル当たりの穂数を乗じて平方メートル当たりの籾数（以下、m²当たり籾数）を求めた。

玄米外観品質は、穀粒判別機（RN500, Kett社製）を用いて判別後に、農産物検査規程に則って目視で補正し、整粒歩合を求めた。

精玄米の粗タンパク質含有率（以下、玄米タンパク）は、燃烧元素分析装置（スミグラフNC・TR22, 住化分析センター社製）により全窒素含有率を測定し、タンパク質換算係数5.95を乗じ、乾物当たりの値で示した。

食味官能評価の試料調製は、精玄米を試験用精米機（ライスパル, 山本製作所製）により精米歩合が約90%となるように搗精し、重量の1.38倍の水を加えて炊飯した。

また、評価時の基準米は、砂質土水田及び壤質土水田において標準的な肥培管理で生産された「コシヒカリ」の精玄米を等量混合したものとした。官能試験のパネルは、千葉県農林総合研究センターの職員で、各回7～12人で実施した。食味官能評価の評価方法は、総合、外観、香り及び味を・3（不良）～3（良）、粘りを・3（弱い）～3（強い）、硬さを・3（軟らかい）～3（硬い）の7段階で評価し、平均値を評価とした。

生育目標の策定は、以下の手順で実施した。玄米外観品質は、m²当たり籾数と相関が高いことが知られていることから（太田・小山, 2003）、まず、整粒歩合が75%以上となるm²当たり籾数を決定した。次に、「粒すけ」の優れた品種特性である大粒、良食味及び多収性が確保できることを確認するため、m²当たり籾数を独立変数とする回帰式から玄米千粒重、玄米タンパク及び精玄米重を推定した。成熟期の生育目標の一つである穂数は、m²当たり籾数を従属変数とする回帰式から推定した。

幼穂形成期における生育目標は、上記の穂数を従属変数とする回帰式から茎数を、m²当たり籾数を従属変数とする回帰式から「茎数と葉色の積」を推定した。また、求められた「茎数と葉色の積」から茎数を除することで葉色を求めた。

回帰分析に用いたソフトは、Microsoft Excel 2019である。回帰式の有意性は、1%水準で有意な場合は図中に $p<0.01$ と記載した。

2. 土壌の種類別基肥窒素量の解明（試験2）

「粒すけ」の優れた品種特性を引き出すため、土壌の種類ごとに、適正な基肥の窒素施用量を明らかにすることを目的とした。

試験は2015年～2019年（但し、窒素吸収量の測定は砂質土水田及び壤質土水田が2017～2019年、粘質土水田が2018～2019年）に実施した。

試験区の構成は、試験1の試験区に加え、窒素施用量の幅をさらに広く設けるため、砂質土水田及び壤質土水田において無窒素区を設けた。また、粘質土水田2kg区に穂肥窒素無施用区を設けた。播種日と移植日は試験1と同様である。栽植密度は、砂質土水田が17.8～17.9株/m²、壤質土水田が19.0～19.3株/m²、粘質土水田が15.9～16.0株/m²であった。一株植付本数は砂質土水田が4.5～4.8本/株、壤質土水田が4.1～4.5本/株、粘質土水田が5.1～5.4本/株であった。中干しは、試験1と同様に実施した。

地上部の窒素吸収量は、以下の方法で求めた。成熟期に平均穂数株5株を抜き取り、生重が最大と最小の計2株を除いた3株について、根を切除し、90℃で48時間通風乾燥し、成熟期の地上部乾物重とした。さらに、粉碎後に燃烧元素分析装置（スミグラフNC・TR22, 住化分析センター社製）により窒素含有率を測定し、地上部乾

物重を乗ずることによって窒素吸収量とした。収量及び収量構成要素の調査は試験1と同様に実施した。

3. 穂肥の施用時期の解明（試験3）

最適な穂肥の施用時期を明らかにすることを目的に、基肥及び穂肥の窒素施用量を一定とし、穂肥の施用時期を変えて「粒すけ」の玄米外観品質、収量及び玄米タンパクを比較した。

試験は砂質土水田及び粘質土水田で2015～2018年に、壤質土水田で2015～2017年に実施した。試験区の構成は、施用時期を幼穂形成期（出穂期前25日）、出穂期前18日（幼穂長平均1cm）、出穂期前10日及び出穂期の4水準とし、1区2反復とした。ただし、砂質土水田の出穂期施用区は2017年～2018年のみ設けた。試験区の規模は、1区画砂質土水田が29m²、壤質土水田が34m²、粘質土水田が131m²である。穂肥窒素量は、「ふさおとめ」、「ふさこがね」及び「コシヒカリ」の施用量に準じて（千葉県、2019）、砂質土水田及び壤質土水田が3kg/10a、粘質土水田で2kg/10aとした。基肥窒素量は、砂質土水田が6kg/10a、壤質土水田が3kg/10a、粘質土水田で2kg/10aとした。

播種日と移植日は、砂質土水田の出穂期施用区の播種日が3月29日であること以外は試験1と同様である。栽植密度は砂質土水田が17.6～17.8株/m²、壤質土水田が18.7～19.2株/m²、粘質土水田が16.0～16.1株/m²であった。一株植付本数は、砂質土水田が4.2～4.5本/株、壤質土水田が4.2～4.3本/株、粘質土水田が5.1～5.4本/株であった。中干しは、試験1と同様に実施した。

生育調査、収量調査、玄米外観品質調査及び玄米タンパク調査は、試験1と同様である。

4. 栽植密度の解明（試験4）

現在広く普及している疎植栽培が、「粒すけ」の生育に与える影響を明らかにすることを目的に、同一の肥培管理条件で栽植密度を変えた「粒すけ」の生育、収量及び品質を比較した。

試験は、砂質土水田で2016～2019年、壤質土水田で2017～2019年に実施した。試験区の構成は、各試験場所において慣行区と疎植区を設けた。具体的な栽植密度は、砂質土水田の慣行区が17.7株/m²（条間30cm×株間約19cm）、疎植区が10.2株/m²（条間30cm×株間約33cm）であり、壤質土水田の慣行区が19.6株/m²（条間30cm×株間約17cm）、疎植区が12.2株/m²（条間30cm×株間約27cm）である。1区2反復とし、試験区の規模は、1区画砂質土水田が29～35 m²、壤質土水田が34m²である。播種日は、砂質土水田が3月30日、壤質土水田が3月31日とした。移植日は、砂質土水田が4月20日、壤質土水田が4月19日とした。一株植付本数は、砂質土水田が4.6～4.8本/株、壤質土水田が4.4～4.5本/株であった。中干しは、

試験1と同様に実施した。

基肥窒素量は、砂質土水田が6kg/10a、壤質土水田が3kg/10aである。穂肥は、窒素施用量を両試験場所とも3kg/10aとし、出穂期前18日（幼穂長平均1cm）に施用した。

生育調査、収量調査、収量構成要素調査及び玄米外観品質調査の方法は、試験1と同様である。

III 結果及び考察

1. 生育ステージごとの生育目標の解明（試験1）

(1)玄米外観品質からみた成熟期における「粒すけ」の生育目標

これまで、千葉県で育成された品種の生育目標は、収量性や倒伏程度が一定以上となるように設定されてきた。「粒すけ」の場合は、高温登熟性が「コシヒカリ」並みであるため、年次や土壌の種類によらず玄米外観品質（整粒歩合）が一定以上となることを優先して生育目標を設定した。

m²当たり粒数と整粒歩合との関係を第1図に示した。整粒歩合は、m²当たり粒数が多くなるに従って低下する傾向を示した。試験年及び土壌の種類によらず整粒歩合が75%以上となったのは、m²当たり粒数が31,000粒/m²以下のときであった。このことから、「粒すけ」の玄米外観品質の目標を維持できる最大の粒数（以下、最適粒数）は、31,000粒/m²と考えられた。

玄米千粒重は、m²当たり粒数が増加するに従って軽くなり、最適粒数の時は22.9gと推定された（第2図）。この値は、「コシヒカリ」の目標とする玄米千粒重の21.0gと比較して9%以上重く、「粒すけ」の大粒という品種特性が確保されると考えられた。

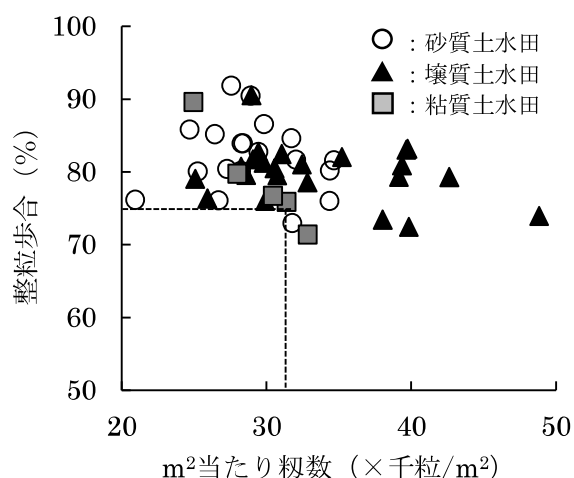
玄米タンパクは、m²当たり粒数が増加するに従って高くなり、最適粒数の時は7.1%と推定された（第3図）。また、玄米タンパクが6.6～7.2%の時の食味官能評価の総合値は、-0.09～0.14であったことから（第1表）、最適粒数の「粒すけ」の食味は評価時の基準米とした「コシヒカリ」並であることが確認された。

m²当たり粒数と精玄米重との関係から、最適粒数の時の精玄米重を推定すると、638kg/10aであった（第4図）。このことから、「粒すけ」の優れた玄米外観品質及び食味をバランス良く引き出す収量（目標収量）は630kg/10aと考えられた。

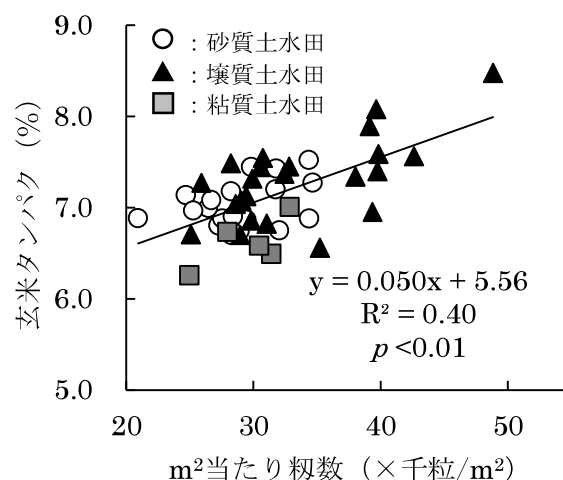
穂数と一穂粒数との関係を第5図に示した。壤質土水田及び粘質土水田では、穂数の増加に伴う一穂粒数の大きな減少は見られなかったが、砂質土水田では、穂数の増加に伴って、一穂粒数が減少する傾向が見られた。これは、砂質土水田が他の試験場所と比べて、幼穂形成期以降の土壌における窒素の発現が劣ったことが原因と推

察される。したがって、砂質土水田において最適籾数を確保するための目標穂数は、壤質土水田及び粘質土水田と比べて多くなると考えられた。そこで、砂質土水田と「壤質土水田及び粘質土水田」に分けて、目標穂数を最

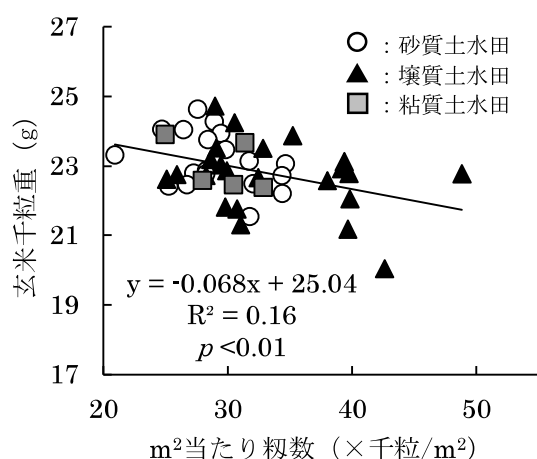
適籾数から推定した（第6図）。その結果、最適籾数の時の目標穂数は、砂質土水田が440本/m²、壤質土水田及び粘質土水田が400本/m²であった。



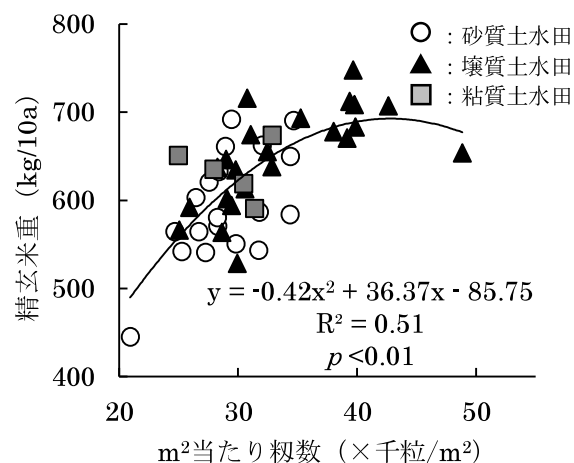
第1図 m²当たり籾数と整粒歩合との関係



第3図 m²当たり籾数と玄米中粗タンパク質含有率との関係



第2図 m²当たり籾数と玄米千粒重との関係



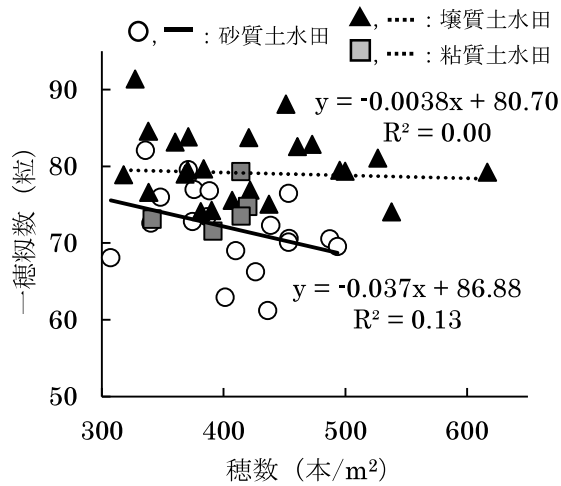
第4図 m²当たり籾数と精玄米重との関係

第1表 土壌の種類別の「粒すけ」の食味官能評価

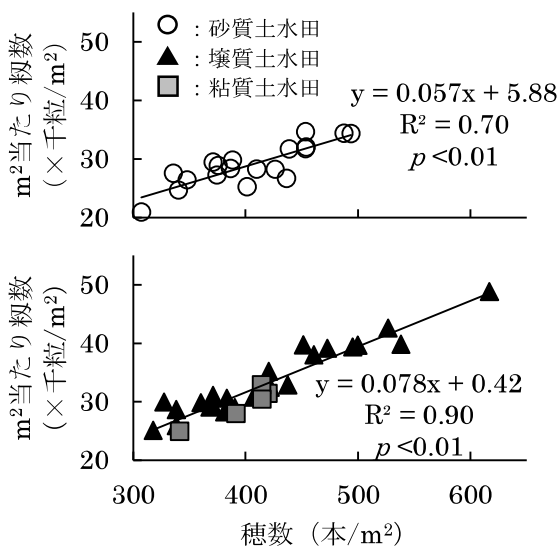
試験場所	基肥 窒素量 (kg/10a)	食味官能評価 ²⁾						玄米中 粗タンパク質 含有率 (%)
		総合	外観	香り	味	粘り	硬さ	
砂質土水田	6	0.14	0.30	-0.08	0.09	-0.01	-0.18	7.1
壤質土水田	3	-0.09	0.03	-0.24	-0.02	0.03	-0.11	7.2
粘質土水田	2	0.09	0.14	-0.08	0.05	0.20	-0.16	6.6

注1) 穂肥は砂質土水田及び壤質土水田は3kg/10a、粘質土水田は2kg/10aを出穂期前18日に施用

2) 食味官能評価は総合、外観、香り及び味は-3 (不良) ~ 3 (良), 粘りは-3 (弱い) ~ 3 (強い), 硬さは-3 (軟らかい) ~ 3 (硬い) の7段階評価



第5図 穂数と一穂粒数との関係



第6図 土壌の種類別の穂数とm²当たり粒数との関係

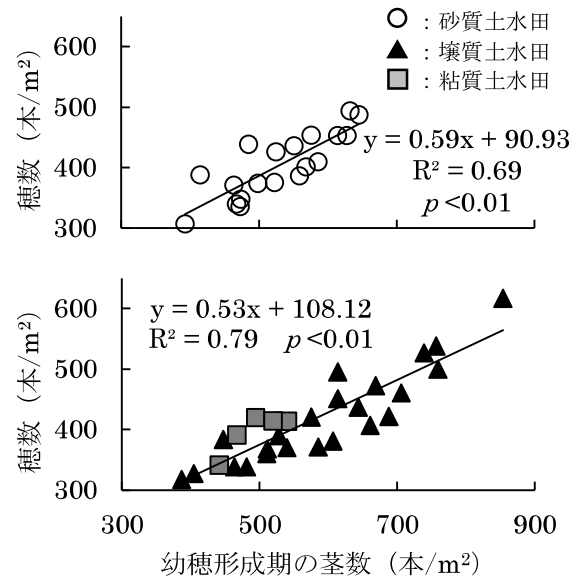
(2) 幼穂形成期の生育目標

幼穂形成期における茎数と穂数との関係を第7図に示した。土壌の種類によらず、茎数の増加に従い穂数は増加するが、上記目標穂数を確保するために必要な幼穂形成期の目標茎数は、砂質土水田が590本/m²、壤質土水田及び粘質土水田が550本/m²であった。

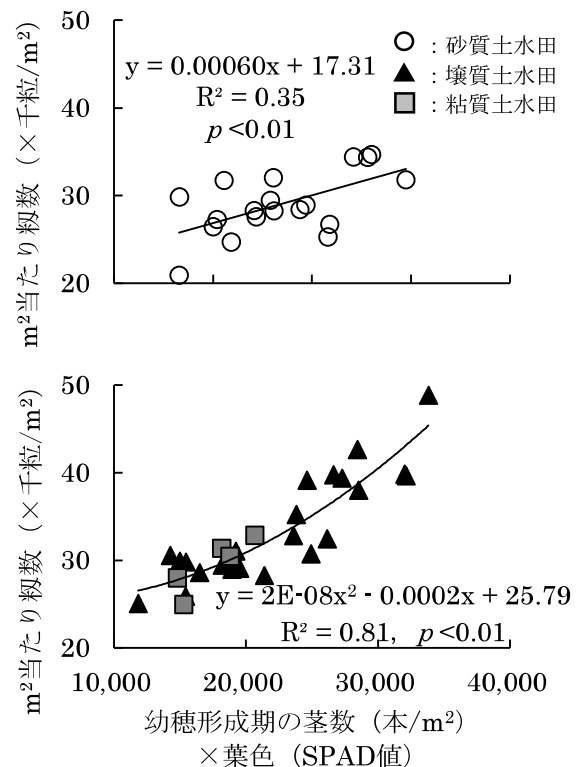
幼穂形成期の生育診断の指標として、幼穂形成期の茎数と葉色の積が使われており、「ふさおとめ」、「ふさこがね」及び「コシヒカリ」において目標値が定められている（千葉県・千葉県農林技術会議，2014）。幼穂形成期の茎数と葉色の積とm²当たり粒数との関係を第8図に示した。最適粒数から推定される幼穂形成期の茎数と葉色の積は、砂質土水田が約23,000、壤質土水田及び粘質土水田が約22,000であった。幼穂形成期の茎数と葉色の積から幼穂形成期の目標茎数を除することで、葉色（SPAD値）を算出すると、砂質土水田が38.7、壤質土水田及び粘質土水田で39.8であった。このことから、幼穂形成

期の葉色（SPAD値）の目標値は39と考えられた。

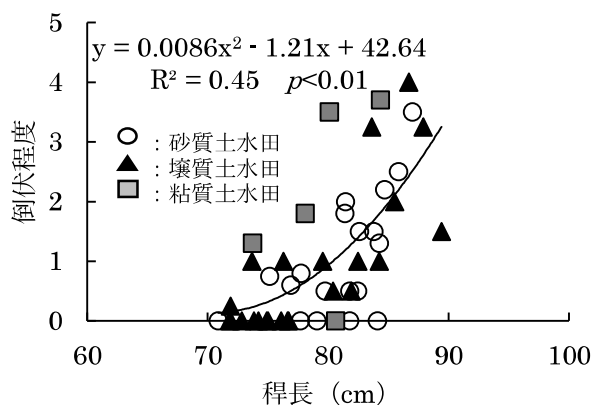
「粒すけ」の耐倒伏性は、「コシヒカリ」と比較して優れるが、過剰な窒素施用は倒伏程度を高めることが予想される。稈長と倒伏程度との関係を第9図に示した。登熟や収穫作業に影響が出始める倒伏程度3.0より、1ランク軽い倒伏程度2.0の時の「粒すけ」の稈長は、85cmであった。この稈長となる幼穂形成期の草丈は、64cmと推定された（第10図）。このことから、幼穂形成期における草丈の目標値は65cm以下と考えられた。



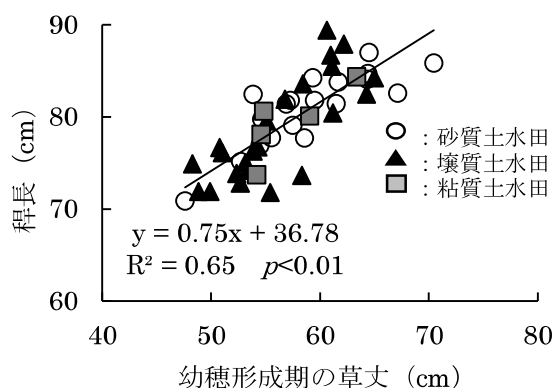
第7図 土壌の種類別の幼穂形成期の茎数と穂数との関係



第8図 土壌の種類別の幼穂形成期の茎数×葉色とm²当たり粒数との関係



第9図 株長と倒伏程度との関係



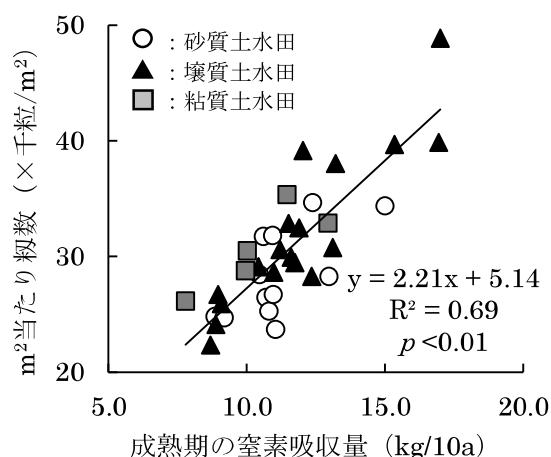
第10図 幼穂形成期の草丈と株長との関係

2. 土壌の種類別基肥窒素量の解明 (試験2)

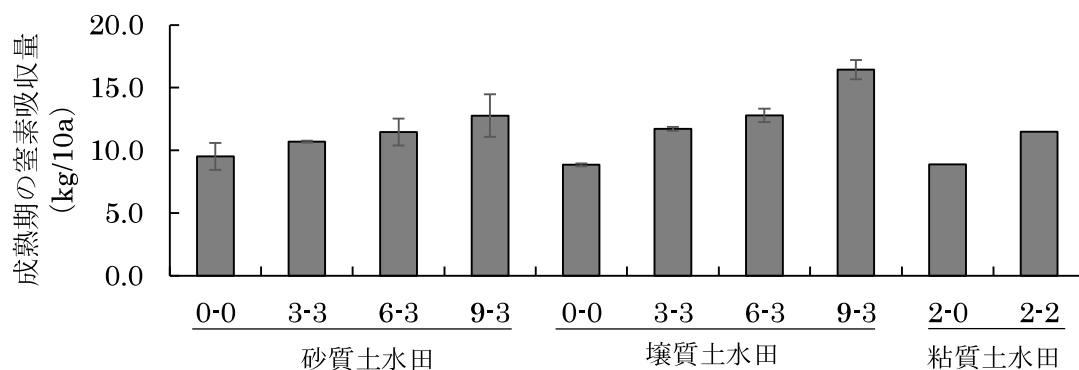
「粒すけ」の優れた玄米外観品質、食味及び収量性をバランスよく引き出すためには、窒素成分を稲体に過不足なく吸収させることが重要である。水稻においては、目標とする生育に応じた窒素吸収量（最適窒素保有量）が存在するという考え方があり、最適窒素保有量に基づいて窒素の施用法を策定する手法が確立されている（深山, 1988）。本手法を参考に、「粒すけ」の土壌の種類別基肥窒素量を決定した。

「粒すけ」の m^2 当たり粒数は、窒素吸収量が増加する

にしたがって増加し、最適粒数となる時の窒素吸収量は $11.7kg/10a$ であった（第11図）。「コシヒカリ」の目標粒数である $32,000粒/10a$ の時の窒素吸収量は、 $10.3kg/10a$ と「粒すけ」よりやや低かった（データ未発表）。このため、「粒すけ」は目標粒数を確保するために、「コシヒカリ」より多く窒素を吸収する必要があると推察される。最適粒数となる時の窒素吸収量を過不足なく達成した試験区は、砂質土水田が $6kg$ 区、壤質土水田が $3kg$ 区、粘質土水田が $2kg$ 区であった（第12図）。この時の、精玄米重は砂質土水田が $620kg/10a$ 、壤質土水田が $651kg/10a$ 、粘質土水田が $634kg/10a$ で、目標収量を概ね達成し、土壌の種類によらず整粒歩合は75%以上となった（第13図）。以上から、穂肥窒素量を $3kg/10a$ （粘質土水田の場合 $2kg/10a$ ）とする条件において、最適粒数を確保するために必要な基肥窒素量は、砂質土水田で $6kg/10a$ 、壤質土水田で $3kg/10a$ 、粘質土水田で $2kg/10a$ と考えられた。



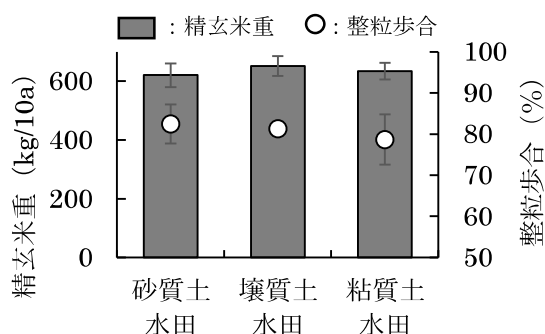
第11図 成熟期の窒素吸収量と m^2 当たり粒数との関係



第12図 窒素施用量が成熟期の窒素吸収量に与える影響

注1) 横軸は基肥窒素量－穂肥窒素量 ($kg/10a$) を示す

2) エラーバーは標準偏差



第13図 適正施肥時の精玄米重及び整粒歩合

注1) 10a 当たり基肥窒素量は、砂質土水田は 6kg, 壤質土水田は 3kg, 粘質土水田 2kg で、穂肥窒素を出穂期前 18 日に 3kg (粘質土水田は 2kg) 施用
2) エラーバーは標準偏差

3. 穂肥の施用時期の解明 (試験3)

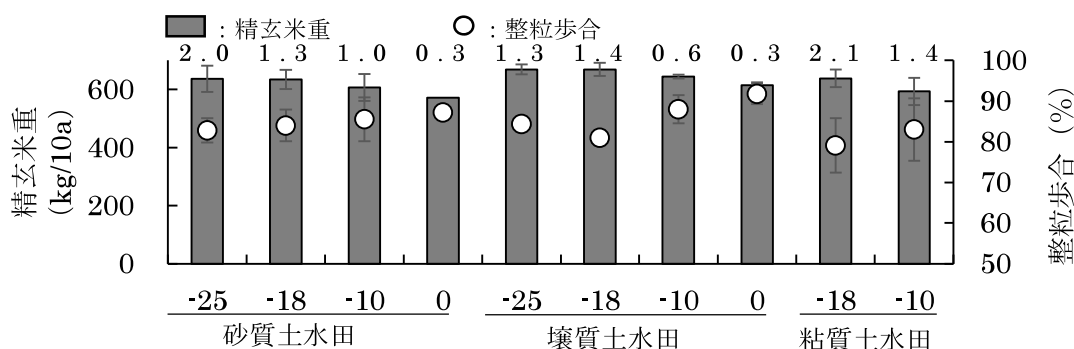
穂肥の施用時期を出穂期前25日から出穂期まで4段階 (粘質土のみ出穂期前18日と出穂期前10日の2段階) に変えた時の、整粒歩合、精玄米重及び倒伏程度を第14図に示した。整粒歩合は、穂肥の施用時期が遅くなるほど高くなる傾向がみられたが、いずれの施用時期でも75%以上であった。精玄米重は、出穂期前18日と比較した場合、出穂期前25日では同等であり、目標収量以上となったが、出穂期前10日では、砂質土水田及び壤質土水田で

-4%, 粘質土水田で-7%, 出穂期では、砂質土水田で-10%, 壤質土水田で-8%となり、目標収量に及ばなかった。倒伏程度は、砂質土水田が出穂期前25日で2.0, 粘質土水田が出穂期前18日で2.1と、やや倒伏が認められたが、収穫作業に影響が出ないレベルであった。

玄米タンパクについては、壤質土水田において、穂肥の施用時期が遅くなるほど高くなっており (第15図)、砂質土水田及び壤質土水田の出穂期でそれぞれ7.5%及び7.6%とやや高くなった。

以上の結果から、玄米外観品質、玄米タンパク、精玄米収量及び倒伏程度から見た穂肥窒素の窒素時期は、出穂期前18日 (幼穂長平均1cm, 幼穂形成期から約1週間後) と考えられた。

本報では、試験1で幼穂形成期の生育目標を明らかにし、試験2で土壌の種類ごとの基肥窒素量を明らかにした。しかし、生産現場では、気象条件等により幼穂形成期の生育に過不足が生じる場合がある。本試験の結果から、生育が過剰と判断された場合には、穂肥の施用時期を遅くせずに窒素施用量を減ずるべきと推察される。また、生育量が不足と判断された場合には、穂肥の施用時期を出穂前18日より早める対応が必要と考えられるが、「粒すけ」の生育診断に基づく穂肥の施用法については、



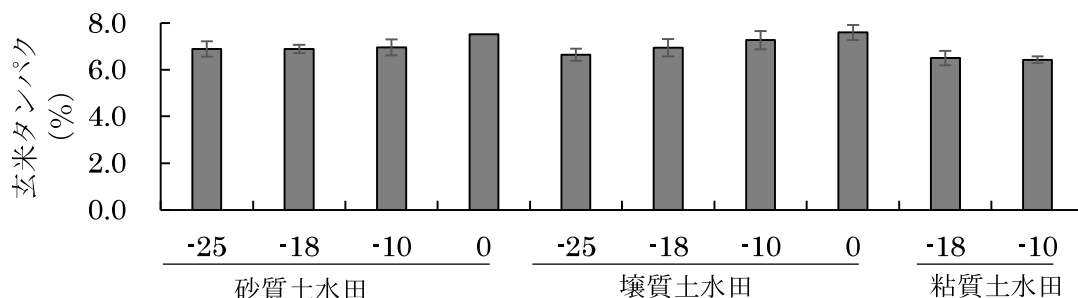
第14図 穂肥の施用時期が精玄米重、整粒歩合及び倒伏程度に与える影響

注1) 横軸は穂肥施用時期 (出穂期前日数)

2) グラフ上部の数字は倒伏程度の平均値

3) 10a 当たり基肥窒素量は、砂質土水田 6kg, 壤質土水田 3kg, 粘質土水田 2kg

4) エラーバーは標準偏差



第15図 穂肥の施用時期が玄米タンパクに与える影響

注1) 横軸は穂肥施用時期 (出穂期前日数)

2) 10a 当たり基肥窒素量は、砂質土水田 6kg, 壤質土水田 3kg, 粘質土水田 2kg

3) エラーバーは標準偏差

さらなる試験が必要である。

4. 栽植密度の解明（試験4）

疎植区は、慣行区と比較して、穂長が長くなり、一穂粒数が11～20%増加した（第2表）。壤質土水田の疎植区における穂数は、慣行区と同等であったが、砂質土水田の疎植区における穂数は、慣行区と比べてやや少なかった。 m^2 当たり粒数は疎植区が慣行区と比べて砂質土水田で+7%、壤質土水田で+9%と多くなり、特に、壤質土水田の疎植区の m^2 当たり粒数は34,500粒/ m^2 と、最適粒数を上回った（第3表）。壤質土水田における疎植区の整粒歩合は、慣行区と比べて低下したが、原因は m^2 当たり粒数が最適粒数を上回ったためと考えられた。 m^2 当たり粒数の増加に伴い、疎植区の出穂期から成熟期までの日数は、慣行区と比べて1～2日長くなった。また、疎植区の玄米千粒重は、慣行区と比較して0.4～0.7g軽くなった。

以上の結果から、「粒すけ」は栽培条件によって一穂粒数の変動が比較的大きいと考えられる。「ふさおとめ」は一穂粒数の変動が少なく、「コシヒカリ」は変動が大きい品種とされるが（吉野ら，2007）、「粒すけ」の母親は「コシヒカリ」であるため（千葉県・千葉県農林水産技術会議，2021），上記特性を受け継ぎ、「粒すけ」は「コシヒカリ」と同様に一穂粒数が変動しやすい性質を持っていると考えられた。水稻品種「ヒノヒカリ」では、一穂粒数が多くなると二次枝梗粒割合が増加し（杉山ら，2007）、「ホウネンワセ」では二次枝梗粒数の増加により、未熟粒割合も増加することが知られている（中谷，1976）。一穂粒数が多くなる傾向にある疎植では、同様の事象により、最適粒数を上回る「粒すけ」において整粒歩合が低下したものと考えられた。

「粒すけ」は「コシヒカリ」より分けつの発生が緩やかな品種であるので（千葉県・千葉県農林水産技術会議，2021），栽植密度が低くなりすぎると、穂数が少なくなり、精玄米重も少なくなる。以上から、育苗コスト低減のために、疎植は有効な方法であるが、栽植密度は16.7～18.5株/ m^2 （55～60株/坪）程度の慣行植が適すると考えられた。

5. まとめ

本研究では、「粒すけ」の特長である優れた玄米外観品質、食味及び多収性をバランス良く引き出すため、4月下旬移植時の生育目標、窒素施用方法及び最適な栽植密度を明らかにした。まず、整粒歩合75%を達成するため、最適粒数を31,000粒/ m^2 に設定し、これを実現するための成熟期及び幼穂形成期における各種生育目標を設定した。次に、土壌の種類ごとの基肥窒素施用量と穂肥窒素の適正施用時期を設定した。最後に、栽植密度は、慣行植が適することを明らかにした。疎植にすると、一穂粒数の増加により m^2 当たり粒数が増加し、玄米外観品質が低下した。

「粒すけ」は、収穫盛期である8月中旬～9月上旬の台風や長雨により倒伏しやすい「コシヒカリ」に替えて導入されることが想定される。本報告を基にした栽培管理により、「粒すけ」の品質と収量が高い水準で安定するとともに、効率的かつ計画的な収穫作業の実現を通して、水稻生産者の収入の安定と経営規模拡大の一助になれば幸いである。

第2表 栽植密度の違いが「粒すけ」の生育に与える影響

試験場所	試験区	栽植密度 (株/ m^2)	栽植密度 (株/坪)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/ m^2)	一穂 粒数 (粒)	倒伏 程度	登熟 日数
砂質土水田	慣行	17.7	59	82	19.0	406	69	1.1	37
	疎植	10.2	34	85	19.9	362	83	1.1	39
壤質土水田	慣行	19.6	65	76	19.5	410	77	0.0	37
	疎植	12.2	40	82	19.9	405	85	0.0	38

注）登熟日数は出穂期から成熟期までの日数

第3表 栽植密度の違いが「粒すけ」の収量・品質に与える影響

試験場所	試験区	栽植密度 (株/ m^2)	栽植密度 (株/坪)	粒数 ($\times$ 千粒/ m^2)	精玄米重 (kg/10a)	整粒 歩合 (%)	玄米 千粒重 (g)	登熟 歩合 (%)
砂質土水田	慣行	17.7	59	28.1	610	83	23.3	83
	疎植	10.2	34	30.0	577	82	22.9	82
壤質土水田	慣行	19.6	65	31.6	629	81	23.1	78
	疎植	12.2	40	34.5	615	73	22.4	79

IV 謝 辞

本研究を実施するに当たり、試験にご協力いただいた鴨川市小原辰夫氏及び流通加工研究室の皆様にご感謝の意を表する。

V 摘 要

千葉県における移植盛期である4月下旬移植を想定し、水稻新品種「粒すけ」の優れた玄米外観品質、食味及び収量性を引き出す土壌の種類ごとの生育目標、窒素施用方法及び栽植密度を明らかにした。

1. 試験年及び土壌の種類によらず整粒歩合が75%以上となった最適粒数は、31,000粒/m²であった。この時の精玄米重は630kg/10aであり、これを目標収量とした。その他の成熟期の生育目標は、穂数が砂質土水田で440本/m²、壤質土水田及び粘質土水田で400本/m²であった。また、稈長を85cm以下とすることで、倒伏を軽減できた。
2. 幼穂形成期の目標茎数は、砂質土水田で590本/m²、壤質土水田及び粘質土水田で550本/m²であった。葉色はSPAD値で39が適する。草丈は65cm以下とする。
3. 土壌の種類別の基肥窒素量は、砂質土水田が6kg/10a、壤質土水田が3kg/10a、粘質土水田が2kg/10aが適した。穂肥窒素の施用時期は、施用量を砂質土水田及び壤質土水田が3kg/10a、粘質土水田が2kg/10aとしたとき、出穂期前18日（幼穂長平均1cm、幼穂形成期から約1週間後）が適した。
4. 栽植密度は慣行植（17.7～19.6株/m²）が適した。疎植（10.2～12.2株/m²）は、一穂粒数の増加により、m²当たり粒数が増加したため、玄米外観品質が低下した。

VI 引用文献

千葉県（2019）主要農作物施肥基準. 千葉県農林水産部安全農業推進課.
千葉県（2019）水稻における高温登熟障害の発生条件と

軽減対策. 令和元年度試験研究成果普及情報一覧.
千葉県（2023）千葉の園芸と農産.
千葉県・千葉県農林水産技術会議（2014）稲作標準技術体系.
千葉県・千葉県農林水産技術会議（2021）水稻新奨励品種「粒すけ」の特性と栽培技術.
松本一信・妹尾知憲・宮武直子・中島映信・大久保和男・杉本真一（2008）水稻品種「あきたこまち」における登熟期の気温及び施肥法が白未熟粒発生に及ぼす影響. 岡山県農業総合センター農業試験場研究報告. 26: 1-6.
深山政治(1988) 水稻の最適窒素保有量に基づく新しい施肥基準策定法に関する研究. 千葉県農業試験場特別報告. 15: 1-92.
中谷治夫（1976）水稻の栽培条件と収量、米質に関する研究：第7報 分けつ次位、節位および枝梗別米質について. 日作紀北陸会報. 10: 18-22.
西川康之・林玲子・和田潔志・長島正・斎藤幸一・小山豊・渡部富男(2006) 中生、耐冷、いもち病抵抗性、良質・良食味水稻新品種「ちば28号」の育成. 千葉農総研研報. 5: 75-85.
農林水産省（2001）農産物規格規程.
太田和也・小山豊（2003）2002年千葉県における水稻「コシヒカリ」の外観品質低下要因. 日本作物学会関東支部会報. 18: 56-57.
太田和也・太田黒駿・望月篤・草川知行（2022）水稻品種「粒すけ」の晩植における乾物生産及び収量特性の解明－「コシヒカリ」との比較－. 千葉農林総研研報. 14: 19-29.
杉山高世・土井正彦・西尾和明（2007）奈良県における水稻ヒノヒカリの疎植栽培. 奈良県農業総合センター研究報告. 38: 41-46.
渡部富男・和田潔志・西川康之・長島正・林玲子・伊東靖之・小原麻里・藤家梓（1998）早生、耐冷、良質・良食味水稻新品種「ふさおとめ」の育成. 千葉農試研報. 39: 15-26.
吉野裕一・太田和也・在原克之・小山豊（2007）穂肥の施用法が水稻の玄米外観品質と食味に及ぼす影響. 千葉農総研研報. 6: 95-102.

Growth Goals and Cultivation Methods to Achieve Optimal Grain Quality, Taste, and Yield of the New ‘Tsubusuke’ Rice Cultivar

Hideki NISHIKAWA*, Takashi OOTAGURO^{†1}, Kazuya OOTA^{‡2} and
Yasuyuki NISHIKAWA

Key words: rice, Tsubusuke, growth goals, nitrogen application method, planting density

Summary

To promote the rapid spread of cultivation of the new “Tsubusuke” rice cultivar, we clarified the growth goals, the most appropriate nitrogen application method, and planting density in each type of soil to achieve high rice quality, taste and grain yield of “Tsubusuke” when transplanted in late April.

1. Regardless of the test year and soil type, the optimum number of rice grains that achieved the ratio of whole grains exceeding 75% was 31,000 grains/m². The target grain yield for transplanting in late April was 630 kg/10 a. At the mature stage, the target number of panicles was 440 panicles/m² in sandy soil and 400 panicles/m² in loamy soil and clayey soil. The culm lengths should be under 85 cm to reduce lodging.
2. At the young panicle formation stage, the target number of stems was 590 stems/m² in sandy soil and 550 stems/m² in loamy or clayey soil. The plant height should be under 65 cm and the leaf color should have a SPAD value of around 39.
3. The appropriate amounts of basal nitrogen fertilizer for each type of soil are 6 kg/10 a for sandy soil, 3 kg/10 a for loamy soil, and 2 kg/10 a for clayey soil. Topdressing nitrogen fertilizer should be 3 kg/10 a for sandy soils and loamy soils, and 2 kg/10 a for clayey soil 18 days before heading.
4. Sparse planting causes a loss of rice quality due to the larger number of rice grains that result from a higher number of spikelets per panicle. Sparse planting is therefore not recommended.

* Inba Agriculture Office: 8-1, Kaburaginakatamachi, Sakura, Chiba 285-0026, Japan

^{†1} Isumi Agriculture Office: 14, Saruine, Otaki-machi, Isumi-gun, Chiba 298-0212, Japan

^{‡2} Chiba Prefecture Agriculture, Forestry and Fisheries Department, Agricultural Extension Division: 1-1 Ichiba-cho, Chuo-ku, Chiba City, Chiba 260-8667, Japan.